



Universidad
Carlos III de Madrid

PROYECTO FIN DE CARRERA
EN COLABORACIÓN CON SIEMENS S.A.

CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO ELECTRÓNICO Y ELECCIÓN DE COMPONENTES DE UNA FRESADORA DE TRES EJES Y CABEZAL

Autor: SERGIO MUÑOZ GARCÍA

Tutores: DOLORES BLANCO ROJAS

UC3M

MANUEL SÁNCHEZ GALLIZO

SIEMENS S.A.

Leganés, febrero de 2012

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero dar las gracias tanto a Dolores Blanco Rojas como a Manuel Sánchez Gallizo por tutelarme a lo largo de este proyecto, ayudándome en todo lo que he necesitado. Agradezco también la oportunidad y toda la ayuda prestada al departamento de Motion Control de la empresa Siemens S.A., en especial a Javier López Gómez, por todo el tiempo que me ha dedicado.

Muchas gracias a mis compañeros de la universidad, Alberto, Dani, Jony, Jesus, Miguel, Tere y Toni, por todas esas prácticas y horas en la biblioteca juntos, pero sobre todo por todos los buenos ratos que hemos pasado.

Gracias a Hector y Nacho, dos pilares claves en mi vida. Su apoyo y ayuda durante todos estos años han sido fundamentales para terminar la carrera.

Una mención especial para mis amigos de Ariza, en especial, Gonzalo, David, Anna y M^a Ángeles, por tantísimos años de amistad, y a toda la tropa de becarios de Siemens, que durante estos últimos meses han sido un apoyo muy grande.

Y fundamentalmente darles las gracias a las cuatro personas más importantes que tengo. En primer lugar mis padres, porque para ellos nunca tendré suficientes palabras de agradecimiento por todo lo que me han dado, apoyo, cariño, comprensión, confianza...millones de gracias se queda corto. Mi hermana, porque dentro de ese carácter se encuentra una persona maravillosa capaz de sacarte una sonrisa en cualquier momento. Y Teresa, que desde que ha aparecido en mi vida todo ha cambiado a mejor. Gracias por tu infinita ayuda y paciencia, pero sobre todo gracias por cuidarme y preocuparte tanto por mí.

Finalmente agradezco también el apoyo a toda mi familia, a mis tíos y primos, pero sobre todo a mis abuelos, Jose, Jesus, Paquita y Lidia, por todos esos fantásticos veranos en el pueblo y todo el cariño que me habéis dado.

A todos, muchas gracias.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	11
2.	CONTEXTO DEL PROYECTO	13
2.1.	MÁQUINA HERRAMIENTA	13
2.1.1.	<i>Clasificación y tipos</i>	14
2.1.2.	<i>Tipos de accionamientos para mover los ejes</i>	20
3.	CÁLCULO DE CONTROL, ACCIONAMIENTOS Y MOTORES CON LA APLICACIÓN INFORMÁTICA SIZER	29
3.1.	BREVE INTRODUCCIÓN AL PROGRAMA	29
3.2.	EXPLICACIÓN PASO A PASO DE CÓMO SE REALIZA EL PROCESO DE ELECCIÓN DE LOS COMPONENTES QUE CONSTITUYAN EL EQUIPO.	31
3.2.1.	<i>Elección de equipos con la herramienta informática SIZER</i>	32
3.2.1.1.	Sistemas mecánicos	33
3.2.1.1.1.	Eje X	35
3.2.1.1.2.	Eje Y	37
3.2.1.1.3.	Eje Z	39
3.2.1.2.	Unidades del sistema	41
3.2.1.2.1.	Eje X	47
3.2.1.2.1.1.	Configuración y elección del motor	49
3.2.1.2.1.2.	Configuración y elección del <i>Motor Module</i>	59
3.2.1.2.1.3.	Configuración y elección de los componentes de salida (<i>Output components</i>)	60
3.2.1.2.2.	Eje Y	64
3.2.1.2.2.1.	Configuración y elección del motor	65
3.2.1.2.2.2.	Configuración y elección del <i>Motor Module</i>	69
3.2.1.2.2.3.	Configuración y elección de los componentes de salida (<i>Output components</i>)	71
3.2.1.2.3.	Eje Z	75
3.2.1.2.3.1.	Configuración y elección del motor	76
3.2.1.2.3.2.	Configuración y elección del <i>Motor Module</i>	81
3.2.1.2.3.3.	Configuración y elección de los componentes de salida (<i>Output components</i>)	83
3.2.1.2.4.	Cabezal	86
3.2.1.2.4.1.	Configuración y elección del motor	87
3.2.1.2.4.2.	Configuración y elección del <i>Motor Module</i>	93
3.2.1.2.4.3.	Configuración y elección de los componentes de salida (<i>Output components</i>)	95
3.2.1.2.5.	Line module	98
3.2.1.2.6.	System components	101
3.2.1.3.	Open-loop control /closed-loop control / 24 V / Cabinet module	104
3.2.1.3.1.	Open-loop/closed-loop control electronics	105
3.2.1.3.2.	Installation arrangement	113
3.2.1.3.3.	DRIVE CLIQ topology	114
3.2.1.3.4.	24 V supply	116
3.3.	RESUMEN DE DISPOSITIVOS	118
3.3.1.	<i>Controlador</i>	118
3.3.2.	<i>Drive system</i>	119
3.3.3.	<i>Eje X</i>	119
2.3.4	<i>Eje Y</i>	119
2.3.5	<i>Eje Z</i>	119
2.3.6	<i>Spindle (cabezal)</i>	120
4.	PLANOS	121
4.1.	DRIVE-CLIQ TOPOLOGY	121
4.2.	ELECTRÓNICA DE POTENCIA	122
4.3.	DIAGRAMA DE BLOQUES EJES X Y Z	127

5.	PRESUPUESTO	129
5.1.	CONTROLADOR	129
5.2.	DRIVE SYSTEM	133
5.3.	EJE X	133
5.4.	EJE Y	134
5.5.	EJE Z	135
5.6.	CABEZAL	136
5.7.	PUESTA EN MARCHA DEL EQUIPO	136
5.8.	TOTAL DEL PROYECTO	137
6.	CONCLUSIÓN	139
6.1.	TRABAJOS FUTUROS Y POSIBLES AMPLIACIONES	140
6.1.1.	<i>Posibles ampliaciones y mejoras del sistema</i>	140
7.	BIBLIOGRAFÍA	143
8.	ANEXOS	145
8.1.	ANEXO - DATOS TÉCNICOS	147
8.2.	ANEXO - SINAMICS S120	149
8.3.	ANEXO - MOTOR MODULE	151
8.4.	ANEXO - EJE X	153
8.5.	ANEXO - EJE Y	155
8.6.	ANEXO - EJE Z	157
8.7.	ANEXO - CABEZAL	159
8.8.	ANEXO - CONTROLADOR	161
8.9.	ANEXO - MOTION CONNECT	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.1 "Esquema del sistema a configurar"	11
Figura 2.1.1 "Cizalla"	14
Figura 2.1.2 "Tronzadora"	15
Figura 2.1.3 "Centro de mecanizado"	15
Figura 2.1.4 "Taladradora"	16
Figura 2.1.5 "Mandrinadora"	16
Figura 2.1.6 "Fresadora"	16
Figura 2.1.7 "Mortajadora"	17
Figura 2.1.8 "Cepilladora"	17
Figura 2.1.9 "Brochadora"	18
Figura 2.1.10 "Rectificadora"	18
Figura 2.1.11 "Lapeadora"	19
Figura 2.1.12 "Gráfico reductor de engranajes"	20
Figura 2.1.13 "Reductor de engranajes"	21
Figura 2.1.14 "Gráfico multiplicador de engranajes"	21
Figura 2.1.15 "Multiplicador de engranajes"	21
Figura 2.1.16 "Gráfico piñón - cremallera"	22
Figura 2.1.17 "Piñón - cremallera"	23
Figura 2.1.18 "Husillo - motor con bolas"	23
Figura 2.1.19 "Husillo - motor"	23
Figura 2.1.20 "Husillo a bolas"	24
Figura 2.1.21 "Husillo a bolas con tuercas de precisión"	25
Figura 2.1.22 "Ejemplos de husillos a bolas"	25
Figura 2.1.23 "Tabla de valores del factor β_1 "	26
Figura 3.1.1 "Pantalla ejemplo Sizer"	29
Figura 3.2.1 "Ventana inicial al comenzar un nuevo proyecto"	33
Figura 3.2.2 "Desplegable inicial Mechanical System"	33
Figura 3.2.3 "Add mechanical system"	34
Figura 3.2.4 "Desplegable Mechanical system"	35
Figura 3.2.5 "Enter mechanical data: ball screw X"	35
Figura 3.2.6 "Enter traversing profiles: ball screw X"	36
Figura 3.2.7 "Gráfico ciclo de trabajo: ball screw X"	37
Figura 3.2.8 "Enter mechanical data: ball screw Y"	37
Figura 3.2.9 "Enter traversing profiles: ball screw Y"	38
Figura 3.2.10 "Gráfico ciclo de trabajo: ball screw Y"	38
Figura 3.2.11 "Enter mechanical data: ball screw Z"	39
Figura 3.2.12 "Enter traversing profiles: ball screw Z"	40
Figura 3.2.13 "Gráfico ciclo de trabajo: ball screw Z"	40
Figura 3.2.14 "Desplegable inicial Drive System"	41
Figura 3.2.15 "Add drive system"	41
Figura 3.2.16 "Tipos de módulos Drive system"	42
Figura 3.2.17 "Tipos de formas y aplicaciones de SINAMICS S120"	44
Figura 3.2.18 "Ventana New axis"	47
Figura 3.2.19 "Panel principal de trabajo"	48
Figura 3.2.20 "Enter gearbox data"	49
Figura 3.2.21 "Load cycle data"	50
Figura 3.2.22 "Power data"	50
Figura 3.2.23 "Enter basic data 1"	51
Figura 3.2.24 "Select basic motor type"	53

Figura 3.2.25 "Motor check"	54
Figura 3.2.26 "Dimensioning criteria"	54
Figura 3.2.27 "Enter basic data 2"	55
Figura 3.2.28 "Type of construction"	56
Figura 3.2.29 "Gráfico Motor integrated"	56
Figura 3.2.30 "Gráfico External SMC module"	56
Figura 3.2.31 "Radial eccentricity tolerance N"	57
Figura 3.2.32 "Degree of protection"	57
Figura 3.2.33 "Degree of protection"	58
Figura 3.2.34 "Características motor 1FK7086-7AK71-1FG0"	58
Figura 3.2.35	59
Figura 3.2.36 "Select Motor Module"	59
Figura 3.2.37 "Select accessories"	60
Figura 3.2.38 "Output components"	61
Figura 3.2.39 "Select output options"	61
Figura 3.2.40 "Select supply cable"	62
Figura 3.2.41 "Encóder evaluation"	63
Figura 3.2.42 "Eje X configurado"	63
Figura 3.2.43 "Add axes to existing drive system"	64
Figura 3.2.44	64
Figura 3.2.45 "Enter gearbox data"	65
Figura 3.2.46 "Load cycle data"	65
Figura 3.2.47 "Power data"	66
Figura 3.2.48 "Enter basic data 1"	66
Figura 3.2.49 "Select basic motor type"	67
Figura 3.2.50 "Motor check"	68
Figura 3.2.51 "Enter basic data 2"	69
Figura 3.2.52 "Características motor 1FK7083-2AF71-1EG0"	69
Figura 3.2.53	70
Figura 3.2.54 "Select Motor Module"	70
Figura 3.2.55 "Select accessories"	71
Figura 3.2.56 "Output components"	72
Figura 3.2.57 "Select output options"	72
Figura 3.2.58 "Select supply cable"	73
Figura 3.2.59 "Encoder evaluation"	74
Figura 3.2.60 "Eje Y configurado"	74
Figura 3.2.61 "Add axes to existing drive system"	75
Figura 3.2.62	76
Figura 3.2.63 "Enter gearbox data"	76
Figura 3.2.64 "Load cycle data"	77
Figura 3.2.65 "Power data"	77
Figura 3.2.66 "Enter basic data 1"	78
Figura 3.2.67 "Select basic motor type"	79
Figura 3.2.68 "Motor check"	79
Figura 3.2.69 "Enter basic data 2"	80
Figura 3.2.70 "Características del motor 1FT6084-8AF71-4FH0"	80
Figura 3.2.71	81
Figura 3.2.72 "Select Motor Module"	81
Figura 3.2.73 "Select accessories"	82
Figura 3.2.74 "Output components"	83
Figura 3.2.75 "Select output options"	83
Figura 3.2.76 "Select supply cable"	84
Figura 3.2.77 "Encoder evaluation"	85

Figura 3.2.78 “Eje Z configurado”	85
Figura 3.2.79 “Add axes to existing drive system”	86
Figura 3.2.80	87
Figura 3.2.81 “Select load characteristic”	88
Figura 3.2.82 “Basic data 1”	88
Figura 3.2.83 “ Select basic motor type”	89
Figura 3.2.84 “Motor check”	89
Figura 3.2.85 “Enter basic data 2”	90
Figura 3.2.86 “Vibration severity grades”	91
Figura 3.2.87 “Características del motor 1PH7135-2AF00-0BA0”	92
Figura 3.2.88 “Ramp-up time calculation”	92
Figura 3.2.89	93
Figura 3.2.90 “Select Motor Module”	93
Figura 3.2.91 “Select accessories”	94
Figura 3.2.92 “Output components”	95
Figura 3.2.93 “Select output options”	95
Figura 3.2.94 “Select supply cable”	96
Figura 3.2.95 “Encoder evaluation”	97
Figura 3.2.96 “Spindle configurado”	97
Figura 3.2.97 "Line module"	98
Figura 3.2.98 "DC link power"	99
Figura 3.2.99 "Select Line Module"	99
Figura 3.2.100 "Selection of the braking components"	100
Figura 3.2.101	100
Figura 3.2.102 “System components”	101
Figura 3.2.103 "Inputs options"	102
Figura 3.2.104 "Accesories"	103
Figura 3.2.105	104
Figura 3.2.106 "Add controller"	104
Figura 3.2.107	105
Figura 3.2.108	105
Figura 3.2.109 “Dimension open-loop/closed-loop control electronics”	106
Figura 3.2.110 “SINUMERIK 802D sl”	106
Figura 3.2.111 “SINUMERIK 828D”	107
Figura 3.2.112 “SINUMERIK 840D sl”	107
Figura 3.2.113 “SINUMERIK 840Di sl”	107
Figura 3.2.114 “Dimension open-loop/closed-loop control electronics SINUMERIK”	108
Figura 3.2.115 “CNC software”	109
Figura 3.2.116 “HMI”	110
Figura 3.2.117 “Operator components”	110
Figura 3.2.118 “MCP 483C”	110
Figura 3.2.119 “Handwheel portable”	111
Figura 3.2.120 “I/O”	111
Figura 3.2.121 “Repair service contracts”	112
Figura 3.2.122 “Documentation”	112
Figura 3.2.123 “Dimension open-loop/closed-loop control electronics SINAMICS-Integrated”	113
Figura 3.2.124 “Dimension installation arrangement”	113
Figura 3.2.125 “Dimension DRIVE-CLIQ topology”	114
Figura 3.2.126 "Drive-Cliq"	114
Figura 3.2.127 “Dimension DRIVE-CLIQ”	115
Figura 3.2.128 “Dimension 24 V power supply”	116
Figura 3.2.129 “Dimension 24 V power supply”	117
Figura 3.3.1 "Esquema de equipo configurado"	118

Figura 4.1.1	121
Figura 4.2.1	122
Figura 4.2.2	123
Figura 4.2.3	124
Figura 4.2.4	125
Figura 4.2.5	126
Figura 4.3.1	127
Figura 4.3.2	127
Figura 5.8.1 "Coste del proyecto"	137
Figura 6.1.1 "Esquema de posibles ampliaciones del sistema"	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.2.1 "Características sistemas mecánicos"	31
Tabla 3.2.2: "Características cabezal"	32
Tabla 3.2.3 "Determine optimum motor"	53
Tabla 3.2.4 "Determine optimum motor"	67
Tabla 3.2.5 "Determine optimum motor"	78
Tabla 3.2.6 "Determine optimum motor"	89
Tabla 5.1.1 "Coste del Controlador"	132
Tabla 5.2.1 "Coste del Drive system"	133
Tabla 5.3.1 "Coste del Eje X"	133
Tabla 5.4.1 "Coste del Eje Y"	134
Tabla 5.5.1 "Coste del Eje Z"	135
Tabla 5.6.1 "Coste del Cabezal"	136

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto se ha realizado en colaboración con la empresa Siemens S.A. para su sector Industry, en la división Drive Technologies. Dentro de ésta, el trabajo se sitúa en la subdivisión Motion Control para su rama de negocio Machine Tool, cuyas siglas son I DT MC MT.

El proyecto tiene como objetivo principal la configuración del equipo electrónico y elección de componentes de una fresadora de tres ejes y cabezal, a partir de los datos técnicos de los sistemas mecánicos de los que dispone el cliente, los cuales junto a los equipos elegidos compondrán la futura máquina.

Para lograr dichos objetivos se hará un recorrido por todo el proceso, el cual se desarrolla desde que el cliente entrega los datos técnicos de los que dispone para realizar la fresadora, en este caso los sistemas mecánicos, hasta la entrega del presupuesto final del coste del equipo electrónico que compondrá la herramienta. Para lo cual se utilizara una amplia gama de productos de la firma Siemens S.A.

La fresadora que se quiere configurar es de tipo bancada fija y mesa móvil, es decir, la pieza a trabajar será movida por una mesa móvil (eje X e Y) mientras que la herramienta alojada en el cabezal se moverá a lo largo de un tercer eje (eje Z). Esto se puede observar en la figura 1.1.

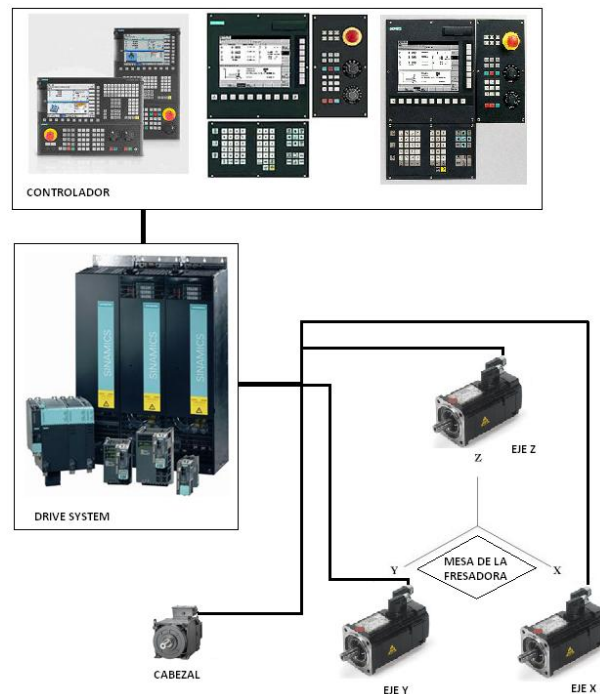


Figura 2.1.1 "Esquema del sistema a configurar"

Esta máquina herramienta se empleará para realizar operaciones que requieren una alta versatilidad y rigidez, además de proporcionar unas óptimas condiciones de acabado. Pero a su vez se tendrá que tener en cuenta en su diseño el coste económico final y la eficiencia energética de la máquina.

Para el desarrollo de la configuración de equipos y selección de estos, se utilizará la herramienta informática Sizer, de la firma Siemens. Con la que se hará un recorrido completo y detallado por cada uno de los principales bloques que conformarán la máquina. Y que tal y como se puede observar en la figura 1.1, se dividen en cuatro grandes grupos: controlador, drive system (accionamiento), ejes y cabezal.

Dentro de cada uno de los bloques se podrán observar las múltiples soluciones que Siemens tiene en el mercado. Por ejemplo, en el bloque de controladores se podrán ver sus tres principales sistemas de control de maquinaria (Sinumerik, Simotion, Simatic) y sus principales accesorios y complementos. En el bloque de accionamientos se observarán las dos familias principales que tiene la marca (Micromaster y Sinamics) y la amplia gama que ofrecen estos, además de sus principales componentes. Y tanto en el bloque de los ejes como en el del cabezal se podrá ver los diversos tipos de motores, sus diferentes configuraciones y los diferentes complementos.

En el capítulo siguiente se procederá a una descripción del contexto en el cual se desarrolla el proyecto realizado, es decir, el mundo de la máquina-herramienta, sus tipos y las diferentes partes que la conforman. Mientras que en los siguientes capítulos se explicarán, como en el capítulo 3, el desarrollo del diseño y la configuración de la máquina con la herramienta informática Sizer. En el capítulo 4, se observarán los planos de esta y en el capítulo 5, se observará la estimación económica del proyecto realizado. Para finalmente, en el capítulo 6, ver las conclusiones obtenidas al realizar el proyecto y sus posibles desarrollos y mejoras.

2. CONTEXTO DEL PROYECTO

A continuación se va proceder a la definición de una serie de conceptos para la correcta comprensión del proyecto a tratar. En primer lugar se definirá el concepto de máquina-herramienta y se hará una clasificación de sus clases y tipos. Posteriormente se definirán los tipos de accionamientos utilizados para mover los ejes de estas máquinas.

2.1. *Máquina herramienta*

Según la RAE una máquina herramienta es *máquina que por procedimientos mecánicos hace funcionar una herramienta, sustituyendo el trabajo del operario.*

(1) La definición de máquina-herramienta engloba una amplia variedad de máquinas con un denominador común: todas ellas se dedican a fabricar productos o partes de productos (generalmente metálicos, pero no exclusivamente). Se dice que las máquinas-herramienta son máquinas madre porque posibilitan la fabricación de todas las demás máquinas incluyendo a ellas mismas.

Su principal característica es que trabajan una gran variedad de materiales para producir una forma determinada. Esto puede aplicarse tanto a las pequeñas bolas de precisión de los bolígrafos como a los más complejos componentes de las aeronaves o de los satélites.

Existen muchos tipos distintos de máquinas-herramienta, desde sencillos tornos hasta complejos centros de mecanizado, desde máquinas que fabrican piezas inferiores a una fracción de milímetro a máquinas que producen piezas de decenas de metros. La variedad de tecnologías, tamaños y funciones capacita para producir eficazmente y en grandes cantidades piezas precisas de cualquier forma, diseñadas por los correspondientes departamentos de ingeniería.

Las máquinas-herramienta son máquinas inteligentes y de alta precisión que proporcionan a la industria la capacidad de producir bienes con gran calidad, elevada velocidad y en grandes cantidades, minimizando el coste y el impacto medioambiental. Son el motor del progreso tecnológico, siendo indispensables para la automatización de la producción. Muestran el estado del arte de la tecnología y reflejan las capacidades de nuestras industrias y economías. Hoy en día son imprescindibles, y lo seguirán siendo en el futuro, para iniciar la industrialización de los países emergentes.

2.1.1. Clasificación y tipos

Las máquinas-herramientas se pueden clasificar en tres grandes grupos: máquinas-herramientas que trabajan por arranque de grandes porciones de material, máquinas-herramientas que trabajan por arranque de viruta ordinaria o pequeñas porciones de material y máquinas-herramientas que trabajan por arranque de viruta fina o finas porciones de material. A continuación se describirán brevemente estos tipos de máquinas.

- Máquinas-herramienta que trabajan por arranque de grandes porciones de material:

En este apartado se encuentran máquinas-herramienta tales como la cizalla y tronzadora.

Cizalla: máquina de corte accionada mediante motor que permite longitudes de corte de varios metros (figura 2.1.1). Para el corte de chapas gruesas y de gran tamaño se utilizan cizallas de guillotina o de tipo avance. Con las circulares pueden trabajarse chapas gruesas y de gran longitud (chapas para construcción naval)



Figura 2.1.1 "Cizalla"

Tronzadora: Máquina-herramienta utilizada en fabricación mecánica para cortar o dividir en trozos, de secciones perpendiculares al eje, barra o tubos metálicos de sección circular (figura 2.1.2).



Figura 2.1.2 "Tronzadora"

- Máquinas-herramienta que trabajan por arranque de viruta ordinaria o pequeñas porciones de material:

En este apartado se encuentran máquinas-herramienta tales como taladradoras, mandrinadoras, fresadoras, centros de mecanizado, brochadora, cepilladora y mortajadora.

Centros de mecanizado: Un centro de mecanizado es una máquina altamente automatizada capaz de realizar múltiples operaciones de maquinado en una instalación bajo CNC (control numérico computarizado) con la mínima intervención humana (figura 2.1.3).



Figura 2.1.3 "Centro de mecanizado"

Taladradora: Taladrar es la acción mecanizada por la cual se producen orificios sobre un elemento cualquiera, empleando el taladro para ello. Esta operación puede realizarse mediante un taladro manual o eléctrico/con un torno/con una fresadora/con una mandrinadora/en un centro de mecanizado CNC (figura 2.1.4). Este es uno de los procesos mecanizados más empleado y se caracteriza por su sencillez.



Figura 2.1.4 "Taladradora"

Mandrinadora: Máquina-herramienta para el mecanizado, mediante el arranque de viruta de la pared o el borde de un agujero ya perforado (figura 2.1.5).



Figura 2.1.5 "Mandrinadora"

Fresadora: máquina-herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa (figura 2.1.6).



Figura 2.1.6 "Fresadora"

Cepilladora y mortajadora: máquina herramienta cuya función es la de arrancar virutas con un útil de un solo filo que no está continuamente en acción. La viruta se arranca de la pieza en forma de tiras en cada carrera de trabajo.

- Mortajadora: la herramienta realiza el movimiento de corte (figura 2.1.7).



Figura 2.1.7 "Mortajadora"

- Cepilladora: la pieza es la que realiza el movimiento de corte (figura 2.1.8).



Figura 2.1.8 "Cepilladora"

Brochadora: máquina-herramienta cuya función es arrancar viruta con un útil de varios filos llamado brocha (figura 2.1.9). Mediante el brochado se consiguen, con poco tiempo de mecanizado, piezas de dimensiones exactas y de elevada calidad superficial. Para cada forma de pieza se necesita una brocha especial. Como tienen un elevado coste, el procedimiento no resulta económico nada más que para grandes series.



Figura 2.1.9 "Brochadora"

- Máquinas-herramienta que trabajan por arranque de viruta fina o finas porciones de material:

En este apartado se encuentran máquinas-herramienta tales como rectificadoras o lapeadoras.

Rectificadora: máquina-herramienta utilizada para realizar mecanizados por abrasión, con mayor precisión dimensional y menores rugosidades que en el mecanizado por arranque de viruta (figura 2.1.10).



Figura 2.1.10 "Rectificadora"

Lapeadora: Herramienta mecánica empleada para efectuar una operación de acabado superficial de gran precisión, denominada lapeado (figura 2.1.11). El lapeado es una operación de mecanizado en la que se frota dos superficies con un abrasivo de grano muy fino entre ambas, para mejorar el acabado y disminuir la rugosidad superficial.



Figura 2.1.11 "Lapeadora"

2.1.2. Tipos de accionamientos para mover los ejes

Los tipos de accionamientos más característicos en el diseño de Máquinas Herramienta son reductor de engranajes, piñón cremallera, motor – husillo y husillo a bolas.

A continuación se describirán cada uno de estos para una mejor comprensión de todos los elementos que compondrán la posterior configuración del equipo.

- **Reductor o multiplicador de engranajes:**

- **Reductor de engranajes:**

El problema básico en la industria es reducir la alta velocidad de los motores a una velocidad utilizable por las máquinas. Además de reducir ésta, deben contemplarse las posiciones de los ejes de entrada y salida y la potencia mecánica a transmitir.

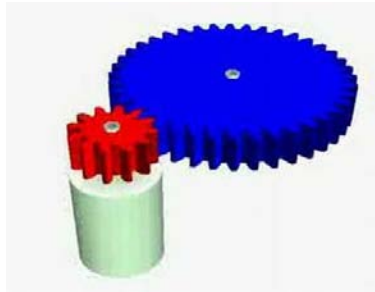


Figura 2.1.12 "Gráfico reductor de engranajes"

Para potencias bajas se utilizan moto-reductores, que son equipos formados por un motor eléctrico y un conjunto reductor integrado. Las herramientas manuales en general (taladros, lijadoras, cepillos, esmeriles, etc.) poseen un moto-reductor.

Para potencias mayores se utilizan equipos reductores separados del motor. Los reductores consisten en pares de engranajes con gran diferencia de diámetros (figura 2.1.12). De esta forma el engrane de menor diámetro debe dar muchas vueltas para que el de diámetro mayor de una vuelta. Así se reduce la velocidad de giro. Para obtener grandes reducciones se repite este proceso colocando varios pares de engranes conectados uno a continuación del otro (figura 2.1.13). Otra de las cualidades de los reductores de engranajes es reducir la inercia de la carga reflejada en el eje del motor.



Figura 2.1.13 "Reductor de engranajes"

○ **Multiplicador de engranajes:**

En este caso, se busca multiplicar la velocidad del motor, es decir, cuando se tiene una máquina que necesita trabajar a altas revoluciones y no se tiene un motor que puede llegar a estas, el eje del motor se conecta a un multiplicador de engranajes, multiplicando así su velocidad de giro. Esto se consigue mediante pares de engranajes con gran diferencia de diámetros (figura 2.1.14). De esta forma el engrane de mayor diámetro debe dar pocas vueltas para que el de diámetro menor de una vuelta, con esto se aumenta de forma considerable la velocidad de giro.

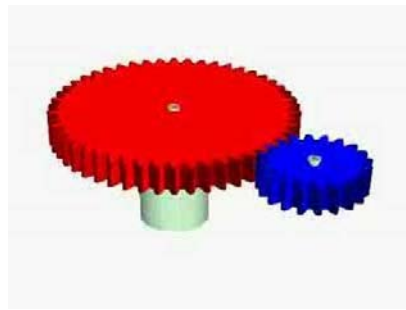


Figura 2.1.14 "Gráfico multiplicador de engranajes"

Con estos mecanismos también se consiguen modificar los ejes de entrada y salida, la potencia a transmitir y reducir la inercia de la carga reflejada en el eje del motor (figura 2.1.15).



Figura 2.1.15 "Multiplicador de engranajes"

- **Piñón - Cremallera:**

El mecanismo piñón-cremallera tiene por finalidad la transformación de un movimiento de rotación o circular (piñón) en un movimiento rectilíneo (cremallera) o viceversa. Este mecanismo, como su mismo nombre indica, está formado por dos elementos componentes que son el piñón y la cremallera (figura 2.1.16).

- El piñón es una rueda dentada normalmente con forma cilíndrica que describe un movimiento de rotación alrededor de su eje.
- La cremallera es una pieza dentada que describe un movimiento rectilíneo en uno u otro sentido según la rotación del piñón.

El mecanismo piñón-cremallera funciona como un engranaje simple. Esto significa que tanto la cremallera como el piñón han de tener el mismo paso circular y, en consecuencia, el mismo módulo.



Figura 2.1.16 "Gráfico piñón - cremallera"

El paso se puede calcular a partir de las características del piñón:

$$p = D / z$$

p = paso del piñón o de la cremallera.

D = diámetro primitivo del piñón.

z = número de dientes del piñón.

Las velocidades de ambos elementos están determinadas, fundamentalmente, por las dimensiones del piñón, en concreto:

$$V = D / 2$$

V = Velocidad de la cremallera = Velocidad de giro del piñón

Habitualmente, el piñón actúa como elemento motor y la cremallera, como elemento conducido (figura 2.1.17). Así podemos realizar la transformación de movimientos circulares en movimientos rectilíneos.



Figura 2.1.17 "Piñón - cremallera"

- **Husillo - motor:**

Este tipo de accionamiento, también llamado directo, consiste en acoplar el husillo directamente al eje del motor (figura 2.1.18).



Figura 2.1.18 "Husillo - motor con bolas"

Los husillos – motor proporcionan el rango de velocidad más elevado posible, pero tienen menos par. Esto es porque no poseen una transmisión que convierta las altas velocidades del motor en bajas velocidades del husillo con mayor par. Los husillos – motor son necesarios para velocidades por encima de 15000 rpm.



Figura 2.1.19 "Husillo - motor"

Desgraciadamente estos husillos son caros, no solo por la construcción del husillo sino por el equipamiento del soporte que necesita para hacerlos funcionar. Se requieren sistemas de alta capacidad de refrigeración para eliminar el calentamiento del motor que se da en el bloque del husillo, ya que el motor está situado a menudo entre los rodamientos del mismo. A medida que la velocidad aumenta, se requieren sistemas de lubricación más sofisticados, y la vida de los rodamientos se reduce rápidamente. La disminución de la vida de los rodamientos no está ligada a la función de los husillos con

motor, sino que está relacionada con el uso de rodamientos de diámetros mayores (por la rigidez) a una elevada velocidad.

- **Husillo a bolas:**

Los husillos a bolas son el principal mecanismo de accionamiento de los ejes utilizados en las máquinas herramienta de altas prestaciones de hoy en día. Los husillos a bolas utilizan una serie de bolas de acero y pistas construidas dentro de la tuerca para convertir el movimiento circular en el movimiento lineal que se necesita para accionar los ejes de las máquinas (figura 2.1.20).



Figura 2.1.20 "Husillo a bolas"

Los husillos a bolas se presentan en una amplia gama de configuraciones, algunas de las cuales son muy convenientes para las máquinas herramienta. La clase del husillo la determina la precisión de su paso sobre la longitud del husillo.

La fabricación del husillo a bolas es también importante. Para recircular las bolas a través de la tuerca, estos husillos son fabricados bien con pistas de recirculación externas, o bien con desviadores internos que pasan las bolas de una pista del husillo a la anterior. Los husillos con recirculación interna proporcionan generalmente velocidades máximas más altas y un funcionamiento más suave. La precarga del husillo, que reduce la holgura causada por el espacio libre entre las bolas de acero y la pista del husillo, es también importante y se puede establecer por medio de una serie de mecanismos. Los husillos a bolas se precargan normalmente usando dos tuercas, que son ajustadas o separadas entre sí mediante un muelle (figura 2.1.21). Las bolas sobredimensionadas se pueden usar también para precarga, al igual que pasos rectificadas. Una precarga más grande conseguida a través de estos dos métodos es más efectiva que una precarga mediante muelle y da lugar a un mecanizado más preciso, por la disminución de la holgura.



Figura 2.1.21 "Husillo a bolas con tuercas de precisión"

Los husillos a bolas no necesitan normalmente la aplicación continua de lubricante. La lubricación intermitente con grasa o aceite es adecuada para asegurar un rozamiento bajo y una larga vida de servicio.

El diámetro y la longitud del husillo, el modo en que es montado y la precisión de toda su estructura influyen en la vida, la velocidad máxima y la rigidez del mismo (figura 1.1.2.11). La vida de un husillo a bolas, L , en términos de la distancia recorrida, se obtiene por la siguiente relación:

$$L \cong \frac{\left\{ \left[\frac{C}{F \cdot f} \right]^3 \cdot \lambda \cdot 10^6 \right\}}{60 \cdot n} \quad [\text{horas}]$$

L = número de horas de vida.

C = capacidad de carga dinámica básica del husillo especificada por el fabricante.

F = carga axial.

λ = paso del husillo.

f = factor de carga.

n = velocidad de giro (rpm).



Figura 2.1.22 "Ejemplos de husillos a bolas"

La carga axial que el husillo puede soportar antes de deformarse bajo la fuerza de compresión F , es proporcional a un número de factores, como sigue:

$$F \cong K \cdot \beta_1 \cdot \left(E \cdot \frac{I}{L^2} \right)$$

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$$

β_1 = factor para el tipo de montaje del husillo.

E = módulo de elasticidad del acero 2,1104 Kg/mm².

I = inercia del husillo.

L = longitud del husillo.

K = constante.

d = diámetro del husillo.

El factor β_1 nos dice cómo se monta un husillo a bolas. Se monta usando una de las configuraciones que observan en la figura 2.1.23.

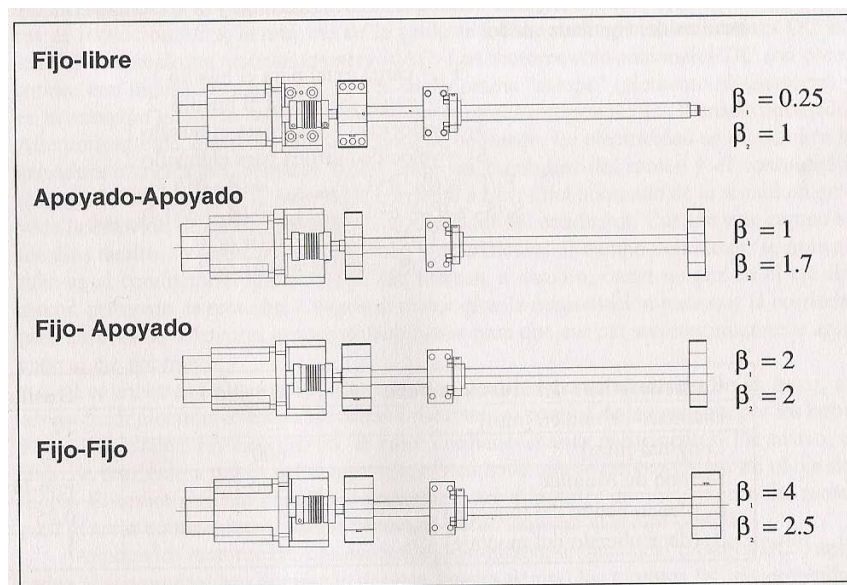


Figura 2.1.23 "Tabla de valores del factor β_1 "

La velocidad crítica S está relacionada con una serie de características del husillo del siguiente modo:

$$S \cong [(K \cdot \beta_2) \cdot (E \cdot \frac{I}{(g \cdot A)})^{0.5}] / L^2$$

K = constante.

β_2 = está relacionado con el método de montaje del husillo.

E = módulo de elasticidad del acero.

I = inercia del husillo.

g = densidad del acero.

A = área transversal mínima del husillo.

L = longitud del husillo.

El efecto del montaje se ven eclipsado por la importancia del diámetro del husillo, que a través de la inercia contribuye a aumentar la velocidad crítica según d^4 .

3. CÁLCULO DE CONTROL, ACCIONAMIENTOS Y MOTORES CON LA APLICACIÓN INFORMÁTICA SIZER

3.1. Breve introducción al programa

Sizer es una herramienta informática para ingeniería que sirve de ayuda para la configuración y selección de motores, accionamientos y controladores. Se emplea, por tanto, para realizar la configuración de los equipos electrónicos de la maquinaria o herramienta objeto de estudio.

Se trata de un software desarrollado por Siemens para la configuración de máquinas, ya sea en el ámbito de la máquina herramienta (fresadoras, tornos, etc.) como en el ámbito de la máquina de producción (bobinadoras de papel, cintas transportadoras, etc.), con los productos que el sector industria de Siemens tiene en el mercado.

La versión básica de esta herramienta informática es gratuita, y se puede descargar junto a toda la información necesaria para su uso desde la siguiente dirección de internet <http://www.automation.siemens.com>. Para habilitar más opciones es necesario la compra de licencias.

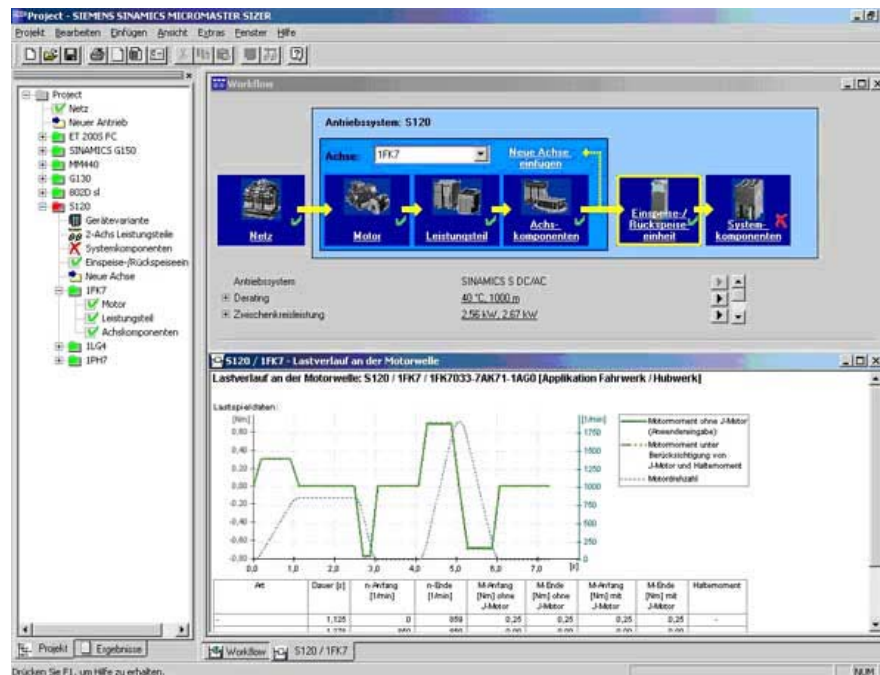


Figura 3.1.1 "Pantalla ejemplo Sizer"

Esta herramienta informática permite realizar la configuración general de la máquina mediante la elección directa de motores a partir de sus características o bien, a través de las características de los sistemas mecánicos que realizan la transmisión de movimiento de la máquina.

Se puede emplear tanto para las unidades más básicas, como para las aplicaciones con varios ejes. Seleccionando también las aplicaciones orientadas a los accionamientos y el controlador que mejor se adapte a las soluciones que se quieran dar.

3.2. Explicación paso a paso de cómo se realiza el proceso de elección de los componentes que constituyan el equipo.

A continuación, se realizará mediante la herramienta informática SIZER la configuración del equipo electrónico de la fresadora solicitada por el cliente. Este a su vez ha proporcionado la información de las características de los sistemas mecánicos que conformaran la herramienta (tabla 3.2.1 y tabla 3.2.2).

En este caso, las características de los sistemas mecánicos de los tres ejes (X,Y,Z) que proporciona el cliente hacen referencia a husillos a bolas.

Características	Unidades	Eje X	Eje Y	Eje Z
Velocidad máxima	[m/min]	30	30	24
Velocidad media	[m/min]	10	10	10
Aceleración	[m/s ²]	5.6	4.37	3
Paso de rosca del husillo	[mm]	12	12	10
Diametro del husillo	[mm]	36	36	36
Longitud del husillo	[m]	1.3	0.992	1.11
Eficiencia del husillo		0.95	0.95	0.95
Angulo de inclinación	[°]	0	0	0
Freno de emergencia		No	No	Si
Masa de la mesa del husillo	[kg]	500	500	0
Carga a transportar	[kg]	520	1100	654
Par de fricción	[Nm]	3.2	3.5	2.75
Material		Acero	Acero	Acero

Tabla 3.2.1 "Características sistemas mecánicos"

Características	Unidades	Cabezal
Velocidad máxima de carga	[rpm]	4000
Velocidad de debilitamiento de campo	[rpm]	1000
Potencia de trabajo	[kW]	12
Tipo de configuración		Potencia constante

Tabla 3.2.2: "Características cabezal"

Como se puede observar en la tabla 3.2.1, además de las medidas de cada husillo (longitud, diámetro, paso de rosca), el cliente proporciona:

- velocidad y la aceleración del movimiento lineal que se transmitirá a través de cada husillo.
- carga máxima que se soportara el husillo.
- peso de la mesa que tendrán que mover.
- material del que están conformados.
- ángulos de inclinación de los husillos.
- en caso de que fuera necesario, freno de emergencia del motor.

En el caso de la tabla 3.2.2 se puede observar tanto que el cabezal es de tipo potencia constante y sus características principales para este tipo de configuración: velocidad máxima de carga, velocidad de debilitamiento de campo y potencia de trabajo.

3.2.1. Elección de equipos con la herramienta informática SIZER

Una vez analizados los datos aportados por el cliente, el siguiente paso es la elección de los equipos con la ayuda de la herramienta informática SIZER.

Para ello el primer paso, es la creación de un nuevo proyecto (como se puede observar en la figura 3.2.1) en el cual se desarrollará toda la configuración de la herramienta final. El desarrollo de este proyecto consta de tres grandes bloques:

1. Sistemas mecánicos (*Mechanical system*), donde se configuran los sistemas de transmisión del movimiento de los motores (giratorio) a los ejes (lineal).
2. Unidades del sistema (*Drive system*), donde se seleccionan los componentes que conformarán cada uno de los ejes y el cabezal de la herramienta.

3. Controlador / Alimentación / Modulo de armario (*Open-loop/closed-loop control / 24 V / cabinet module*), donde se selecciona el tipo de controlador que se considere optimo para la herramienta, el módulo de alimentación y el bastidor y sus complementos.

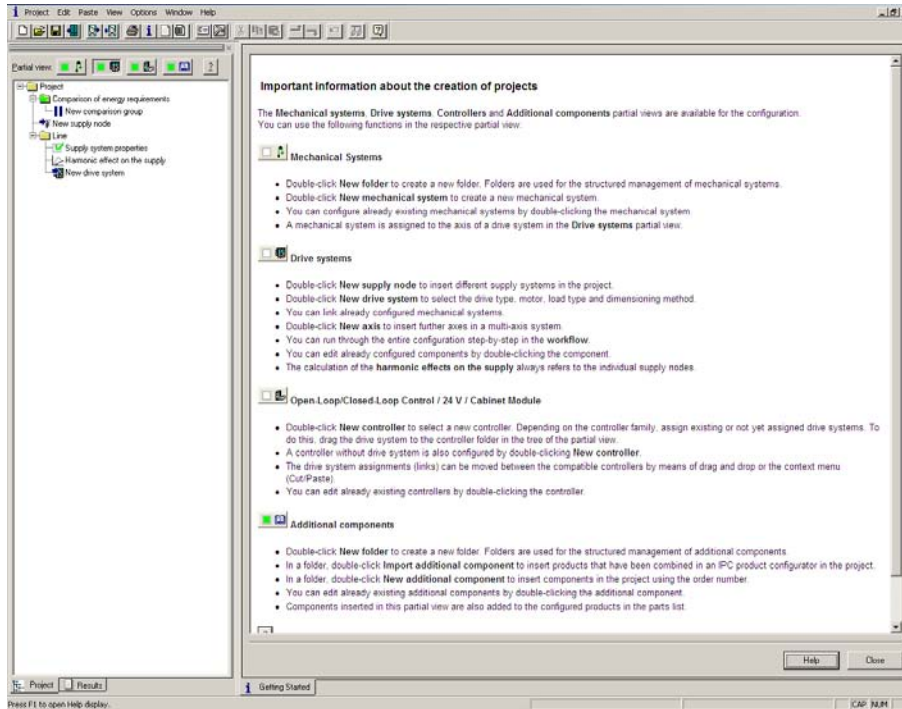


Figura 3.2.1 "Ventana inicial al comenzar un nuevo proyecto"

3.2.1.1. Sistemas mecánicos


Una vez se tiene un proyecto en blanco, se comienza con la configuración de los sistemas mecánicos de los que se dispone. Para ello, se deberá de seleccionar en la parte superior izquierda de la pantalla la pestaña *Mechanical System*  , la cual mostrará el desplegable donde se podrá introducir los diferentes sistemas mecánicos (como se observa en la figura 3.2.2).



Figura 3.2.2 "Desplegable inicial Mechanical System"

Acto seguido, se hará doble click en la opción *New mechanical system*, donde se abrirá una nueva ventana, la cual tiene por título *Add mechanical system* (figura 3.2.3).

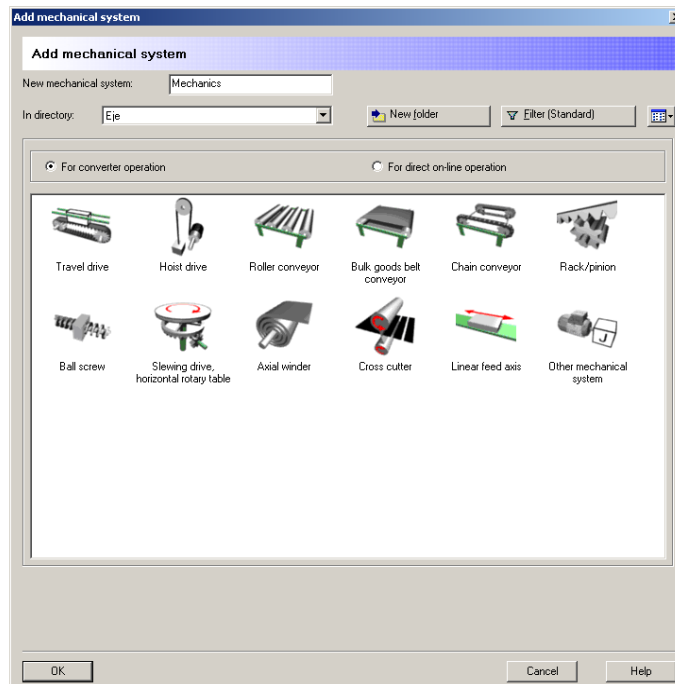


Figura 3.2.3 “Add mechanical system”

Es en esta ventana donde se seleccionará el tipo de sistema mecánico que transmitirá el movimiento del motor a los ejes. Como se observa en la figura 3.2.3, las opciones de sistemas mecánicos son variadas, entre ellas podemos encontrar los más típicos, como por ejemplo cinta guiada (*Travel drive*), unidad de izado (*Hoist drive*), rodillos (*Roller conveyor*), cinta transportadora (*Bulk goods belt conveyor*), cadena de transporte (*Chain conveyor*), piñón cremallera (*Rack pinion*), husillo a bolas (*Ball screw*), mesa giratoria (*Slewing drive, horizontal rotary table*), bobinadora (*Axial winder*), cortadora transversal (*Cross cutter*) o eje de avance lineal (*Linear feed axis*). También existe la posibilidad de configurar otros tipos de sistemas mecánicos con la opción *Other mechanical system*.

En este caso se seleccionará husillo a bolas (*Ball screw*) para empezar a configurar el primero de los ejes (eje X) que compondrá la fresadora. Una vez seleccionado el icono correspondiente se hará click en *Ok* y aparecerá en el desplegable de la derecha un nuevo icono, *Mechanic*, al cual se le dará un nombre tipo para cada uno de los ejes, en este caso *Ball screw X*, y se repetirá la acción para cada uno de los ejes. Obteniendo el aspecto que se muestra en la figura 3.2.4.

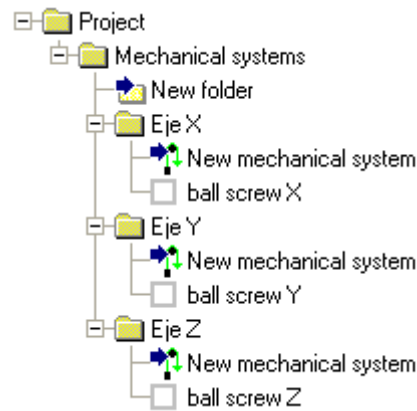


Figura 3.2.4 “Desplegable Mechanical system”

3.2.1.1.1. Eje X

A continuación se hará doble click en el icono *ball screw X*, abriéndose en ese momento la ventana de introducción de los datos mecánicos del sistema (*Enter mechanical data*), en la cual se introducen los datos de las características que ha facilitado el cliente, como se observa en la figura 3.2.5.

Name	Unit	Application values
Internal mass of the spindle table	kg >	500,000
Steady payload	kg >	520,000
Leadscreech pitch	mm >	12,000
Spindle diameter	mm >	36,000
Spindle length	m >	1,300000
Weight compensation	N >	0,000
Counterweight	kg >	0,000
Specific coefficient of friction		0,0000
Friction torque	Nm >	3,20
Angle of inclination	deg >	0,0
Efficiency of the spindle drive		0,950
Density (selection)		Steel (7.850 kg/dm ³ / 0.28360)
Density (input)	kg/dm ³ >	
Spindle moment of inertia	kg m ² >	0,001683
Additional inertia with respect to the spindle	kg m ² >	0,000000
Additional inertia with respect to the motor	kg m ² >	0,000000
Ratio of external/motor moment of inertia		
-- Black display up to		3,00
-- Yellow display up to		7,00
-- Beyond this dimensionable		<input checked="" type="checkbox"/>
Gantry structure (2 drives)		<input type="checkbox"/>
-- Share of moving load		

Figura 3.2.5 “Enter mechanical data: ball screw X”

Una vez introducidos los datos, se pulsará siguiente y se pasará a la ventana de introducción de los perfiles de desplazamiento (*Enter traversing profiles*), lo cual es una

descripción del tipo de funcionamiento que va a tener el eje cuando esté trabajando. Estos datos son proporcionados por el cliente también, y con ellos se determina el ciclo de trabajo de los sistemas mecánicos.

En este caso, el cliente facilita los datos de espacio recorrido, velocidad, aceleración de subida y bajada del husillo y las pausas que se realizan entre los movimientos de subida (*Forward up*) y de bajada (*Backward*), consiguiendo así mediante cálculos internos que realiza SIZER el ciclo de trabajo del sistema, en este caso 6,5 segundos. Todo esto se puede observar en la ventana de introducción de los datos facilitados por el fabricante (figura 3.2.6) y el gráfico del ciclo de trabajo (figura 3.2.7).

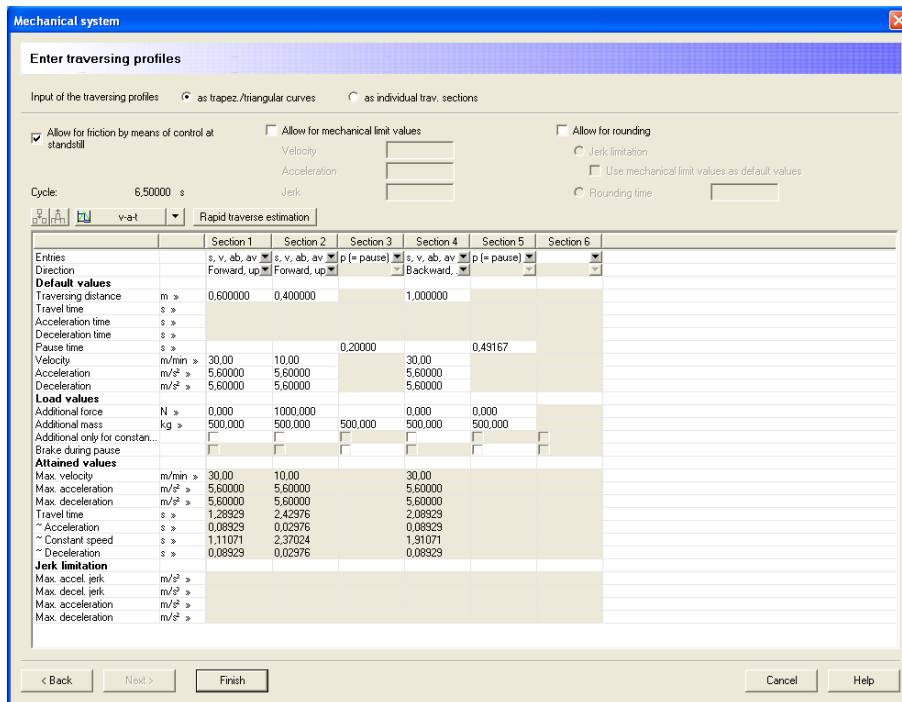


Figura 3.2.6 “Enter traversing profiles: ball screw X”

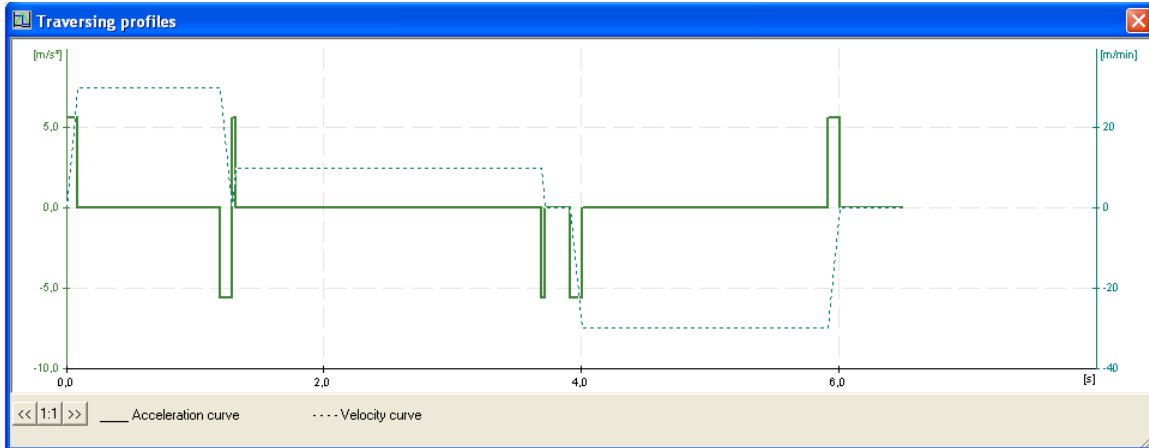


Figura 3.2.7 “Gráfico ciclo de trabajo: ball screw X”

Una vez configurado el primer sistema mecánico, en este caso el eje X, se repetirá el mismo proceso para configurar los otros dos ejes, es decir eje Y y eje Z, introduciendo en cada uno de ellos sus características facilitadas por el cliente y que se pueden ver en la tabla 3.2.1.

3.2.1.1.2. Eje Y

En el caso del eje Y se comienza de nuevo con la introducción de los datos del sistema mecánico, es decir, un husillo a bolas (figura 3.2.8) y pulsaremos *Siguiente*.

Mechanical system: ball screw Y
Type: Ball screw in converter operation

Example: ball screw

Name	Unit	Application values
Internal mass of the spindle table	kg >	500,000
Steady payload	kg >	1100,000
Leadscrew pitch	mm >	12,000
Spindle diameter	mm >	36,000
Spindle length	m >	0,992000
Weight compensation	N >	0,000
Counterweight	kg >	0,000
Specific coefficient of friction		0,0000
Friction torque	Nm >	3,50
Angle of inclination	deg >	0,0
Efficiency of the spindle drive		0,950
Density (selection)		Steel (7,850 kg/dm ³ / 0,28360)
Density (input)	kg/dm ³ >	
Spindle moment of inertia	kg m ² >	0,001284
Additional inertia with respect to the spindle	kg m ² >	0,000000
Additional inertia with respect to the motor	kg m ² >	0,000000
Ratio of external/motor moment of inertia		
-- Black display up to		3,00
-- Yellow display up to		7,00
-- Beyond this dimensionable		<input checked="" type="checkbox"/>
Gantry structure (2 drives)		<input type="checkbox"/>
-- Share of moving load		

Figura 3.2.8 “Enter mechanical data: ball screw Y”

A continuación, se introducen los datos para el perfil de desplazamiento del eje, como se puede observar en la figura 3.2.9 y se obtiene de nuevo un ciclo de trabajo del sistema de 6,5 segundos. También se puede ver el gráfico del ciclo de trabajo en la figura 3.2.10.

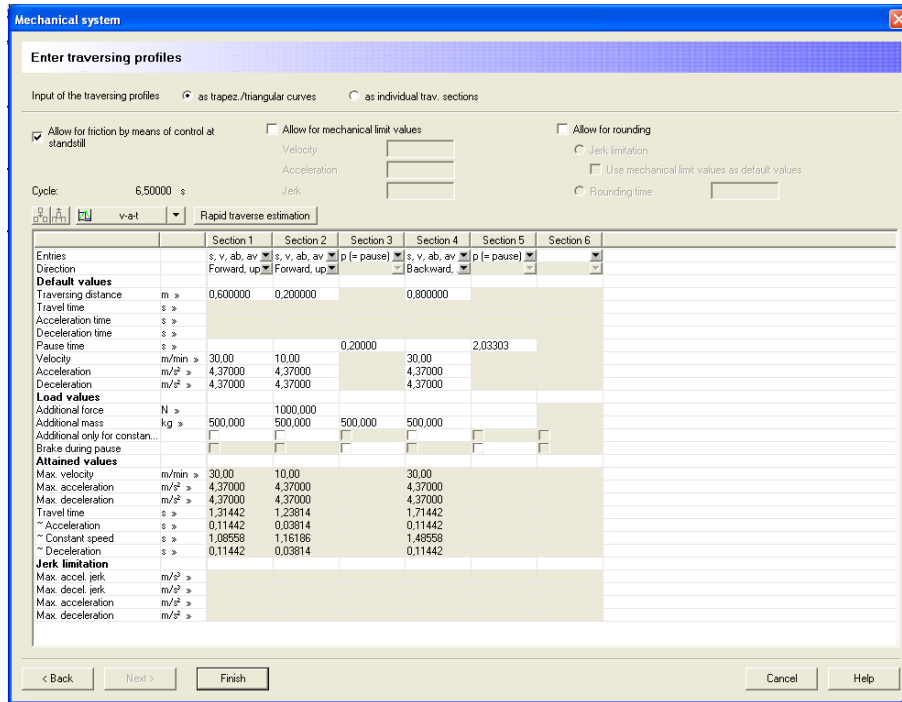


Figura 3.2.9 “Enter traversing profiles: ball screw Y”

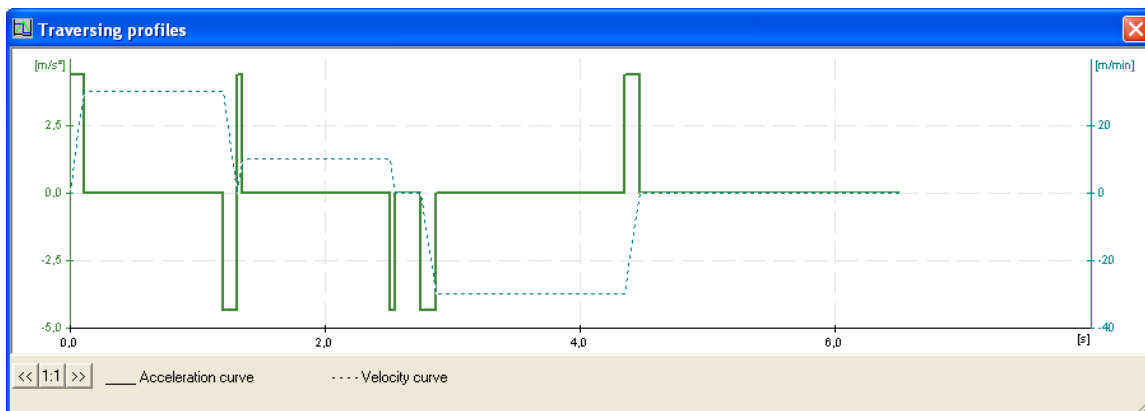


Figura 3.2.10 “Gráfico ciclo de trabajo: ball screw Y”

3.2.1.1.3. Eje Z

Y en el caso del eje Z se comenzará de nuevo con la introducción de los datos del sistema mecánico, de nuevo un husillo a bolas (figura 3.2.11) y se pulsa *Siguiente*.

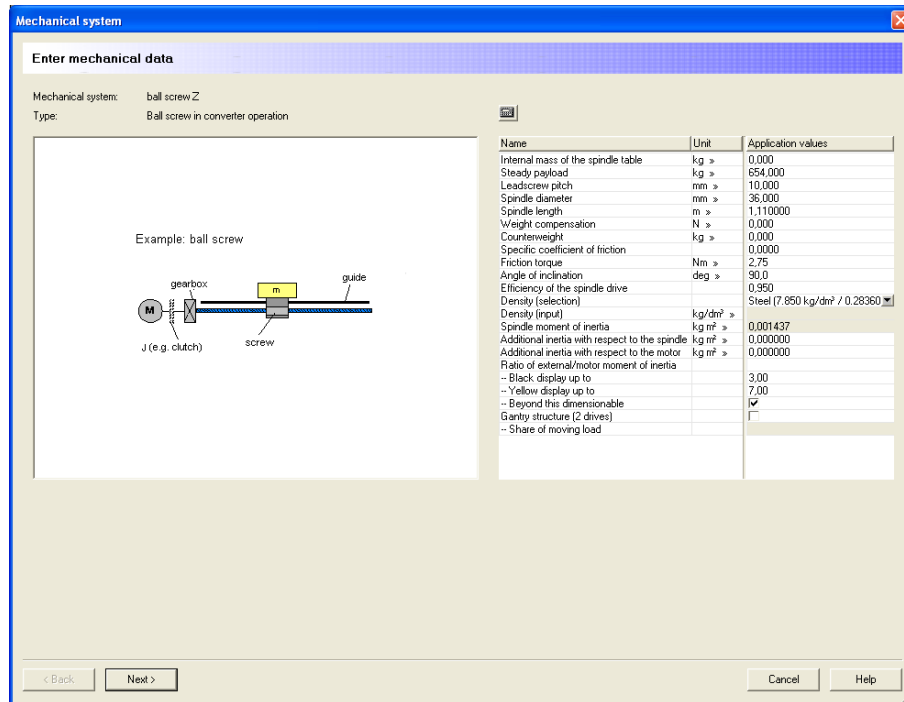


Figura 3.2.11 “Enter mechanical data: ball screw Z”

A continuación se introducen los datos para el perfil de desplazamiento del eje, como se puede observar en la figura 3.2.12. En ella se puede observar de nuevo que el ciclo de trabajo vuelve a ser 6,5 segundos, y su gráfica está representada en la figura 3.2.12.

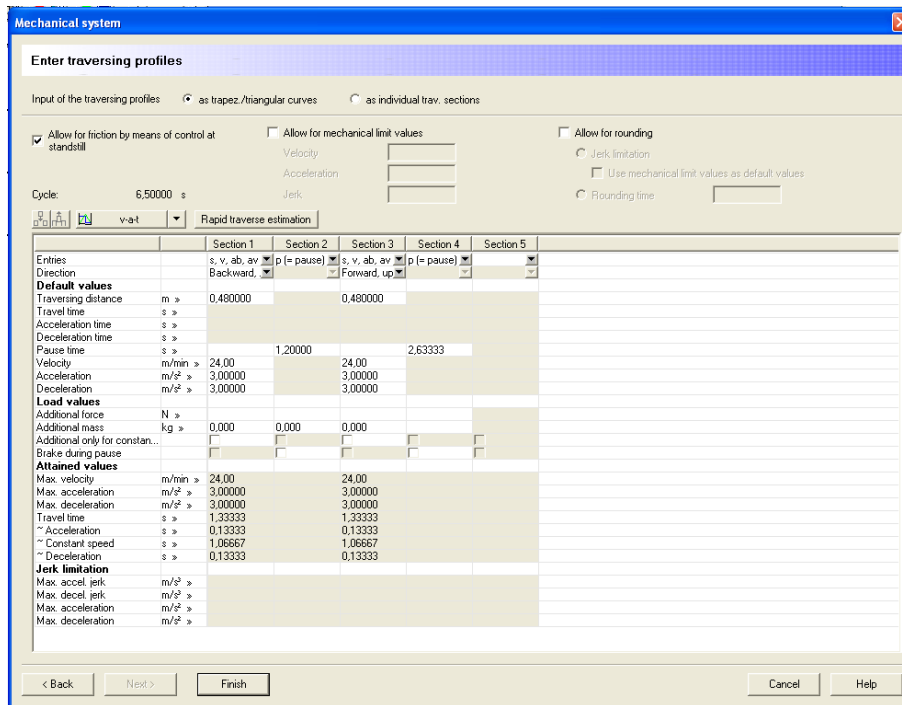


Figura 3.2.12 "Enter traversing profiles: ball screw Z"

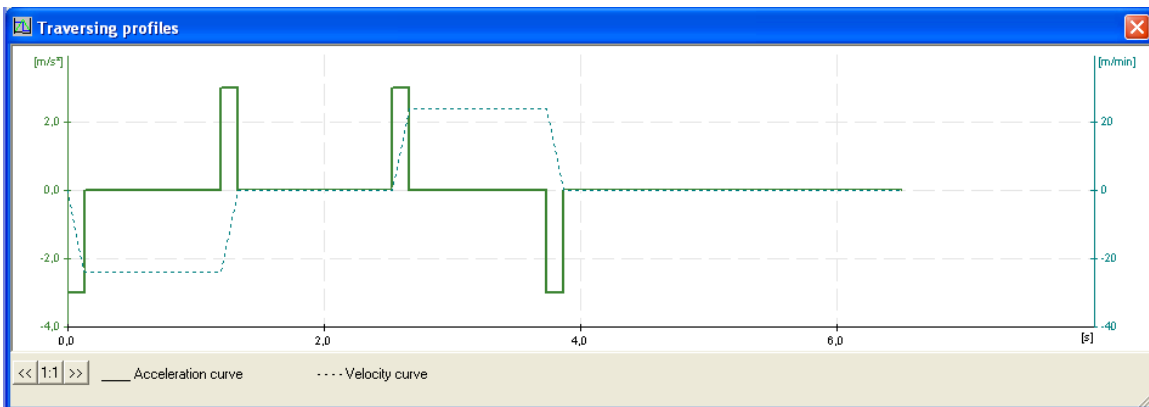



Figura 3.2.13 "Gráfico ciclo de trabajo: ball screw Z"

Una vez configurados los sistemas mecánicos de los tres ejes que componen la fresadora, se ha terminado con la primera parte de la configuración de la herramienta.

3.2.1.2. Unidades del sistema

El siguiente paso en la configuración del equipo es la elección de las unidades que conformarán el sistema. Para este cometido se deben tener en cuenta los sistemas mecánicos ya configurados.

Se comenzará con la selección de la pestaña *Drive System*  situada en la parte superior izquierda de la pantalla principal de la herramienta SIZER, donde se mostrará un desplegable (figura 3.2.14) en el cual se podrá ir añadiendo las unidades del sistema eje a eje mientras lo asociamos a los sistemas mecánicos.

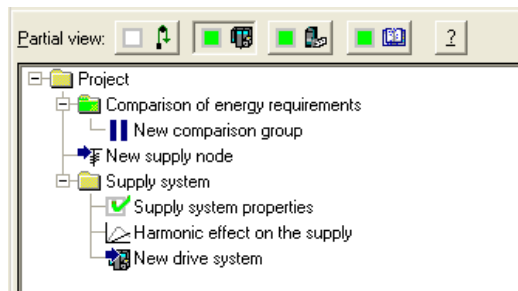


Figura 3.2.14 "Desplegable inicial Drive System"

A continuación, se hará doble click en el icono *New drive system* abriéndose en ese momento la ventana *Add drive system* (figura 3.2.15) en la cual se comenzará con la elección de los equipos que compondrán la fresadora.

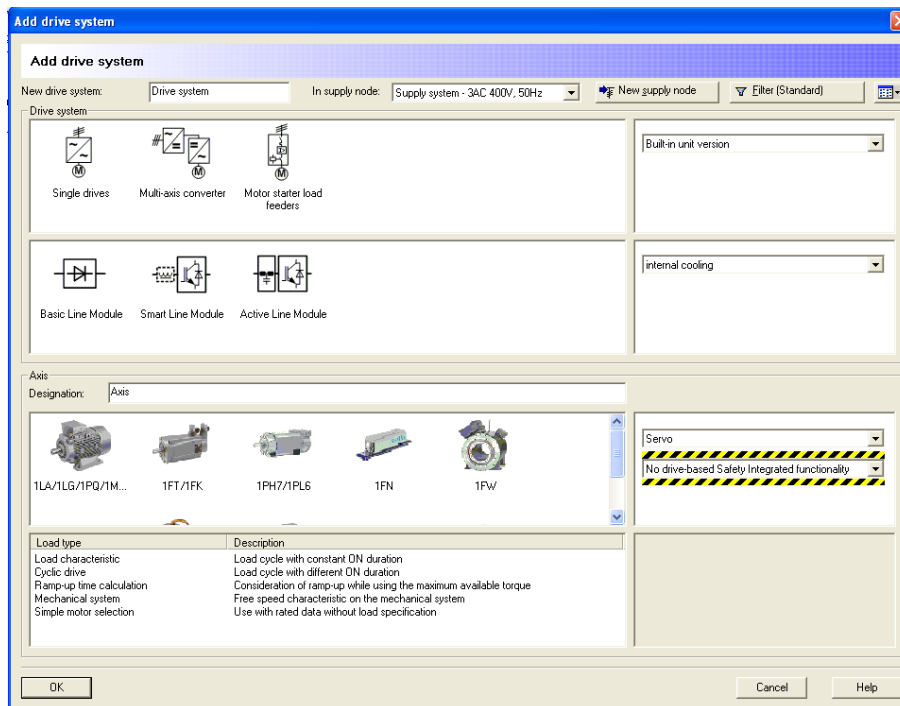


Figura 3.2.15 "Add drive system"

La primera opción que la ventana da a elegir es la selección del tipo de *Drive system*, y se muestran tres posibilidades, *Single drives*, *Multi-axis converter* y *Motor starter load feeders*, como se puede observar en la figura 3.2.15. Cada una de estas tres posibilidades hace referencia a tres casos diferentes que se puede encontrar el configurador a la hora de realizar la configuración de un equipo.

En el caso de *Single drives* es la opción para cuando la máquina a configurar posee un eje único. Como se puede observar en la figura 3.2.16, se dispone de un amplio abanico de módulos a elegir, cada uno de estos cubren una cuota de mercado diferente.

Para el caso de *Multi-axis converter* es la opción para cuando la máquina posee varios ejes. Como se puede observar en la figura 3.2.16, solo se dispone de un tipo de módulo, el SINAMICS S120, en dos de sus formatos, *built-in-unit* (construcción en módulos) o *cabinet module* (formato armario). La elección de uno u otro depende de la potencia requerida por el sistema. Es decir *built-in-unit* en el caso de pequeñas y medianas potencias y *cabinet module* en el caso de grandes potencias.

Por último en el caso de *Motor starter load feeders* es la opción para cuando tan solo queremos un módulo de arranque de motor. Que como se puede observar en la figura 3.2.16, se dispone de un amplio abanico de módulos a elegir, cada uno de estos cubren una cuota de mercado diferente.

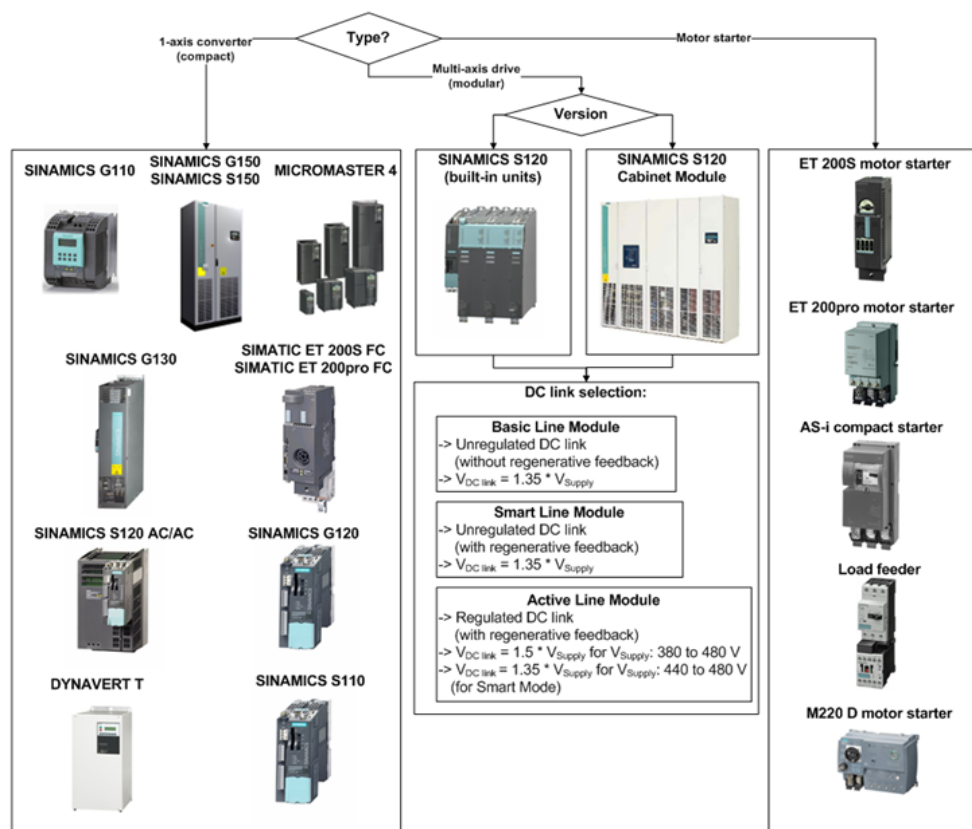


Figura 3.2.16 “Tipos de módulos Drive system”

En esta ocasión la opción a elegida es *Multi-axis converter* ya que la herramienta final a configurar es un sistema multieje, en este caso tres ejes. La consecuencia de esta elección es que ya se ha comenzado a elegir el primero de los componentes que conformarán la fresadora, en este caso el elegido es SINAMICS S120 en su versión *built-in-unit*.

SINAMICS S120:

SINAMICS S120 es el sistema de accionamiento flexible y modular con regulación vectorial y servorregulación para ejecutar tareas complejas en el área de construcción de máquinas y plantas.

La gama modular de SINAMICS S120 permite implementar tanto sistemas de accionamiento multieje con control de movimiento como soluciones con accionamientos mono eje.

Con un rango de potencia que abarca desde 0,12 kW hasta 4.500 kW y diferentes módulos de regulación de funcionalidad escalonada, la gama modular SINAMICS S120 permite configurar de forma rápida y sencilla accionamientos a la medida exacta de las necesidades para casi todo tipo de aplicación compleja.

En SINAMICS S120, la inteligencia del accionamiento y las funciones de regulación se condensan en los módulos denominados Control Unit. Éstos dominan tanto la regulación vectorial como la servorregulación, al igual que el control por V/f (velocidad/frecuencia). Además, ejecutan operaciones de regulación de velocidad y de par para todos los ejes, así como otras funciones que requieren inteligencia.

Con los métodos de regulación disponibles se pueden utilizar tanto motores síncronos como asíncronos, es decir, toda la gama de motores para baja tensión de Siemens AG.

Las interfaces PROFIBUS DP incorporadas facilitan la integración en sistemas de automatización total. Otra interfaz de bus de campo compatible es PROFINET.

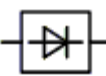
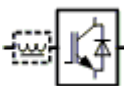
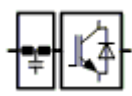
A modo de sistema en armario, concebido especialmente para el área de construcción de plantas e instalaciones, se ofrecen los módulos SINAMICS S120 Cabinet Modules. Éstos se pueden combinar formando filas de armarios adosados con una potencia total de hasta 4.500 kW. Gracias a las interfaces normalizadas, los módulos se pueden unir con toda rapidez para crear un sistema de accionamiento para aplicaciones multieje listo para la conexión.

Toda esta información esta ampliada en el anexo 8.2.



Figura 3.2.17 “Tipos de formas y aplicaciones de SINAMICS S120”

Una vez definida la primera parte de la elección del *Drive system*, se continuará con el siguiente rectángulo de elección, en el que se seleccionará el tipo de *Line module*, es decir la forma de alimentación del equipo. En este caso, la herramienta SIZER da tres opciones:

1.  Basic Line Module: Los Basic Line Modules son apropiados sólo para el funcionamiento sin regeneración, es decir, no pueden realimentar energía generadora a la red.
La energía generadora, por ejemplo, al frenar los accionamientos, debe transformarse en calor con un Braking Module adicional y una resistencia de freno.
2.  Smart Line Module: Los Smart Line Modules pueden alimentar energía al circuito intermedio y también realimentar energía generadora a la red. El Braking Module y la resistencia de freno son necesarios solamente cuando es preciso frenar selectivamente los accionamientos incluso en una caída de red (sin posibilidad de realimentación). En caso de alimentación con un Smart Line Module, la bobina de red correspondiente es estándar.
3.  Active Line Module: Los Active Line Modules pueden alimentar energía y también realimentar energía generadora a la red. El Braking Module y la resistencia de freno son necesarios solamente cuando es preciso frenar selectivamente los accionamientos incluso en una caída de red (sin posibilidad de realimentación).
Al contrario que los Basic Line Modules y los Smart Line Modules, los Active Line Modules generan una tensión continua regulada, que se mantiene constante independientemente de las fluctuaciones de la tensión de red. La tensión de red

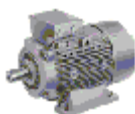
debe oscilar dentro de la tolerancia admitida. Los Active Line Modules toman de la red una corriente prácticamente senoidal y apenas causan perturbaciones en la red.

Para la configuración de la fresadora se tendrá en cuenta el objetivo de la eficiencia energética, por lo que se seleccionará o bien *Smart line module* ó *Active line module*. En este caso concreto se seleccionará *Smart line module* por motivos económicos, ya que la elección de *Active line module* encarecería la configuración final de la fresadora.

Una vez seleccionado el tipo de *Drive system* y su *Line module*, el siguiente paso es la configuración de los equipos de cada uno de los ejes y del cabezal.

El principal módulo a configurar y seleccionar es el motor. Dependiendo de las características de éste se seleccionarán los demás dispositivos. Por lo que a continuación, se van a definir los distintos tipos de motores de los que dispone la herramienta Sizer.

Tipos de motores



1. 1LA/1LG/1PQ/1MJ/1LE1/1LH8/1LH4/1RA4/1RN4/1RQ4: motores de inducción estándar y cuyas áreas de utilización son aplicaciones estándar con baja respuesta dinámica a medio plazo, como bombas, ventiladores o equipos de grúa de desplazamiento.



2. 1FT/1FK: servomotores sincrónicos y cuyas áreas de utilización son servomotores para máquinas herramienta y aplicaciones de control de movimiento con altas demandas en la respuesta dinámica, precisión y flexibilidad, como por ejemplo, en el área de máquinas herramienta, máquinas de envasado, sistemas de transporte o equipos y máquinas de impresión.



3. 1PH7/1PL6: servomotores de inducción y cuyas áreas de utilización son aplicaciones de media a alta respuesta dinámica y una gama de alta velocidad, como por ejemplo, en máquinas herramientas en la función de cabezal o en la ingeniería de engranajes para elevar cargas y tren de rodaje.



4. 1FN: motores lineales síncronos y cuyas áreas de utilización de la tecnología de accionamiento lineal son las aplicaciones con una alta respuesta dinámica, como por ejemplo, corte de alta velocidad, molienda o mecanizado por láser.



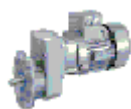
5. 1FW: motores torque y cuyas áreas de utilización de la tecnología de accionamiento directo son aplicaciones como por ejemplo, sinfines de máquinas de moldeo por inyección, máquinas de fabricar papel, embalaje y máquinas textiles, máquinas rotativas, mesas giratorias o ejes giratorios.



6. Third-party motor: esta opción es la que se emplea cuando los motores no pertenecen a Siemens, en ese caso habrá que configurar sus características.



7. 1FE1: motores síncronos para eje principal, estos son refrigerados por agua y se suministran como componentes del estator y del rotor. Las áreas de aplicación de estos motores son para unidades de husillo para máquinas herramienta con una demanda muy alta en la calidad de mecanizado, precisión y suavidad de marcha.



8. 2KJ: motorreductores cuyas áreas de utilización son muy variadas, como por ejemplo, generadores eléctricos, cintas transportadoras, herramientas de torneado, grúas, troquelado, mezcladores y agitadores etc.



9. 1PH8: unidades principales compactas cuya utilidad es para aplicaciones de media a alta respuesta dinámica y una gama de alta velocidad.



10. 1PS: motores de inducción cuyas aplicaciones son en caso de 1PS0 para áreas seguras y en el caso de 1PS(1-2-3-...) para atmósferas explosivas.

Como se ha podido observar la herramienta Sizer nos facilita la amplia gama de motores Siemens, dándonos también la opción a configurar motores ajenos a esta marca.

3.2.1.2.1. Eje X

Se comenzará con la configuración del eje X, al cual se deberá asociar a la configuración del sistema mecánico definido para este eje, es decir, *ball screw X*. Para ello se hará doble click en el icono *New axis* del desplegable de la izquierda, donde se abrirá la ventana que se muestra en la figura 3.2.18. En ella se elegirá el tipo de motor que mejor se adapte a las características de los sistemas mecánicos de cada eje.

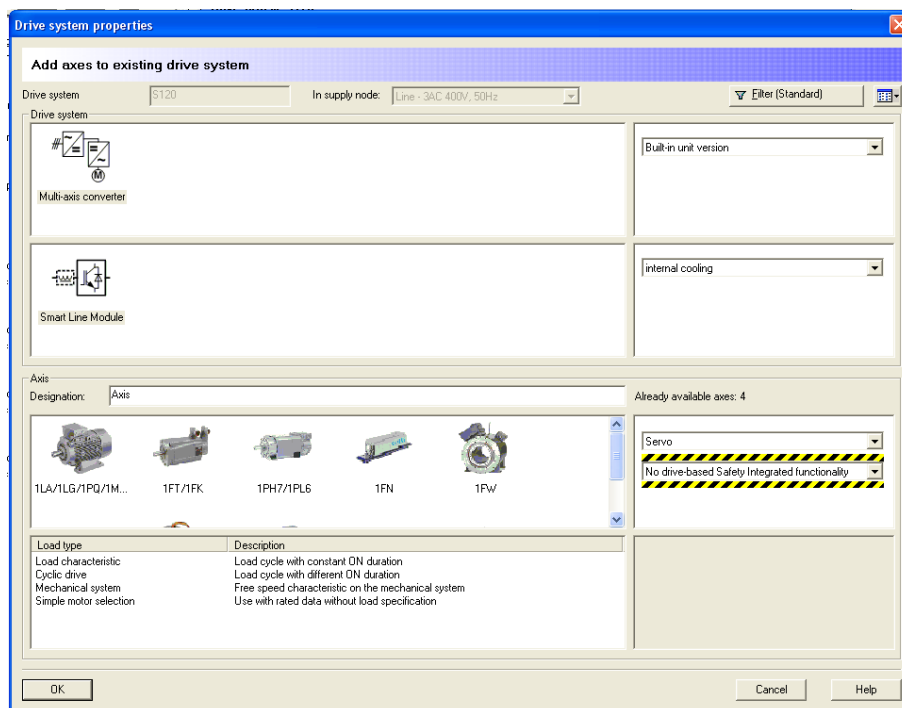


Figura 3.2.18 “Ventana New axis”

En el caso del eje X los motores que mejor se adaptan a las características que queremos para la fresadora son 1FT/1FK, ya que interesa su alta respuesta dinámica y su gran precisión. Por lo tanto se seleccionará este tipo de motores.

A continuación, se deberá elegir una de las opciones del tipo de carga (*Load type*), en la cual se especifica cómo funcionará el motor en la aplicación. En este caso hay cuatro tipos:

1. *Load characteristic* (características de la carga): para ciclos de carga con una duración constante. Para definir los requisitos específicos de las características de par en función de la velocidad.

2. *Cyclic drive* (unidad cíclica): para ciclos de carga con diferentes duraciones, estandarizando intermitencias en los modos de operación.
3. *Mechanical system* (sistema mecánico): se toma como referencia los sistemas mecánicos configurados en el proyecto.
4. *Simple motor selection* (selección de motor): Este tipo se utiliza para la selección del motor sin necesidad de configuración rápida de la carga. Mediante la cual el motor puede seleccionarse directamente desde la base de datos de Sizer.

Una vez estudiados los tipos de carga, se selecciona la opción *Mechanical system*, ya que se necesita de las características de los sistemas mecánicos para realizar la elección más conveniente para la herramienta.

Una vez seleccionada esta opción se abrirá a la derecha de esta, un abanico de opciones, en el cual se podrá seleccionar el sistema mecánico que corresponde al eje, en este caso, al estar configurando en eje X, se deberá seleccionar el sistema mecánico *ball screw X*, y pulsar *OK*.

Y aparecerá en el panel principal de la herramienta SIZER un gráfico como el que se muestra en la figura 3.2.19, en el cual se muestran los diferentes componentes a seleccionar para la configuración final de la herramienta.

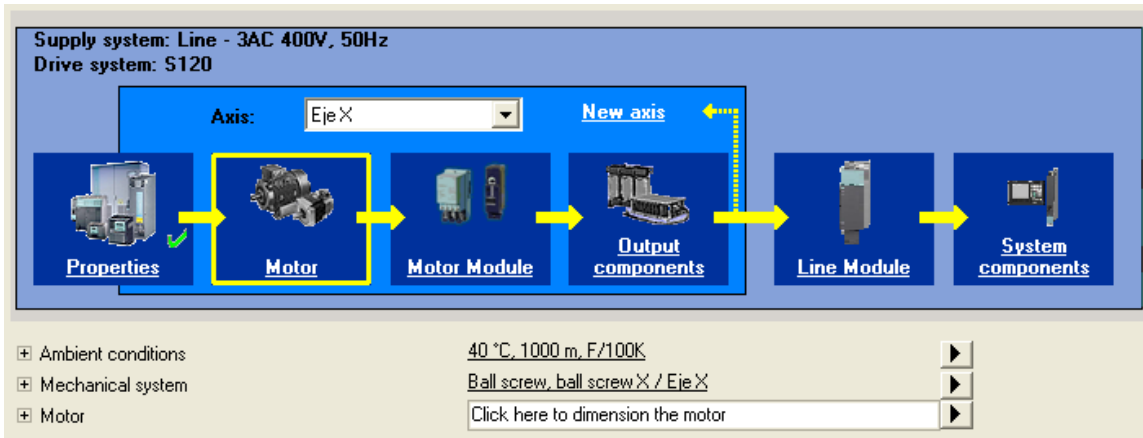


Figura 3.2.19 "Panel principal de trabajo"

En este caso, se configurarán los componentes que aparecen dentro del recuadro azul de nombre *Axis: Eje X* que también se muestra en la figura 3.2.19, es decir, el motor, el motor module y los componentes externos (*Output components*).

3.2.1.2.1.1. Configuración y elección del motor

Para comenzar a configurar se deberá pulsar en el icono flecha correspondiente a la línea de texto *Click here to dimensión the motor*, abriéndose en ese instante una ventana nueva, la cual nos mostrará un índice en su parte izquierda en el que aparecen los diferentes pasos para configurar y seleccionar el motor.

Paso 1 *Gearbox data* (figura 3.2.20): En este primer paso el programa pregunta al usuario si desea incorporar al motor una caja de cambios, en esta ocasión, no es necesario por lo que se pulsa *Next* para pasar al siguiente paso.

Peak values		on the motor shaft	at the output of the mounted	at the output of the additional gearbox
Speed	rpm	2500,00		
Torque	Nm	27,26		
External moment of inertia	kg m ²	0,007227		

Figura 3.2.20 “Enter gearbox data”

Paso 2 *Load cycle data* (figura 3.2.21): en este paso se puede observar el ciclo de trabajo del sistema mecánico, en este caso, el del husillo a bolas de eje X (*Ball screw X*). Como este ya se ha configurado anteriormente, se revisará para comprobar que coincide y si es así se pulsa *Next*.

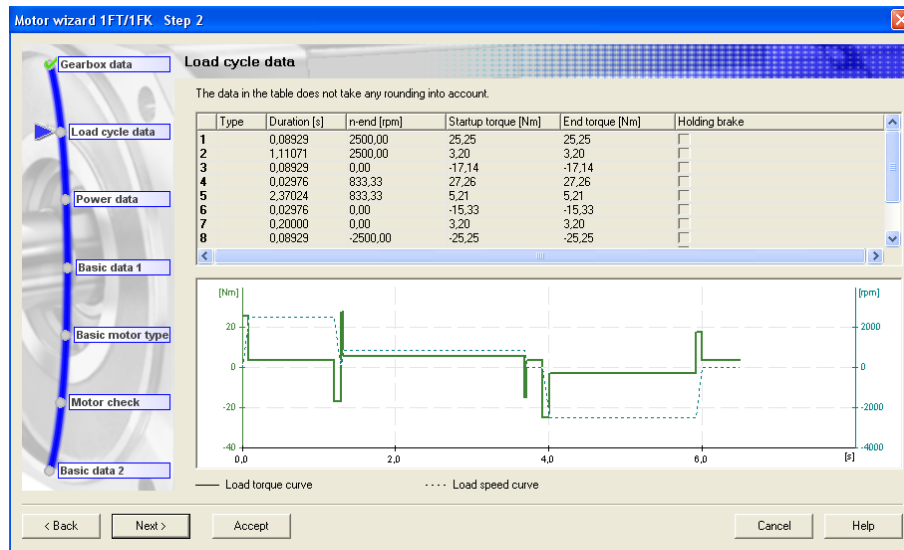


Figura 3.2.21 “Load cycle data”

Paso 3 *Power data* (figura 3.2.22): en este paso se mostrarán los datos de potencia del motor, es decir, el par efectivo (*Effective torque*), la velocidad media (*Mean speed*), la velocidad máxima (*Max. Speed*) y el par máximo (*Peak torque*) y a la velocidad a la que se alcanzará. Además de poder configurar las opciones de seguridad para el dimensionamiento del motor, aprovechamiento térmico y utilización máxima del par. En ambos casos se debe indicar el tanto por ciento que se desee, en este caso, el 100%.

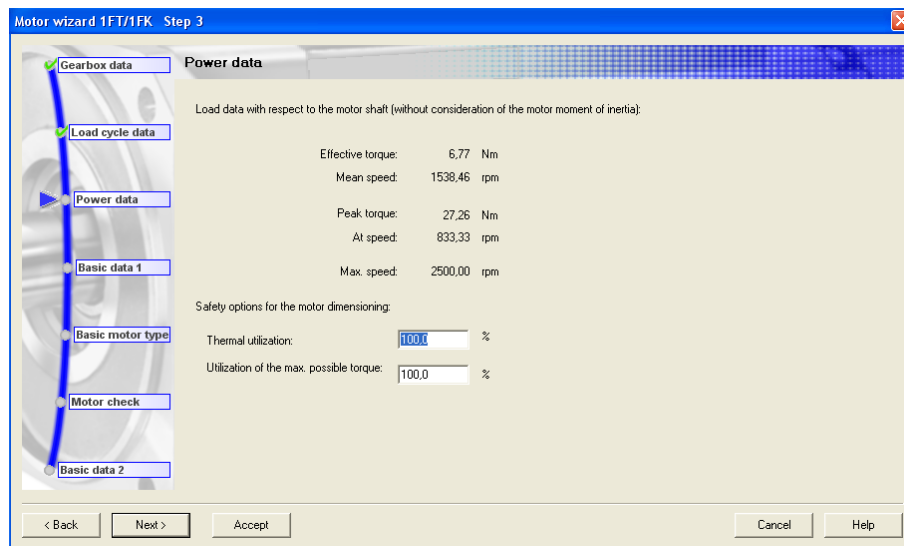


Figura 3.2.22 “Power data”

Paso 4 *Enter basic data 1* (figura 3.2.23): en este paso se comienzan a seleccionar las primeras características del motor, es decir, el encóder (*Motor encoder*), el método de refrigeración (*Cooling method*) y freno de mantenimiento (*Holding brake*).

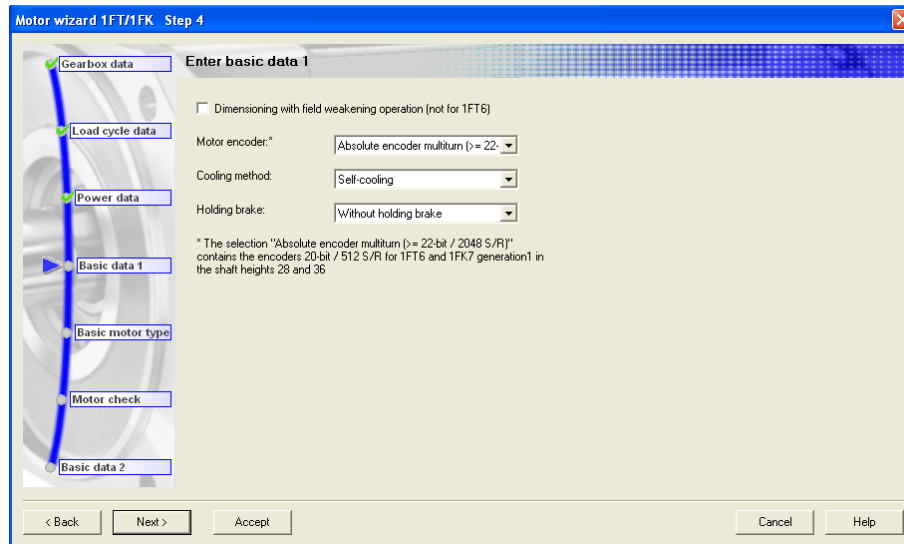


Figura 3.2.23 “Enter basic data 1”

(2) Tipos de encóder

1. Encóders incrementales: suministran un número definido de impulsos eléctricos en cada vuelta, magnitud que representa el trayecto o ángulo recorrido. Estos, trabajan según el principio de exploración optoelectrónica de discos graduados traslúcidos. La fuente luminosa es un diodo luminiscente (LED). La modulación de zonas claras y oscuras que se produce al girar el eje del encóder es registrada por fotoelementos. Gracias a la apropiada disposición de las rayas del disco graduado solidario con el eje y a los diafragmas fijos, los fotoelementos suministran dos pistas o canales de señales A y B, decaladas 90° entre sí, así como una señal de referencia R. La electrónica del encóder amplifica estas señales y las conforma a los diferentes niveles de salida. Se dispone de los siguientes niveles de salida:
 - Señales diferenciales de RS 422 (TTL)
Para los encóders RS 422 (TTL) se puede cuadruplicar la resolución por medio de la evaluación de flancos.
 - Señales analógicas sen/cos de 1 Vpp
Con encóders con salida de señales senoidales, para conseguir una resolución aún mayor, se procede a interpolar éstas en el control superior.
 - Señal HTL (High Voltage Transistor Logic)
Los encóders con señal HTL son especialmente apropiados para su aplicación con entradas digitales de 24 V de nivel de tensión.
2. Encóders absolutos (codificadores angulares): están contruidos de la misma forma que los incrementales respecto a su principio de exploración, pero tienen un mayor número de pistas o canales. Para la codificación se utiliza el código Gray de un solo paso. Así no se puede producir ningún error de exploración.

Tras la conexión de la máquina, el valor de posición es inmediatamente transmitido al control. No se precisa tomar punto de referencia.

Los encoders absolutos con SSI, DRIVE-CLiQ y EnDat tienen ventajas en aplicaciones de tiempo crítico.

En instalaciones con un gran número de encoders, la comunicación por PROFIBUS DP ofrece ventajas ya que se reduce el cableado. Los encoders con conectividad PROFIBUS DP son parametrizables y respaldan el modo isócrono con tráfico directo entre esclavos.

- Los encoders monovuelta

Resuelven una vuelta (360° mecánicos) en una cantidad determinada de pasos, p. ej. en 8192. A cada posición está asociada una palabra de código inequívoca. Tras 360° se repiten de nuevo los valores de posición.

- Los encoders multivuelta

Evalúan, además de la posición absoluta dentro de una vuelta, también el número de vueltas. Para ello se exploran otros discos codificados adicionales, acoplados por medio de reducciones con el eje del encoder. La evaluación de otras 12 pistas permite codificar adicionalmente 4096 vueltas.

Para este caso se escogerá un encoder de tipo absoluto multivuelta ya que en caso de parada de emergencia el usuario no tendría que hacer un control manual de la máquina cuando esta quedara en una posición comprometida, ya que si se eligiera uno de tipo incremental, habría que colocarlo en posición de origen para que el encoder encontrara su punto de referencia.

Métodos de refrigeración

- *Self-cooling*: refrigeración natural.
- *Force-ventilated*: ventilación forzada mediante uno o varios ventiladores.
- *Liquid-cooling*: refrigeración con agua.

Para el tipo de fresadora a configurar no es necesaria una ventilación adicional, ya que no se trabajará a altas temperaturas, por lo que se seleccionará la opción *self-cooling*.

Freno de mantenimiento

Para este caso, no es necesario incluir freno de mantenimiento por lo que se seleccionará la opción *without holding brake*.

Paso 5 *Select basic motor type* (figura 3.2.24): como se puede observar en la figura, en este paso se procede a la selección del motor que mejor se adapte al sistema mecánico asociado y a las opciones anteriormente seleccionadas. Para ello se tiene la herramienta *Determine optimum motor*, la cual mostrará el motor óptimo dependiendo del criterio que se seleccione, en este caso se tienen tres opciones, *According to load current* (de acuerdo con la corriente de carga), *According to frame size* (de acuerdo

con el tamaño de bastidor) y *According to rated current* (de acuerdo con la corriente nominal). Los resultados obtenidos para cada una de las opciones, vienen indicados en la tabla 3.2.3, donde se muestran los datos que Sizer indica como condiciones de trabajo del motor en el paso 3 de la configuración del motor.

According to	...load current	... frame size	... rated current
Referencia	1FK7086-7AF71-1...	1FK7063-2AH71-1...	1FK7083-2AH71-1...
Par de arranque	28 Nm	12 Nm	11 Nm
Par máximo	85 Nm	35 Nm	50 Nm
Velocidad nominal	3000 rpm	4500 rpm	4500 rpm
Velocidad máxima	6000 rpm	7200 rpm	6000 rpm

Tabla 3.2.3 "Determine optimum motor"

Una vez se han observado los resultados para cada una de las opciones, se ha escogido el motor seleccionado por la opción *According to load current*, ya que es el que mejor se ajusta a todas las condiciones de trabajo que se muestran en el paso 3, principalmente se ha tenido en cuenta que el par de arranque sea ligeramente superior al par máximo al que el eje pueda necesitar.

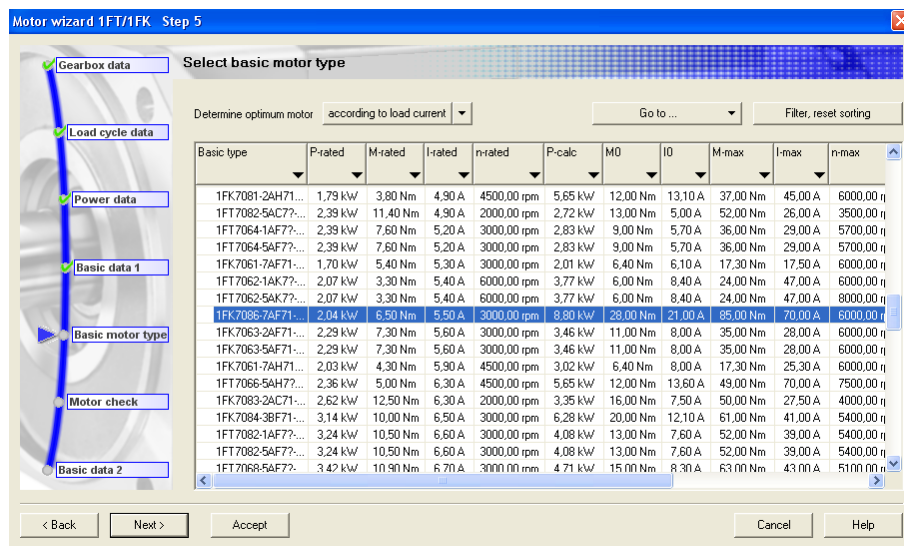





Figura 3.2.24 "Select basic motor type"

Por lo tanto el motor seleccionado para este eje tiene el siguiente número de referencia 1FK7086-7AF71-1XXX.

Paso 6 *Motor check* (figura 3.2.25): en este paso la ventana muestra, como se puede observar en la parte superior de la figura 3.2.25, la correcta elección del motor,

en este caso con el icono  o en caso que fuera incorrecta la selección de este se indicaría con el icono . Esto lo hace Sizer en función de los parámetros obtenidos en el paso 3 de la configuración del motor, y que se pueden observar desglosados pulsado el icono , el cual abrirá la ventana *Dimensioning criteria* (figura 3.2.26)

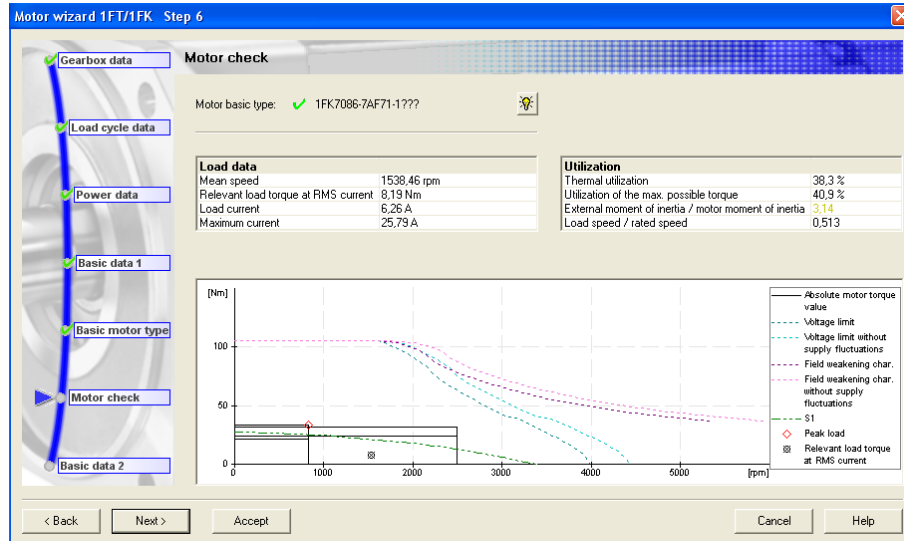


Figura 3.2.25 “Motor check”

En la ventana *Dimensioning criteria*, Sizer muestra cuatro criterios para la confirmación de la correcta elección del motor en el paso anterior. Como ya se ha podido ver en la tabla 3.2.3, estas características a cumplir son las siguientes: velocidad nominal y máxima y par máximo y de carga. En el caso de que el motor elegido cumpla todas y cada una de estas condiciones, su elección será correcta y por lo tanto se podrá continuar con la configuración del eje.

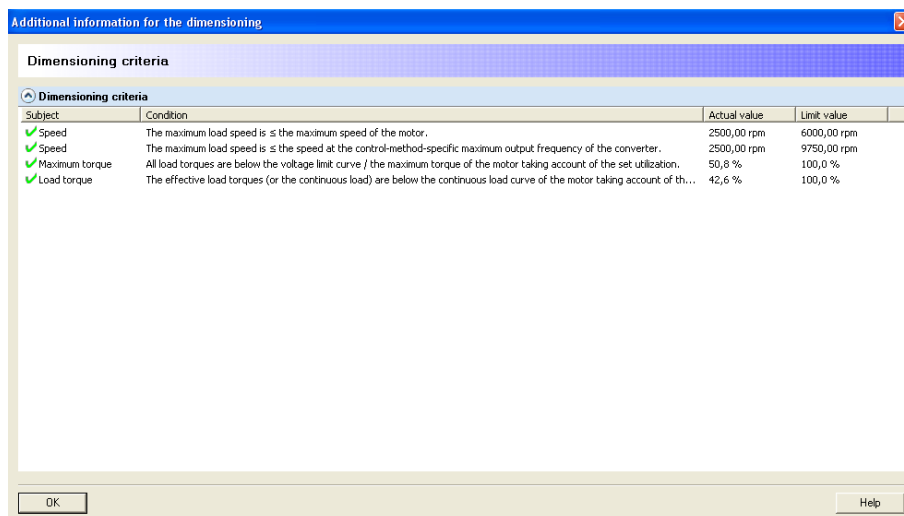


Figura 3.2.26 "Dimensioning criteria"

En la zona media se muestran los datos técnicos del motor (*Load data*), es decir, velocidad media (*Mean speed*), par correspondiente a la máxima intensidad (*Relevant load torque at RMS current*), intensidad de carga (*Load current*) y la máxima intensidad (*Maximum current*). Y los datos de utilización del motor, como son la utilización térmica (*Thermal utilization*), utilización del par máximo (*Utilization of the max. Possible torque*), coeficiente de la división del momento de inercia externo entre el momento de inercia del motor (*External momento of inertia / motor momento of inertia*) y el coeficiente de la división de la velocidad del vacío entre la velocidad nominal (*Load speed / rated speed*). También se muestra una gráfica con las características fundamentales del motor.

Paso 7 *Enter basic data 2* (figura 3.2.27): este es el último paso para la configuración del motor, en el se configuran las últimas características, como son, el tipo de construcción (*Type of construction*), el tipo conexión a la red (*Power connection*), situación del encoder (*Encoder evaluation*), tipo de extremo del eje (*Shaft end*), la tolerancia de excentricidad radial (*Radial eccentricity tolerance*), el grado de intensidad de la vibración (*Vibration severity grade*), grado de protección (*Degree of protection*) y el acabado final (*Paint finish*).

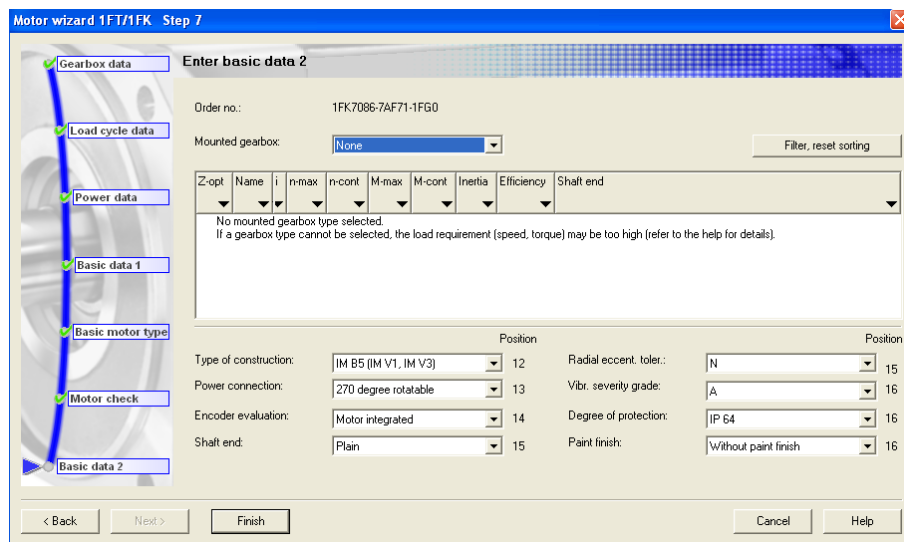


Figura 3.2.27 “Enter basic data 2”

Opciones de *Type of construction*

Los diferentes tipos son los siguientes, y vienen reflejados en la figura 3.2.28

- IM B5 (instalación horizontal – con brida)
- IM V1 (instalación vertical – con brida)
- IM V3 (instalación vertical – con brida)
- IM B14 (instalación horizontal – con brida estándar)
- IM V18 (instalación vertical – con brida estándar)

- IM V19 (instalación vertical – con brida estándar)

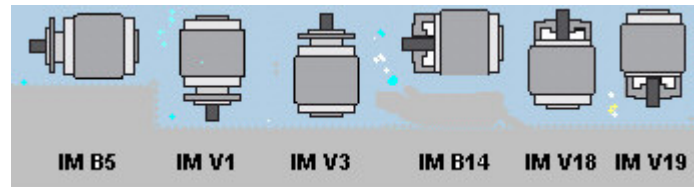


Figura 3.2.28 “Type of construction”

En este caso se seleccionará la opción IM B5(IM V1, IM V3).

Opciones de Power connection

En esta opción y para motores de tipo 1FK7, como es el elegido, solo está disponible una conexión de enchufe que puede girar hasta 270° (270° degree rotatable), por lo que será la seleccionada.

Opciones Encoder evaluation

- Integrado en el motor (*Motor integrated*): representado en la figura 3.2.29 esta será la opción escogida.



Figura 3.2.29 “Gráfico Motor integrated”

- Encoder externo (*External SMC module*): representado en la figura 3.2.30.



Figura 3.2.30 “Gráfico External SMC module”

Opciones Shaft end

En esta opción las opciones que Sizer da para el tipo de extremo del eje son:

- *Plain*: extremo del eje plano.
- *With featherkey and half-key balancing*: extremo del eje con chaveta.

Para esta opción se ha elegido *Plain*.

Opciones Radial eccentricity tolerance

En esta opción y para motores de tipo 1FK7, como es el elegido, solo está disponible un tipo de tolerancia, en este caso la N, que se muestra en la figura 3.2.31.

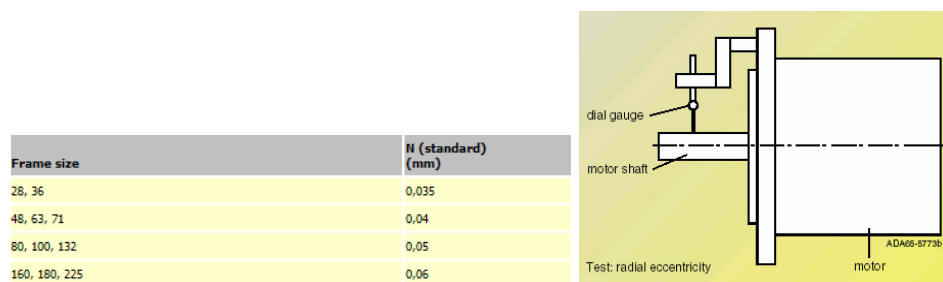


Figura 3.2.31 “Radial eccentricity tolerance N”

Opciones Vibration severity grade

En esta opción y para motores de tipo 1FK7, como es el elegido, solo está disponible un tipo de tolerancia, en este caso la A.

Opciones Degree of protection

Los grados de protección del motor dependen del modelo de este, observando la figura 3.2.32 se puede comprobar que tipo de protección está disponible para cada tipo.

Motor type	Available degrees of protection
1FK7	IP64, IP65
1FT6	IP64, IP65, IP67, IP68
1FT7	IP64, IP65, IP67

Figura 3.2.32 "Degree of protection"

Los diferentes tipos y sus cualidades se pueden observar en la figura 3.2.33.

Degree of protection	Touch protection	Protection against ingress of solid foreign bodies	Protection against water
IP64	Full protection against contact	Protection against dust	Splash water from any direction
IP65	Full protection against contact	Protection against dust	Jet water from any direction
IP67	Full protection against contact	Protection against dust	Motor under defined pressure and time conditions under water
IP68	Full protection against contact	Protection against dust	Motor is suitable for complete immersion in water under the conditions described by the manufacturer.

Figura 3.2.33 "Degree of protection"

En el caso del motor elegido se selecciona el grado de protección IP64, el cual implica como se puede observar en la figura 3.2.33 que tiene completa protección frente a cualquier tipo de contacto, protección contra el polvo y protección contra salpicaduras de agua en cualquier dirección.

Opciones *Paint finsh*

En esta opción y para motores de tipo 1FK7, como es el elegido, solo están disponibles dos tipos de opciones, sin pintura o con pintura antracita.

Para el motor que se está configurando se ha seleccionado la opción sin pintura.

Por lo que finalmente se ha configurado y seleccionado el motor 1FK7086-7AF71-1FG0, con las características mostradas en la figura 3.2.34. Y cuyas hojas de características se pueden observar en el anexo 8.4.

Motor		1FK7086-7AF71-1FG0
Motor data		
Rated power		2,04 kW
Rated torque		6,50 Nm
Rated current		5,50 A
Rated speed		3000,00 rpm
P-calc		8,80 kW
M0		28,00 Nm
I0		21,00 A
Load data on the motor shaft		
Load type		Ball screw
Effective load torque		8,19 Nm
Mean speed		1538,46 rpm
Peak torque		34,00 Nm
Speed at peak torque		833,33 rpm
Max. speed		2500,00 rpm
RMS motor current		6,27 A
Maximum motor current		25,79 A
External moment of inertia / motor moment of inertia 3,14		

Figura 3.2.34 "Características motor 1FK7086-7AK71-1FG0"

3.2.1.2.1.2. Configuración y elección del *Motor Module*

Una vez se ha configurado y seleccionado el motor pasamos al apartado *Motor Module*, el cual será el encargado de comunicar el controlador con el motor, generando las ondas que regularán la velocidad del motor.

Para ello se pulsará en el icono *Motor Module* de la pantalla principal de Sizer, como se puede ver en la figura 3.2.35.

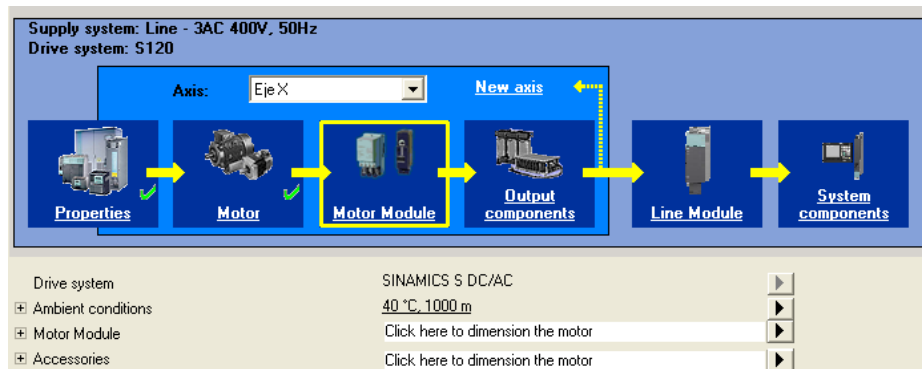


Figura 3.2.35

A continuación se muestran tres opciones a configurar, condiciones de ambiente (*Ambient conditions*), *Motor Module*, y accesorios (*Accessories*).

- *Ambient conditions*: se dejara con los valores que viene por defecto, en este caso para trabajar a 40° y a una altitud de 1000m.
- *Motor Module*: mostrara una ventana (figura 3.2.36) en la cual se elegirá el módulo que mejor se ajuste al motor anteriormente seleccionado.

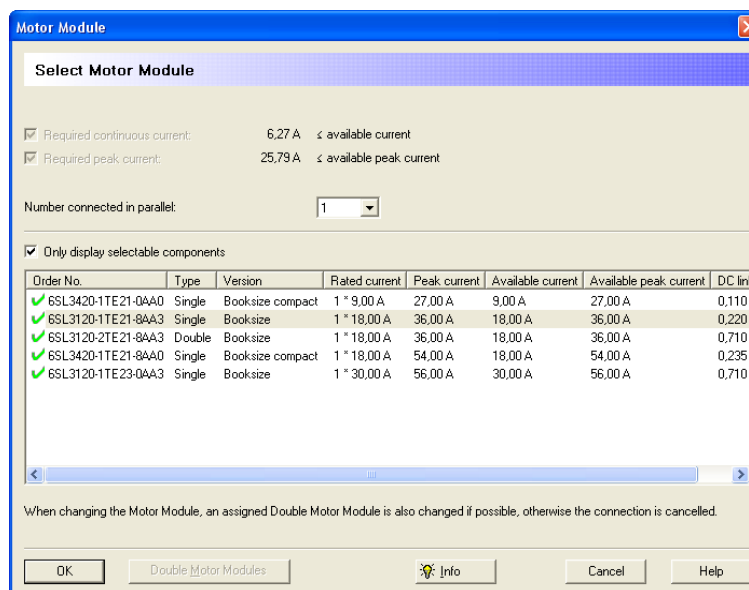


Figura 3.2.36 "Select Motor Module"

La herramienta Sizer muestra los diferentes *Motor Module* compatibles con el motor y sus características, de los cuales seleccionamos el que tiene por número de referencia 6SL3120-1TE21-8AA3, el cual se caracteriza por:

- ser de tipo *Single*, lo cual indica que solo es válido para un solo eje, aunque también se tiene la opción *Double* la cual da la posibilidad de conectarlo a dos ejes, en este caso se ha decidido seleccionar el *Single* por motivos de mantenimiento de la fresadora.

- su forma es *Booksize*, el cual es de un tamaño reducido comparándolo con los diferentes tamaños que ofrece Siemens, es decir, forma *Chassis* o *Blocksize*, aunque también se nos ofrece una forma denominada *Booksize compact*, que no seleccionamos ya que sus características de corriente nominal y máxima corriente son sensiblemente inferiores.

Todas estas características se pueden observar en el anexo 8.3.

- *Accesories*: abre la ventana que se puede observar en la figura 3.2.37, en la que se muestra la opción de incluir frenos de seguridad para distintas condiciones (*Safe brake condition*). En este caso al no contar este eje con freno de seguridad no se puede seleccionar ninguna de las opciones.

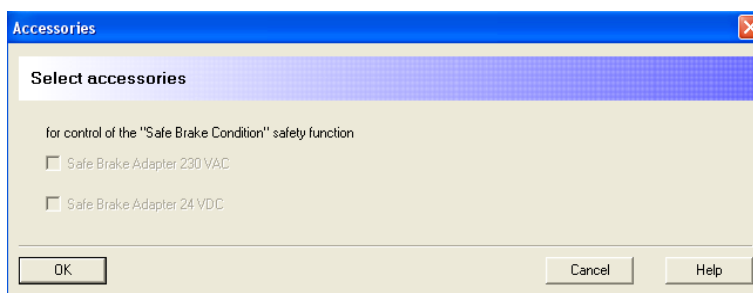


Figura 3.2.37 “Select accessories”

Una vez finalizado la selección de las diferentes opciones para la configuración del *Motor Module*, se pasa a la selección de los componentes de salida (*Output components*).

3.2.1.2.1.3. Configuración y elección de los componentes de salida (*Output components*)

Para comenzar este paso se pulsará el icono *Output components* como aparece en la figura 3.2.38, donde se desplegarán tres opciones de configuración, opciones de salida (*Output options*), cable de alimentación (*Supply cable*) y evaluación del encoder (*Encoder evaluation*).

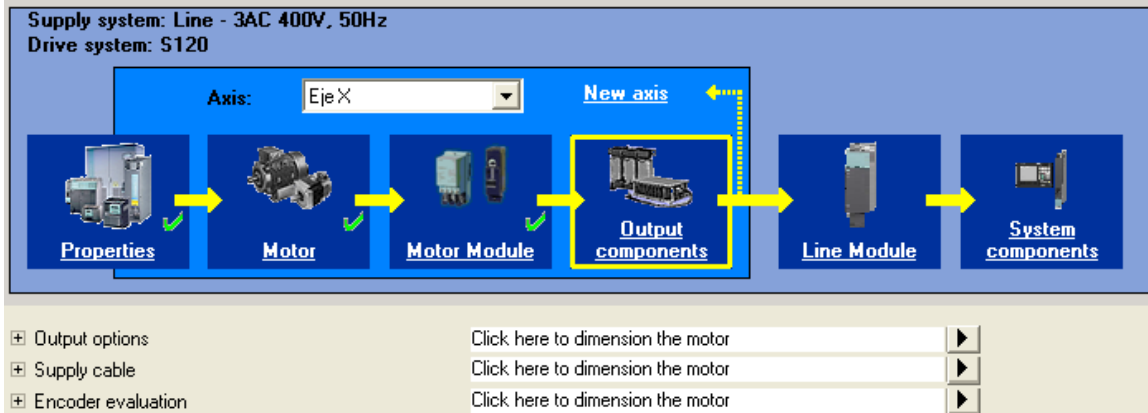


Figura 3.2.38 “Output components”

- *Output options*: debido a las opciones anteriormente seleccionadas en esta ocasión no se podrá seleccionar ninguna de las opciones que aparecen en la ventana, como se muestra en la figura 3.2.39.

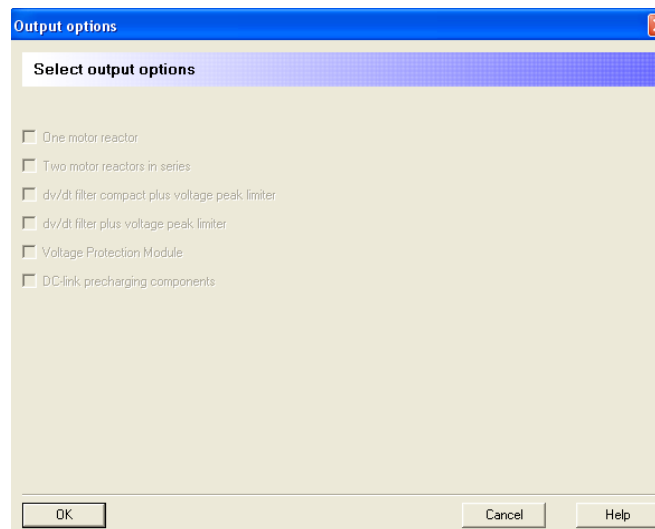


Figura 3.2.39 “Select output options”

- *Supply cable*: al pulsar sobre su icono se abrirá la ventana mostrada en la figura 3.2.40, en donde se configurará el cable de alimentación.

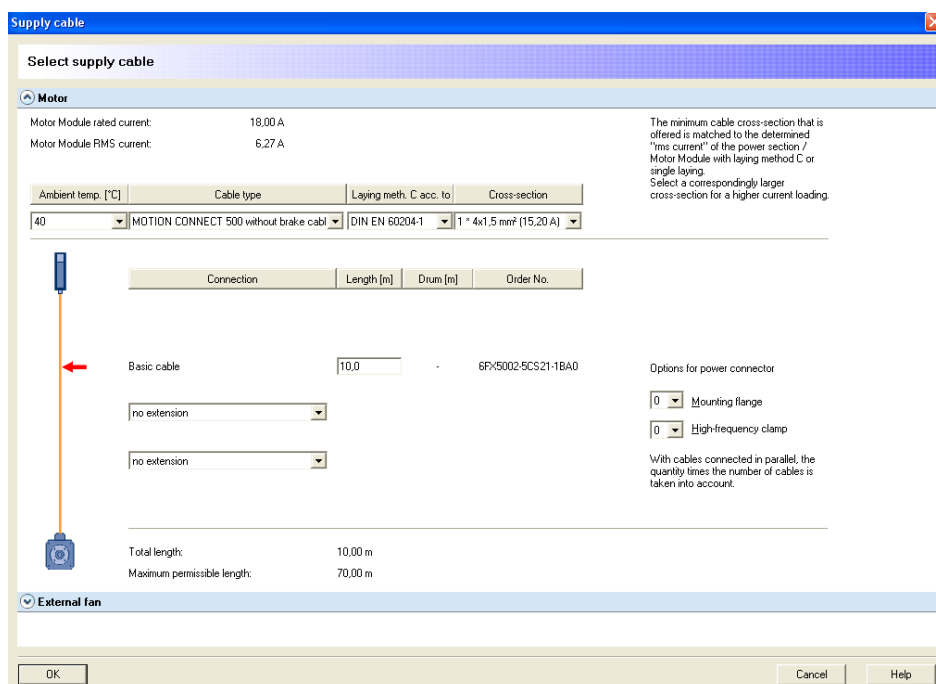


Figura 3.2.40 “Select supply cable”

Para configurar el cable de alimentación hay cuatro opciones principales:

- temperatura ambiente (*Ambient temp.[°C]*) donde se selecciona 40° que es la temperatura que se viene escogiendo como temperatura máxima de trabajo.

- tipo de cable (*Cable type*) donde se dan a elegir dos tipos *MOTION CONNECT 500* (que será el elegido) y *External cable*, los primeros son cables de la marca Siemens especialmente dimensionados para el buen desarrollo de la actividad de sus motores y los segundos son cables de PVC que admiten hasta 90° de temperatura en su funcionamiento.

- método de colocación (*Laying method*) en este apartado y debido a las elecciones anteriormente hechas solo se puede seleccionar una opción, DIN EN 60204-1.

- Sección transversal (*cross section*) donde se elegirá la opción $1*4x1,5\text{mm}^2(15,20\text{A})$, es decir cuatro cables de $1,5\text{mm}^2$ de sección cubiertos por la misma capa protectora formando un cable único cuya máxima capacidad de intensidad a transportar son 15,20A.

Después de configurar las anteriores cuatro opciones se ha obtenido el cable de alimentación con el número de referencia 6FX5002-5CS21-1BA0, al cual se le da una longitud de 10 metros.

- *Encoder evaluation*: pulsando su respectivo icono aparecerá la pantalla mostrada en la figura 3.2.41, en la que se confirmará que la evaluación del encóder se hará del encóder integrado en el motor, ya que no se ha configurado ningún tipo de encóder externo.

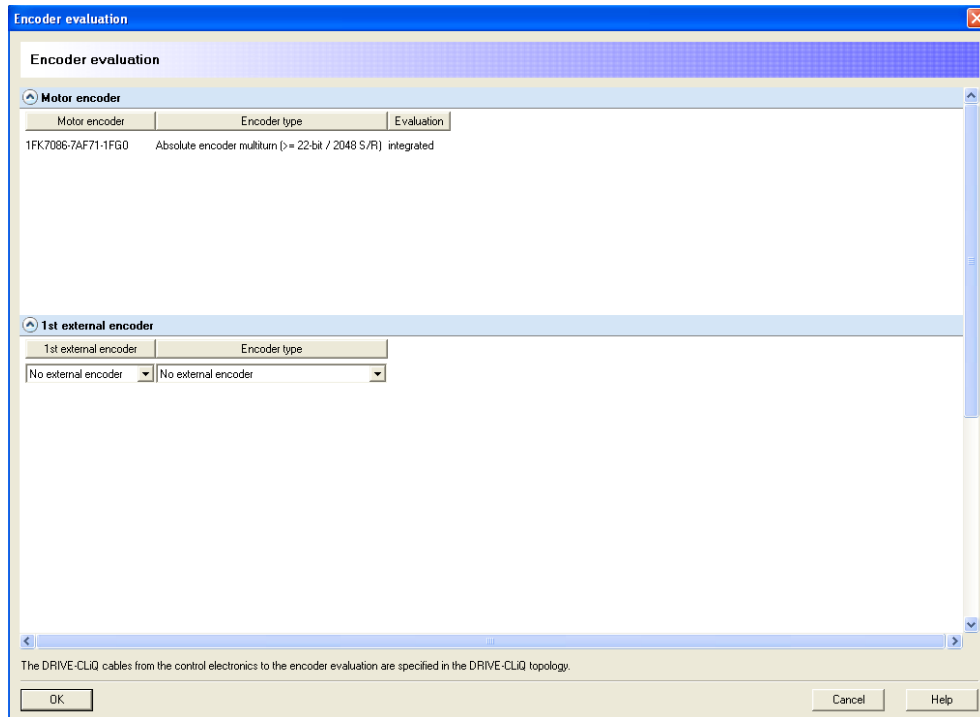



Figura 3.2.41 “Encóder evaluation”

Una vez configurados y seleccionados los componentes de salida, se ha terminado de configurar los componentes que integran el primer eje de la fresadora, es decir el eje X. Para ver que todo ha sido configurado correctamente Sizer muestra el icono  como se puede observar en la figura 3.2.42.

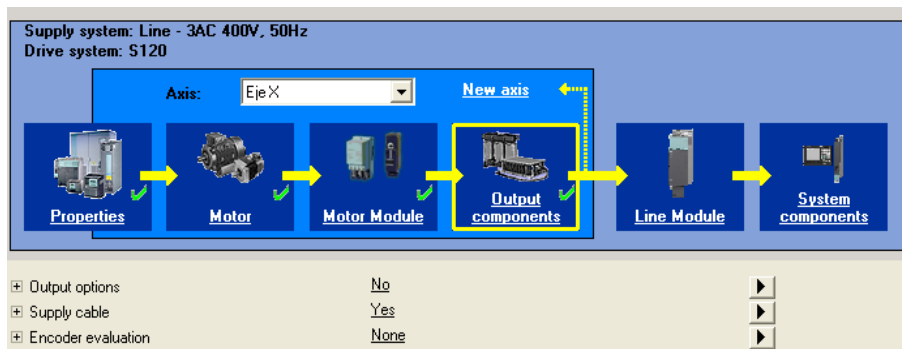


Figura 3.2.42 “Eje X configurado”

3.2.1.2.2. Eje Y

Para comenzar a configurar el eje Y se pulsará la línea de texto *New axis* como se muestra en la figura 3.2.42, apareciendo la ventana *Add axes to existing drive system* (figura 3.2.43), donde se seguirán unos pasos muy similares a los realizados en el eje X.

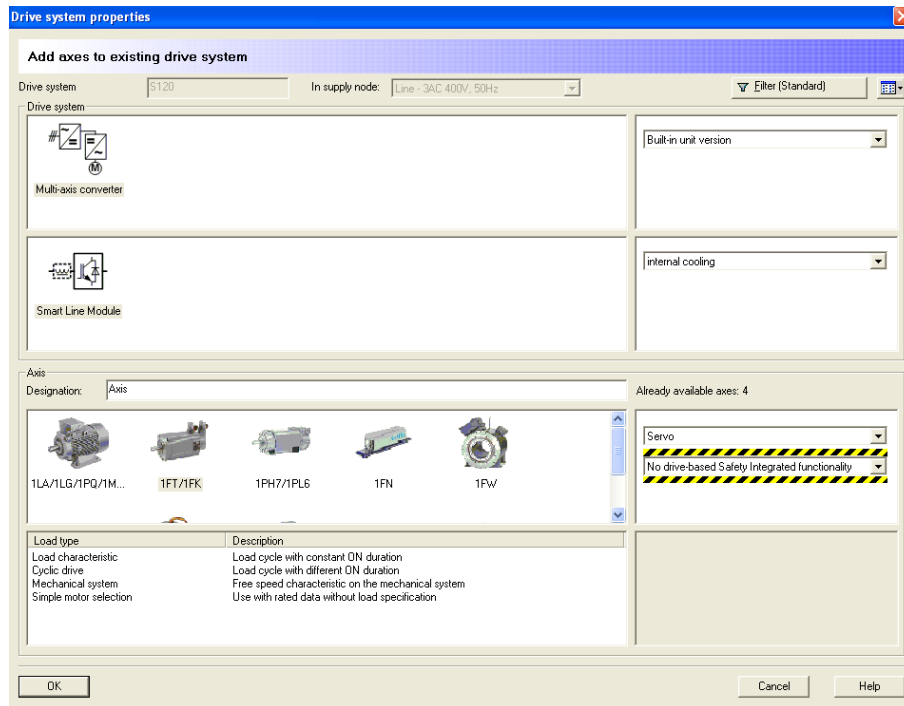


Figura 3.2.43 “Add axes to existing drive system”

Como se observa en la figura 3.2.43 ya vienen marcadas las opciones *Multi-axis converter* y *Smart Line Module*, y se volverán a marcar las opciones *1FT/1FK* y *Mechanical system*, seleccionando su correspondiente (*ball screw Y*). Ya que las condiciones son muy similares a las del eje X.

Una vez pulsado el botón *OK*, aparecerá el gráfico que muestra la figura 3.2.44 en la ventana principal de Sizer, pudiendo de esa manera comenzar a seleccionar y configurar los componentes que conformarán el eje Y.

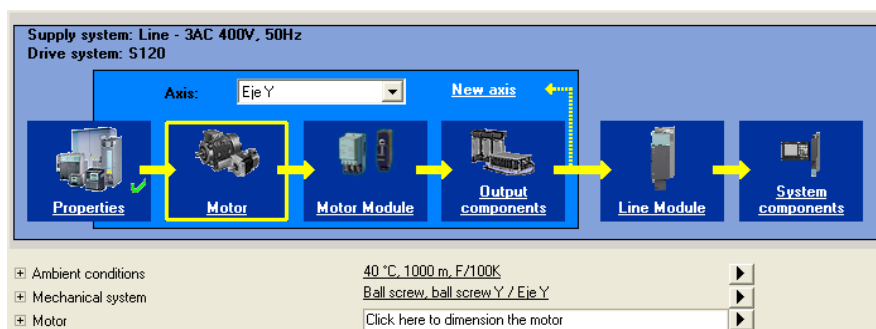


Figura 3.2.44

3.2.1.2.2.1. Configuración y elección del motor

Paso 1 *Enter gearbox data* (figura 3.2.45): El programa pregunta al usuario si se quiere montar una caja de cambios. En la configuración a realizar, al igual que en el eje X, no es necesario. Por lo que pulsaremos el icono *Next*.

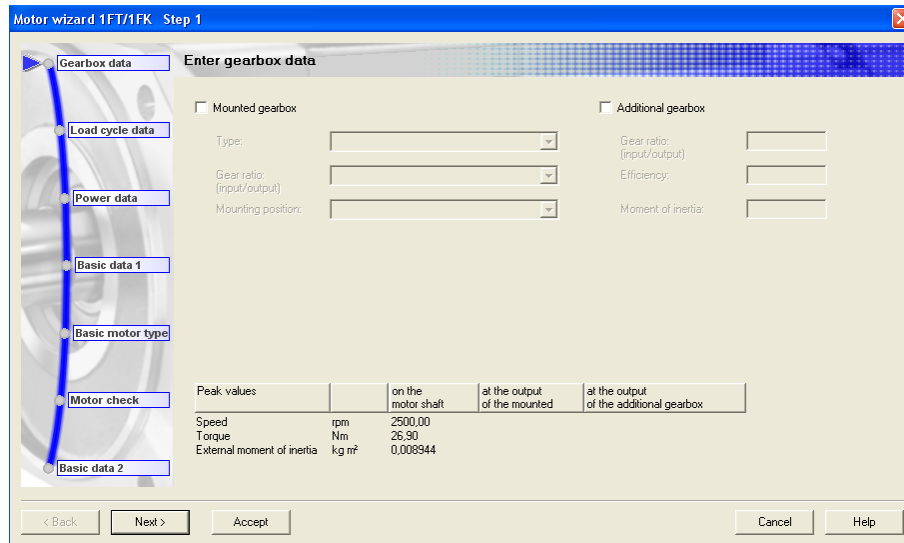


Figura 3.2.45 “Enter gearbox data”

Paso 2 *Load cycle data* (figura 3.2.46): en este paso se puede observar el ciclo de trabajo del sistema mecánico, en este caso, el del husillo a bolas de eje Y (*Ball screw Y*). Como este ya se ha configurado anteriormente, se revisará para comprobar que coincide y si es así pulsamos *Next*.

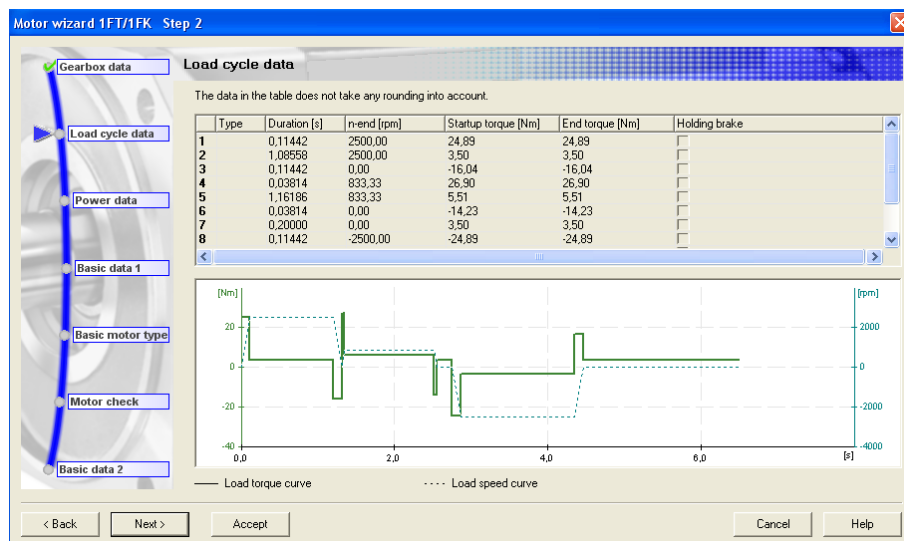


Figura 3.2.46 “Load cycle data”

Paso 3 *Power data* (figura 3.2.47): en este paso se mostrarán los datos de potencia del motor, es decir, el par efectivo (*Effective torque*), la velocidad media (*Mean speed*), la velocidad máxima (*Max. Speed*) y el par máximo (*Peak torque*) y a la velocidad a la que se alcanzará. Además de poder configurar las opciones de seguridad para el dimensionamiento del motor, aprovechamiento térmico y utilización máxima del par, en ambos casos se debe indicar el tanto por ciento que se desee, en este caso, el 100%.

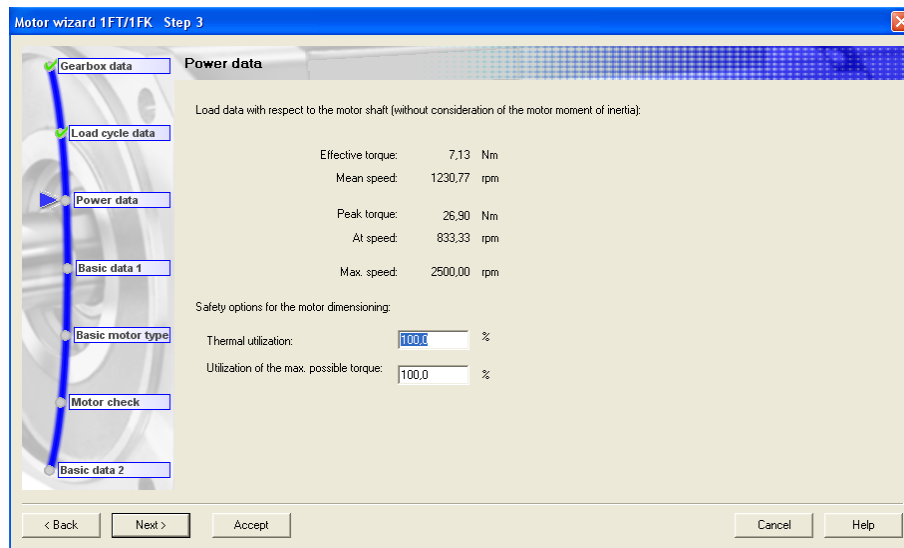


Figura 3.2.47 “Power data”

Paso 4 *Enter basic data 1* (figura 3.2.48): en este paso se comienzan a seleccionar las primeras características del motor, es decir, el encóder (*Motor encoder*), el método de refrigeración (*Cooling method*) y freno de mantenimiento (*Holding brake*).

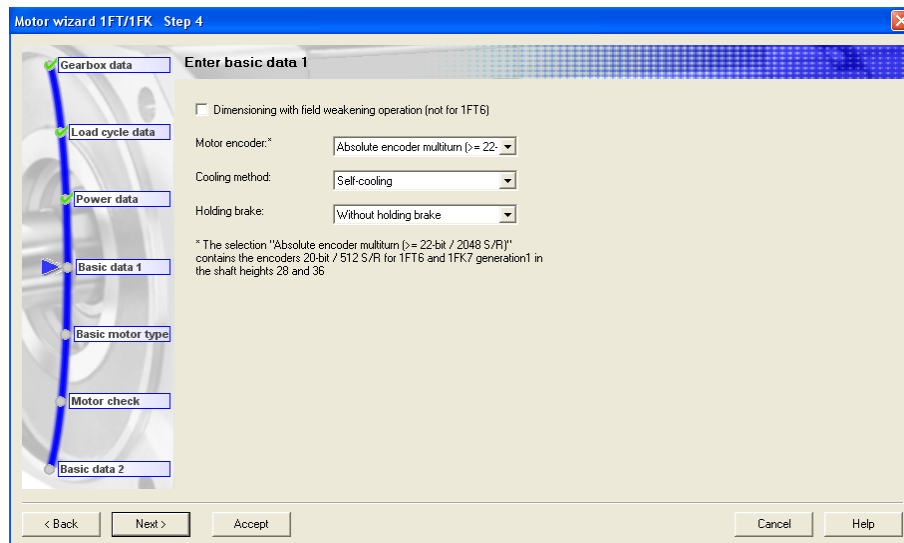


Figura 3.2.48 “Enter basic data 1”

Para la configuración de este eje se ha seleccionado, en el caso de la opción *Motor encoder*, un encóder absoluto multivuelta. En el caso del método de refrigeración (*Cooling method*), refrigeración natural (*Self-cooling*). Y en el caso del freno de mantenimiento (*Holding brake*), no es necesario por lo que se ha seleccionado la opción sin freno de mantenimiento (*Without holding break*).

Paso 5 *Select basic motor type* (figura 3.2.49): como se puede observar en la figura, en este paso se procede a la selección del motor que mejor se adapte al sistema mecánico asociado y a las opciones anteriormente seleccionadas. Para ello se tiene la herramienta *Determine optimum motor*, la cual mostrará el motor óptimo dependiendo del criterio que se seleccione, en este caso se tienen tres opciones, *According to load current* (de acuerdo con la corriente de carga), *According to frame size* (de acuerdo con el tamaño de bastidor) y *According to rated current* (de acuerdo con la corriente nominal). Los resultados obtenidos para cada una de las opciones, vienen indicados en la tabla 3.2.4, donde se muestran los datos que Sizer indica como condiciones de trabajo del motor en el paso 3 de la configuración del motor.

According to	...load current	... frame size	... rated current
Referencia	1FK7083-2AF71-1...	1FK7063-2AH71-1...	1FK7083-2AH71-1...
Par de arranque	16 Nm	11 Nm	16 Nm
Par máximo	50 Nm	35 Nm	52 Nm
Velocidad nominal	3000 rpm	4500 rpm	4500 rpm
Velocidad máxima	5750 rpm	7200 rpm	6000 rpm

Tabla 3.2.4 "Determine optimum motor"

Una vez se han observado los resultados para cada una de las opciones, se ha escogido el motor seleccionado por la opción *According to load current*, ya que es el que mejor se ajusta a todas las opciones mínimas que se muestran en el paso 3, pero sobre todo porque destacan las características de par en relación con las velocidades a alcanzar.

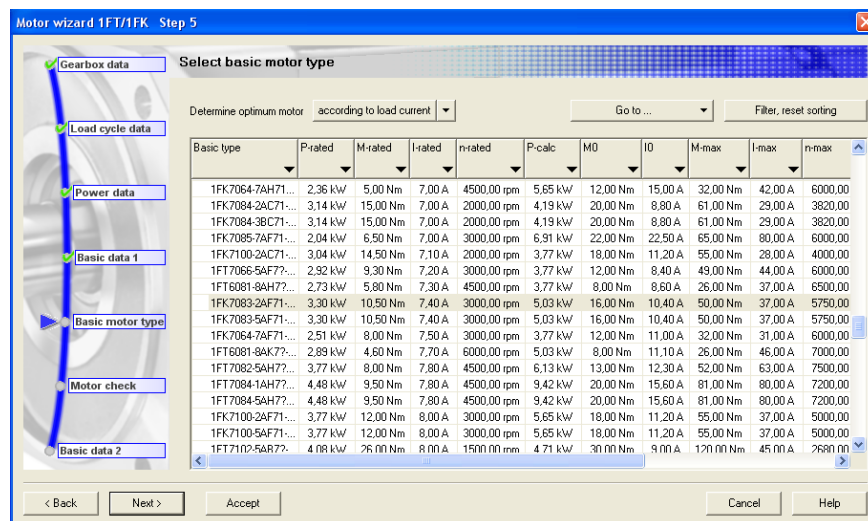



Figura 3.2.49 "Select basic motor type"

Por lo tanto el motor seleccionado para este eje tiene el siguiente número de referencia 1FK7083-2AF71-XXXX.

Paso 6 *Motor check* (figura 3.2.50): en este paso la ventana muestra como se puede observar en la parte superior de la imagen 3.2.50 la correcta elección del motor, en este caso con el icono .

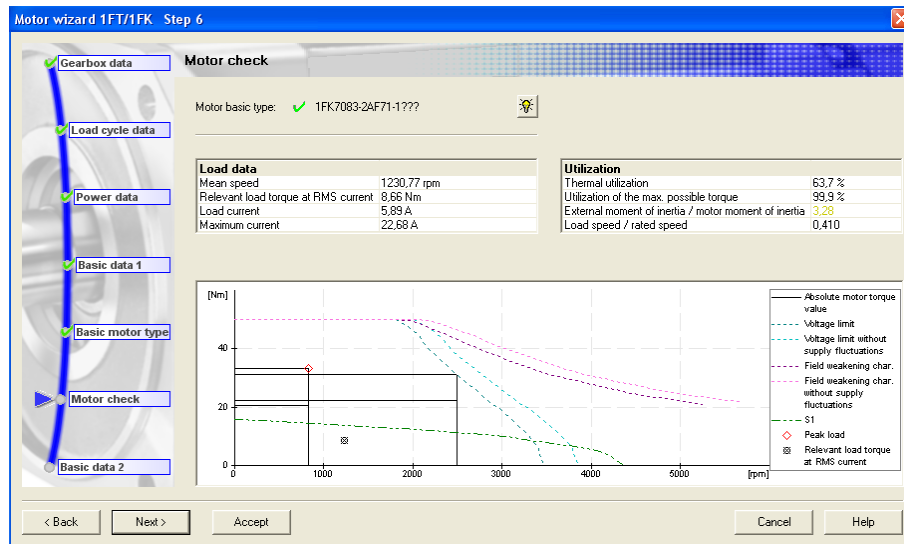


Figura 3.2.50 “Motor check”

Paso 7 *Enter basic data 2* (figura 3.2.51): este es el último paso para la configuración del motor, en el se configuran las últimas características, como son, el tipo de construcción (*Type of construction*), para el cual se ha elegido IM B5(IM V1, IM V3). El tipo conexión a la red (*Power connection*), eligiéndose una conexión rotatable 270°. La situación del encoder (*Encoder evaluation*), en este caso integrada. El tipo de extremo del eje (*Shaft end*), al igual que el eje X, la elección será plano (Plain). En el caso de la tolerancia de excentricidad radial (*Radial eccentricity tolerance*) y el grado de intensidad de la vibración (*Vibration severity grade*), el tipo de motor seleccionado solo permite la selección de tolerancia N en el primer caso y grado A en el segundo. El grado de protección (*Degree of protection*) seleccionado es IP64 y el acabado final (*Paint finish*) no es necesario, esto es debido a las condiciones de trabajo de la fresadora.

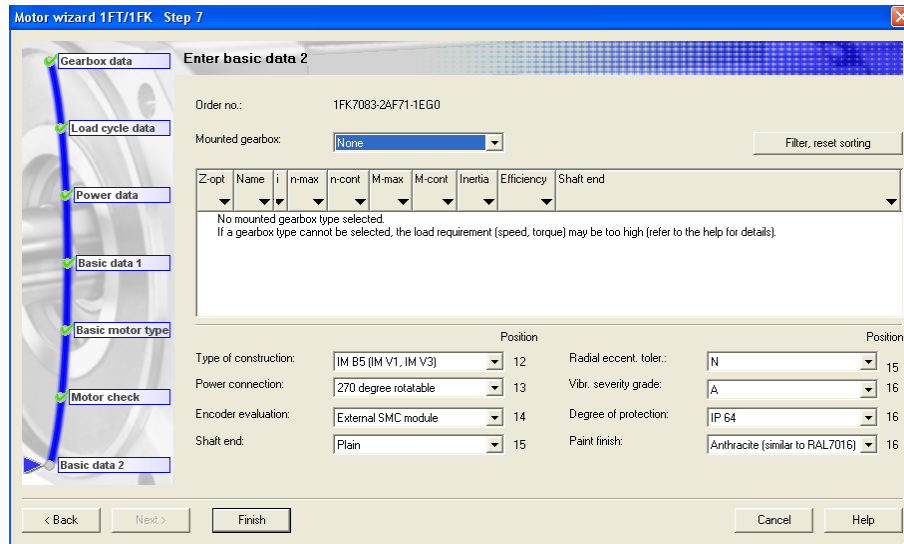


Figura 3.2.51 “Enter basic data 2”

Por lo que finalmente se ha configurado y seleccionado el motor 1FK7083-2AF71-1EG0, con las características mostradas en la figura 3.2.52. Y cuyas hojas de características se pueden observar en el anexo 8.5.

Motor		1FK7083-2AF71-1EG0
Motor data		
Rated power		3,30 kW
Rated torque		10,50 Nm
Rated current		7,40 A
Rated speed		3000,00 rpm
P-calc		5,03 kW
M0		16,00 Nm
I0		10,40 A
Load data on the motor shaft		
Load type		Ball screw
Effective load torque		8,66 Nm
Mean speed		1230,77 rpm
Peak torque		33,14 Nm
Speed at peak torque		833,33 rpm
Max. speed		2500,00 rpm
RMS motor current		5,89 A
Maximum motor current		22,68 A
External moment of inertia / motor moment of inertia		3,28

Figura 3.2.52 “Características motor 1FK7083-2AF71-1EG0”

3.2.1.2.2.2. Configuración y elección del *Motor Module*

Una vez se ha configurado y seleccionado el motor pasamos al apartado *Motor Module*, el cual será el encargado de comunicar el controlador con el motor, generando las ondas que regularán la velocidad del motor.

Para ello se pulsara en el icono *Motor Module* de la pantalla principal de Sizer, como se puede ver en la figura 3.2.53.

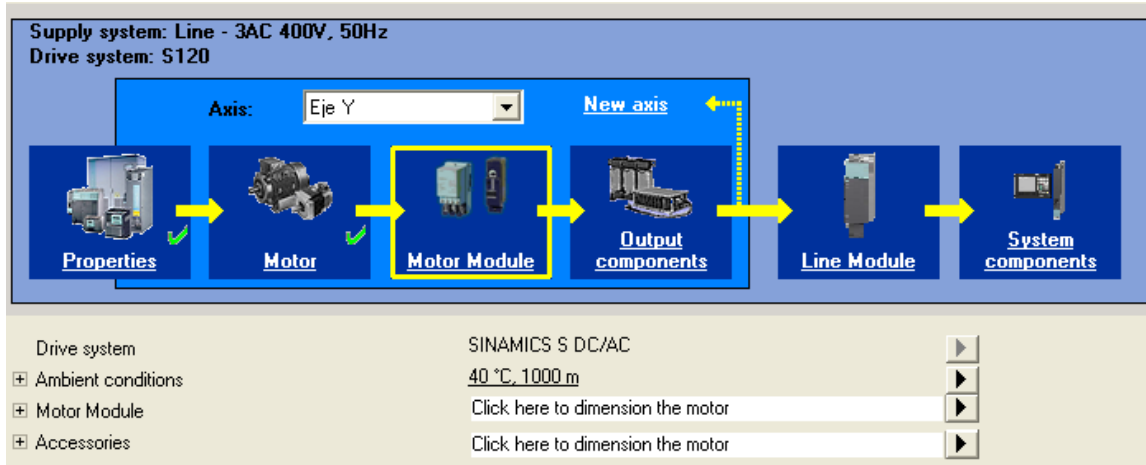


Figura 3.2.53

A continuación se muestran tres opciones a configurar, condiciones de ambiente (*Ambient conditions*), *Motor Module*, y accesorios (*Accessories*).

- *Ambient conditions*: se dejara con los valores que viene por defecto, en este caso para trabajar a 40° y a una altitud de 1000m.
- *Motor Module*: mostrara una ventana (figura 3.2.54) en la cual se elegirá el módulo que mejor se ajuste al motor anteriormente seleccionado.

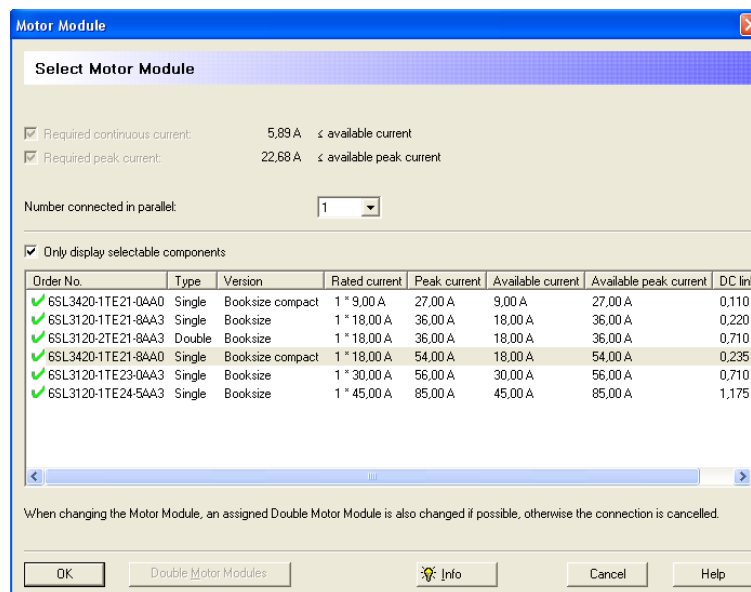


Figura 3.2.54 “Select Motor Module”

La herramienta Sizer muestra los diferentes *Motor Module* compatibles con el motor y sus características, de los cuales se ha seleccionado el que tiene por número de referencia 6SL3420-1TE21-8AA0, el cual se caracteriza por:

- ser de tipo *Single*, lo cual indica que solo es válido para un solo eje, aunque también se tiene la opción *Double* la cual da la posibilidad de conectarlo a dos ejes, en este caso se ha decidido seleccionar el *Single* por motivos de mantenimiento de la fresadora.

- su forma es *Booksize compact*, el cual es de un tamaño mucho más reducido comparándolo con los diferentes tamaños que ofrece Siemens, es decir forma *Chassis*, *Blocksize* o *Booksize*, además de tener unos valores de intensidad nominal y intensidad de pico óptimos para el buen funcionamiento del componente.

Todas estas características se pueden observar en el anexo 8.3.

- *Accessories*: abre la ventana que se puede observar en la figura 3.2.55, en la que se muestra la opción de incluir frenos de seguridad para distintas condiciones (*Safe brake condition*). En este caso al no contar este eje con freno de seguridad no se puede seleccionar ninguna de las opciones.

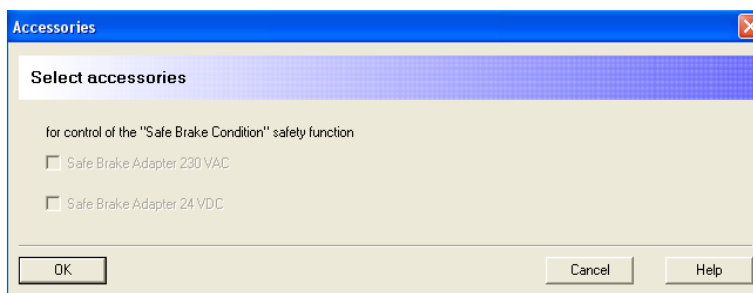


Figura 3.2.55 “Select accessories”

Una vez finalizado la selección de las diferentes opciones para la configuración del *Motor Module*, se pasa a la selección de los componentes de salida (*Output components*).

3.2.1.2.2.3. Configuración y elección de los componentes de salida (*Output components*)

Para comenzar este paso se pulsará el icono *Output components* como aparece en la figura 3.2.56, donde se desplegarán tres opciones de configuración, opciones de salida (*Output options*), cable de alimentación (*Supply cable*) y evaluación del encóder (*Encoder evaluation*).

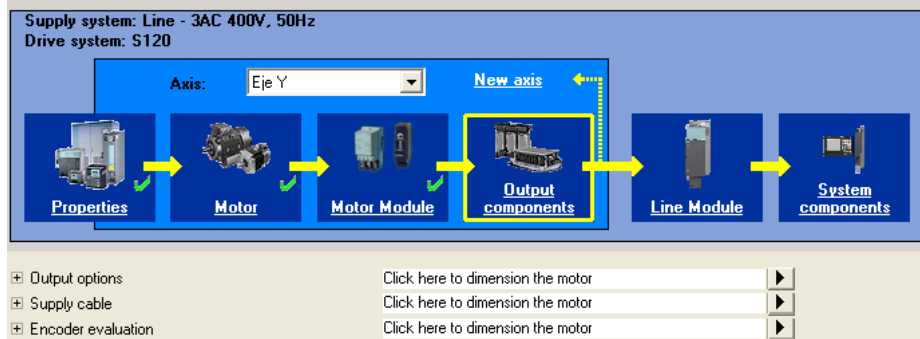


Figura 3.2.56 “Output components”

- *Output options*: debido a las opciones anteriormente seleccionadas en esta ocasión no se podrá seleccionar ninguna de las opciones que aparecen en la ventana, como se muestra en la figura 3.2.57.

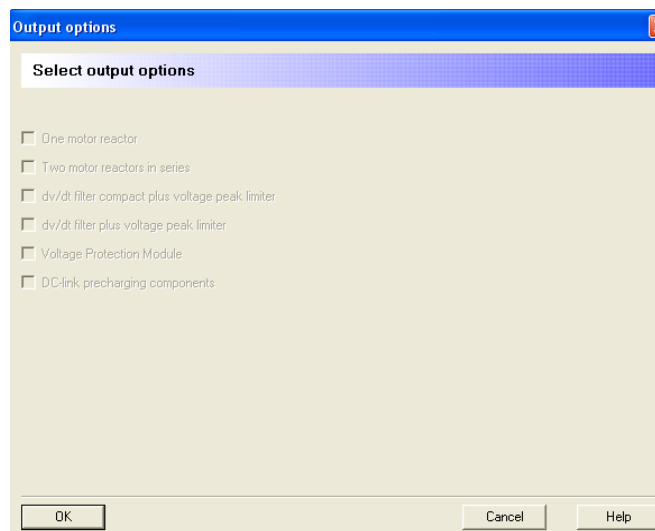


Figura 3.2.57 “Select output options”

- *Supply cable*: al pulsar sobre su icono se abrirá la ventana mostrada en la figura 3.2.58, en donde se ha configurado el cable de alimentación.

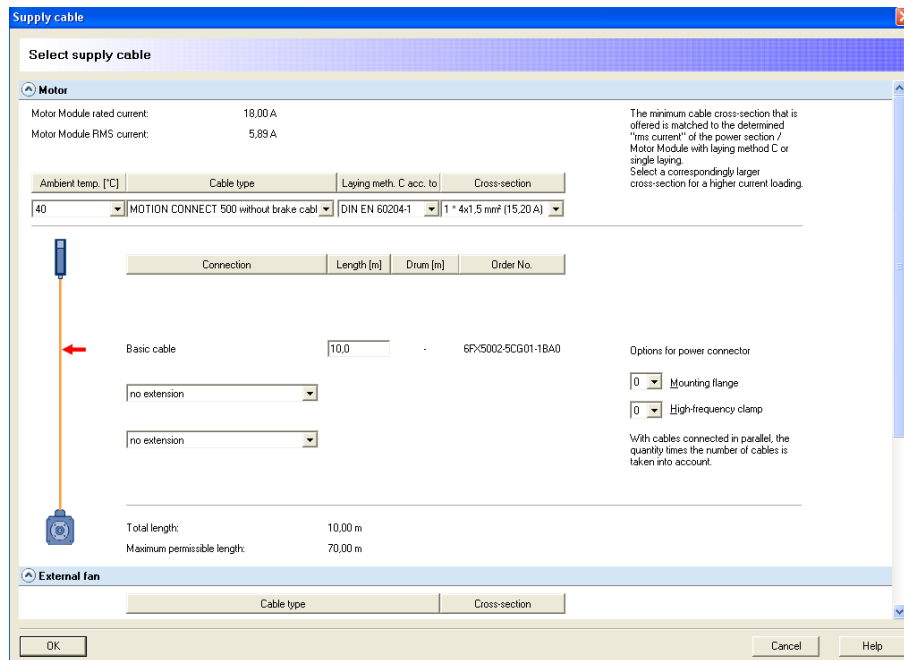


Figura 3.2.58 “Select supply cable”

Para configurar el cable de alimentación hay cuatro opciones principales:

- temperatura ambiente (*Ambient temp.[°C]*) donde se seleccionara 40° que es la temperatura que se viene escogiendo como temperatura máxima de trabajo.
- tipo de cable (*Cable type*) es de tipo *MOTION CONNECT 500*.
- método de colocación (*Laying method*) en este apartado y debido a las elecciones anteriormente hechas solo se puede seleccionar una opción, DIN EN 60204-1.
- Sección transversal (*cross section*) donde se elegirá la opción $1*4x1,5mm^2(15,00A)$.

Después de configurar las anteriores cuatro opciones se ha obtenido el cable de alimentación con número de referencia 6FX5002-5CG01-1BA0, al cual se le da una longitud de 10 metros.

- *Encoder evaluation*: pulsando su respectivo icono aparecerá la pantalla mostrada en la figura 3.2.59, en la que se confirma que la evaluación del encóder será de encóder integrado en el motor, ya que no se ha configurado ningún tipo de encóder externo.

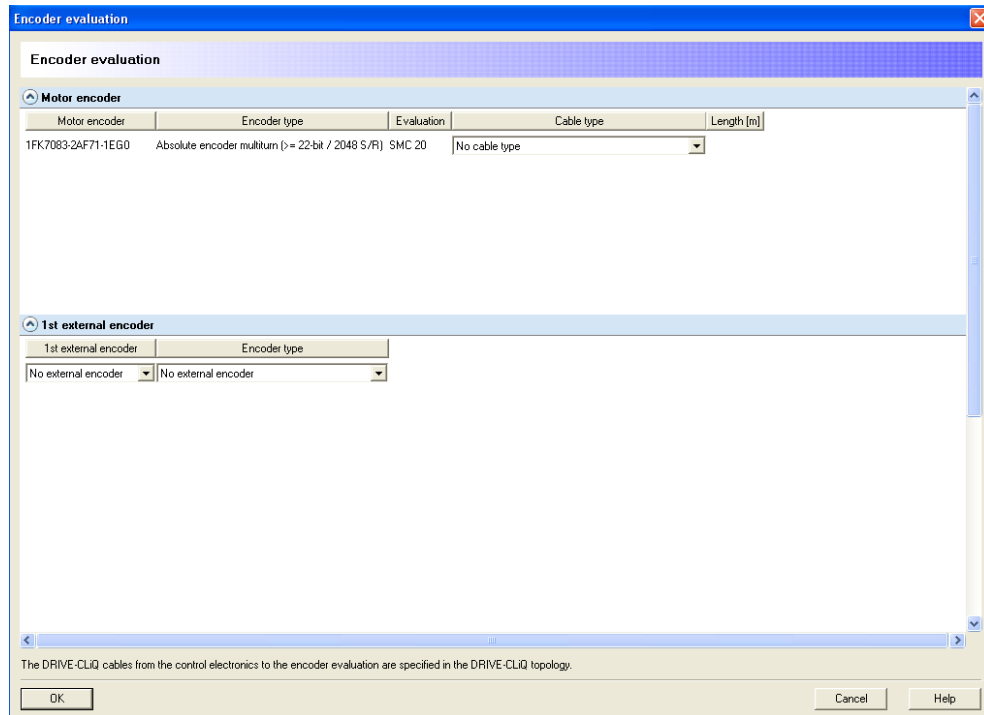



Figura 3.2.59 “Encoder evaluation”

Una vez configurados y seleccionados los componentes de salida, se habrá terminado de configurar los componentes que integrarán el segundo eje de la fresadora, es decir el eje Y. Para ver que todo ha sido configurado correctamente, Sizer muestra el icono  como se puede observar en la figura 3.2.60.

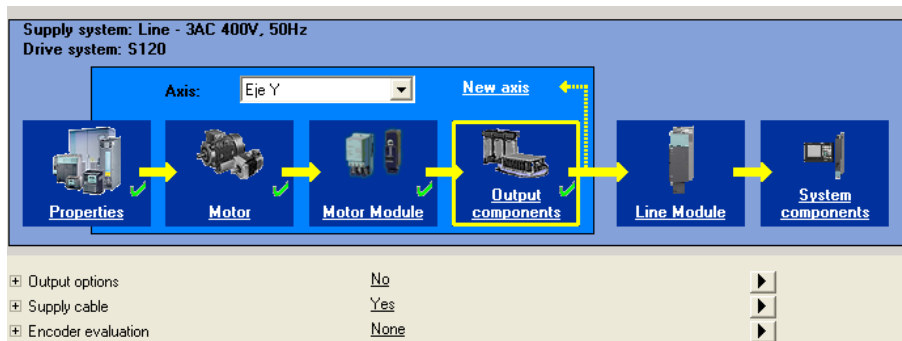


Figura 3.2.60 “Eje Y configurado”

3.2.1.2.3. Eje Z

Para la configuración del eje Z se han seguido los mismos pasos que para el eje X y eje Y, solo que en este eje se ha tenido que tener en cuenta alguna característica especial, como la incorporación de un freno de seguridad al motor.

Para comenzar a configurar el eje Z se pulsará la línea de texto *New axis* como se muestra en la figura 3.2.60, apareciendo la ventana *Add axes to existing drive system* (figura 3.2.61).

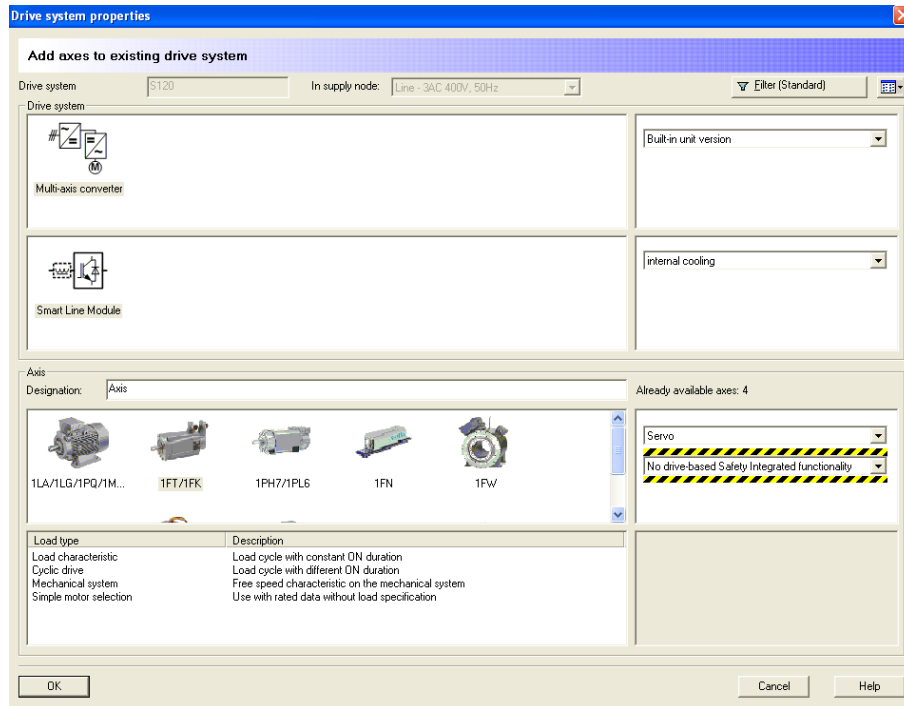


Figura 3.2.61 “Add axes to existing drive system”

Como se observa en la figura 3.2.61 ya vienen marcadas las opciones *Multi-axis converter* y *Smart Line Module*, y se vuelve a marcar las opciones 1FT/1FK y *Mechanical system*, seleccionando el correspondiente (*ball screw Z*). Ya que las condiciones son muy similares a las del eje X y eje Y.

Una vez pulsado el botón *OK*, aparecerá gráfico que muestra la imagen figura 3.2.62 en la ventana principal de Sizer, pudiendo de esa manera comenzar a seleccionar y configurar los componentes que conformarán el eje Z.

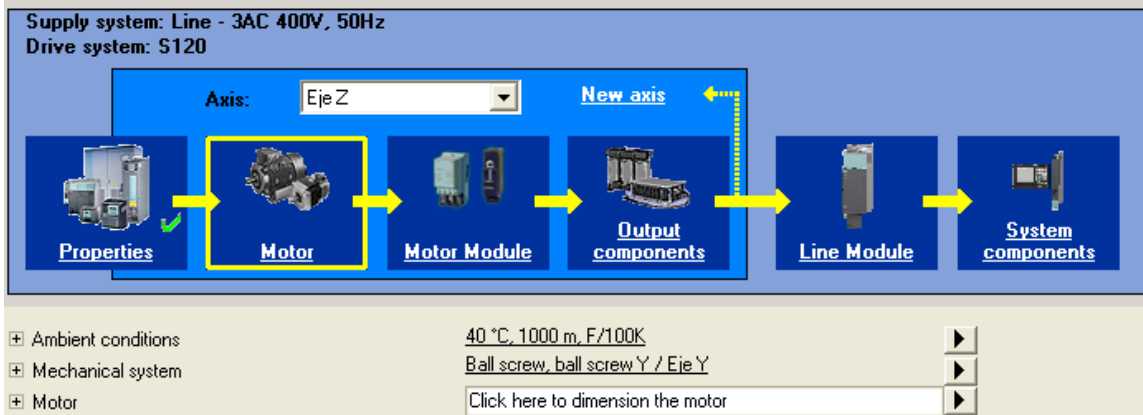


Figura 3.2.62

3.2.1.2.3.1. Configuración y elección del motor

Paso 1 *Enter gearbox data* (figura 3.2.63): El programa pregunta al usuario si se quiere montar una caja de cambios. En la configuración a realizar, al igual que en el eje X y el eje Y, no es necesario. Por lo que se pulsará el icono *Next*.

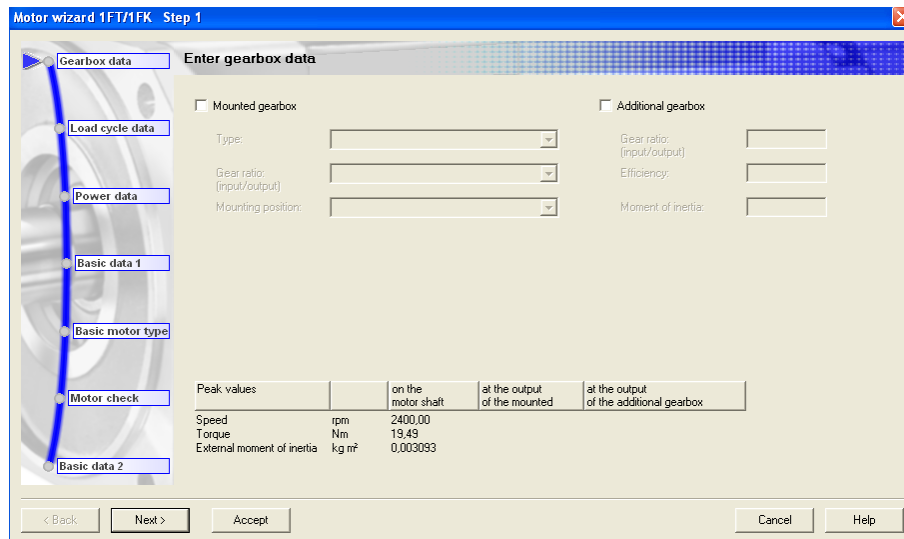


Figura 3.2.63 “Enter gearbox data”

Paso 2 *Load cycle data* (figura 3.2.64): en este paso se puede observar el ciclo de trabajo del sistema mecánico, en este caso, el del husillo a bolas de eje Z (*Ball screw Z*). Como esta ya se ha configurado anteriormente, se revisará para comprobar que coincide y si es así pulsamos *Next*.

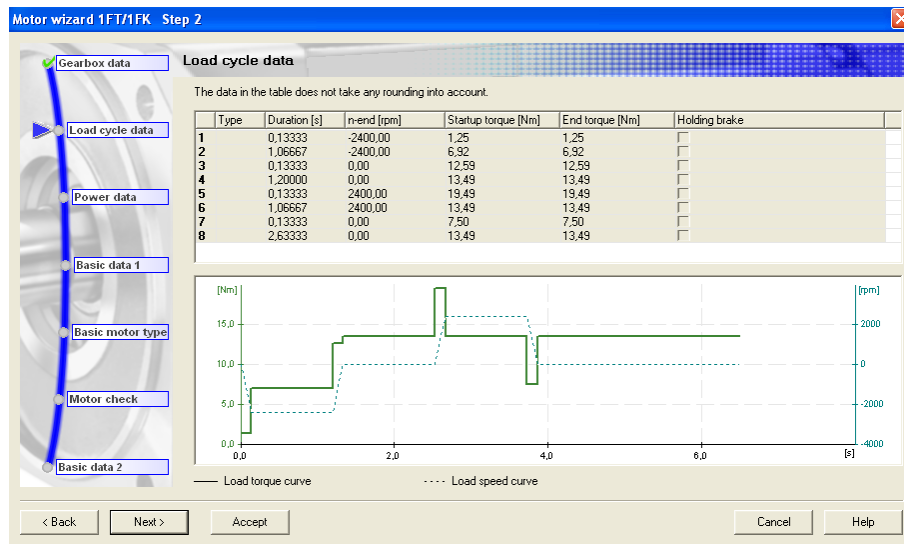


Figura 3.2.64 “Load cycle data”

Paso 3 *Power data* (figura 3.2.65): en este paso se mostrarán los datos de potencia del motor, es decir, el par efectivo (*Effective torque*), la velocidad media (*Mean speed*), la velocidad máxima (*Max. Speed*) y el par máximo (*Peak torque*) y a la velocidad a la que se alcanzará. Además de poder configurar las opciones de seguridad para el dimensionamiento del motor, aprovechamiento térmico y utilización máxima del par, en ambos casos se debe indicar el tanto por ciento que se desee, en este caso, el 100%.

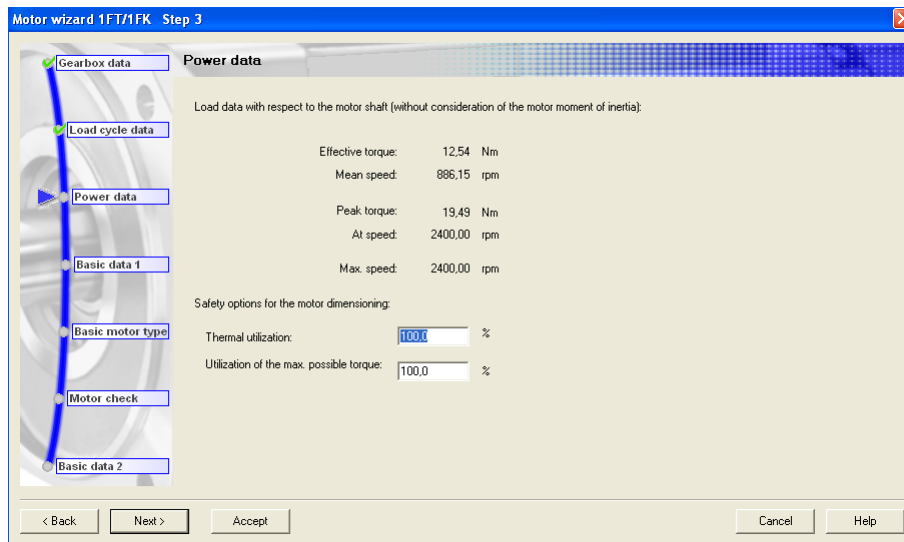


Figura 3.2.65 “Power data”

Paso 4 *Enter basic data 1* (figura 3.2.66): en este paso se comienzan a seleccionar las primeras características del motor, es decir, el encóder (*Motor encoder*), el método de refrigeración (*Cooling method*) y freno de mantenimiento (*Holding brake*).

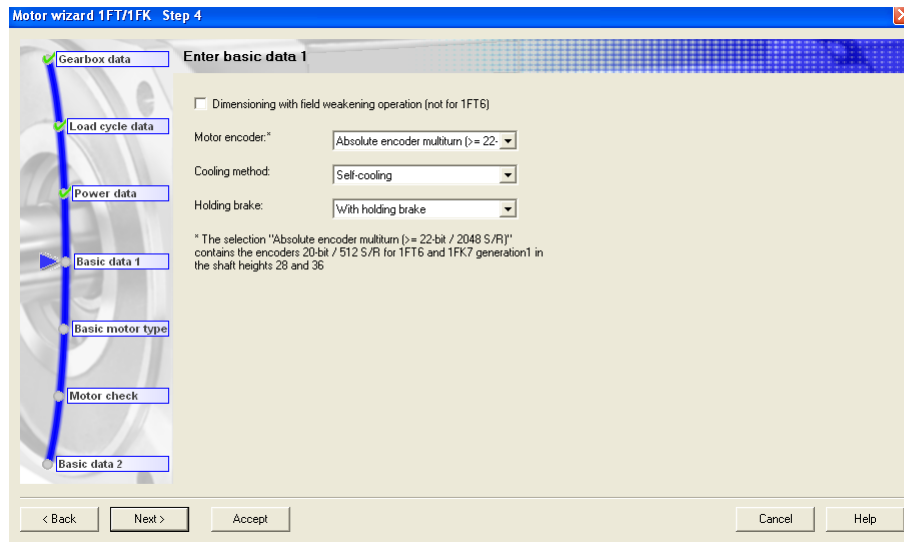


Figura 3.2.66 “Enter basic data 1”

Para la configuración de este eje se ha seleccionado, en el caso de la opción *Motor encoder*, un encóder absoluto multivuelta. En el caso del método de refrigeración (*Cooling method*), refrigeración natural (*Self-cooling*). Y en el caso del freno de mantenimiento (*Holding brake*), para este eje sí que es necesario por lo que se ha seleccionado la opción con freno de mantenimiento (*With holding break*).

Paso 5 *Select basic motor type* (figura 3.2.67): como se puede observar en la figura en este paso se procede a la selección del motor que mejor se adapte al sistema mecánico asociado y a las opciones anteriormente seleccionadas. Para ello se tiene la herramienta *Determine optimum motor*, la cual mostrará el motor óptimo dependiendo del criterio que se seleccione, en este caso tenemos tres opciones, *According to load current* (de acuerdo con la corriente de carga), *According to frame size* (de acuerdo con el tamaño de bastidor) y *According to rated current* (de acuerdo con la corriente nominal). Los resultados obtenidos para cada una de las opciones, vienen indicados en la tabla 3.2.5, donde se muestran los datos que Sizer indica como condiciones de trabajo del motor en el paso 3 de la configuración del motor.

According to	...load current	... frame size	... rated current
Referencia	1FT6084-8AF7.-....	1FT7068-5AF7.-....	1FK7083-2AH71-1...
Par de arranque	20 Nm	15 Nm	16 Nm
Par máximo	65 Nm	63 Nm	52 Nm
Velocidad nominal	3000 rpm	3000 rpm	4500 rpm
Velocidad máxima	4500 rpm	5100 rpm	6000 rpm

Tabla 3.2.5 “Determine optimum motor”

Una vez se han observado los resultados para cada una de las opciones, se ha escogido el motor seleccionado por la opción *According to load current*, ya que es el que mejor se ajusta a todas las opciones mínimas que se nos muestran en el paso 3, principalmente

se ha tenido en cuenta que el par de arranque sea ligeramente superior al par máximo al que el eje pueda necesitar.

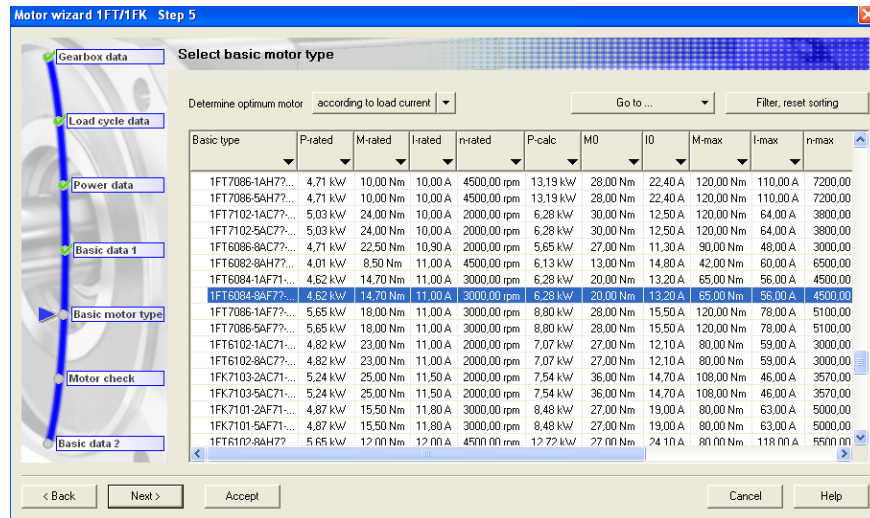



Figura 3.2.67 “Select basic motor type”

Por lo tanto el motor seleccionado para este eje tiene el siguiente número de referencia 1FT6084-8AF7X-XXXX.

Paso 6 *Motor check* (figura 3.2.68): en este paso la ventana muestra como se puede observar en la parte superior de la figura 3.2.68 la correcta elección del motor, en este caso con el icono .

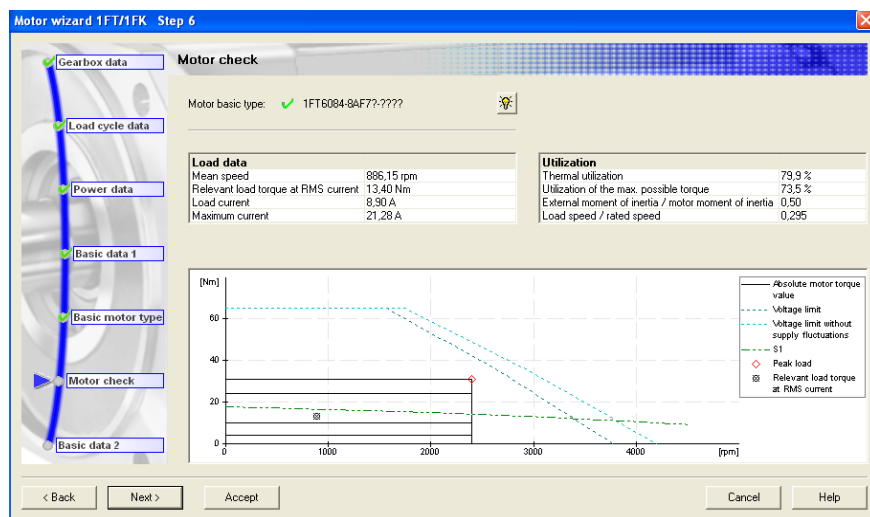


Figura 3.2.68 “Motor check”

Paso 7 *Enter basic data 2* (figura 3.2.69): este es el último paso para la configuración del motor, en el se configuran las últimas características, como son, el tipo de construcción (*Type of construction*), para el cual se ha elegido IM B5 (IM V1, IM V3). El tipo conexión a la red (*Power connection*), eligiéndose una conexión rotatable 270°. La situación del encoder (*Encoder evaluation*), en este caso integrada. El tipo de extremo del eje (*Shaft end*), al igual que el eje X y eje Y, la elección será plano (Plain). En el caso de la tolerancia de excentricidad radial (*Radial eccentricity tolerance*) y el grado de intensidad de la vibración (*Vibration severity grade*), el tipo de motor seleccionado solo permite la selección de tolerancia N en el primer caso y grado A en el segundo. El grado de protección (*Degree of protection*) seleccionado es IP64 y el acabado final (*Paint finish*) no es necesario, esto es debido a las condiciones de trabajo de la fresadora.

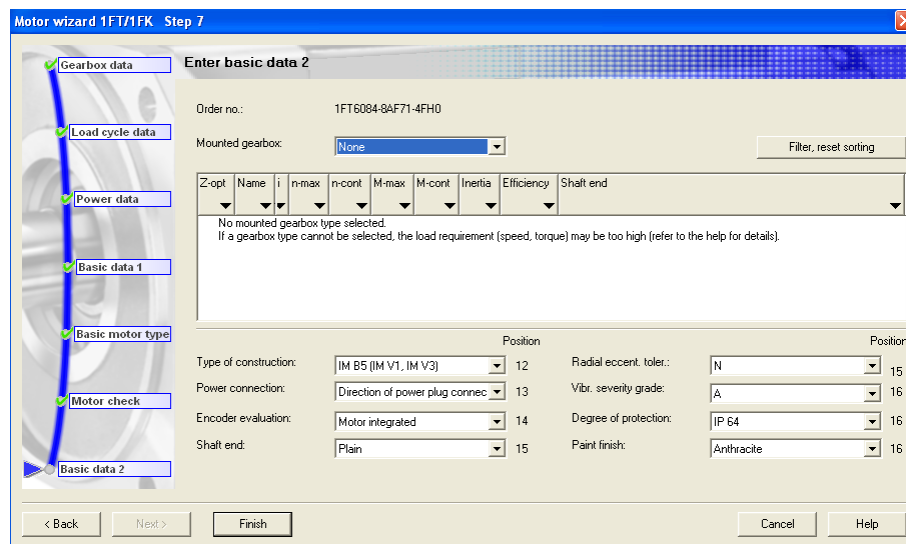


Figura 3.2.69 "Enter basic data 2"

Por lo que finalmente se ha configurado y seleccionado el motor 1FT6084-8AF71-4FH0, con las características mostradas en la figura 3.2.70. Y cuyas hojas de características se pueden observar en el anexo 8.6.

Motor		1FT6084-8AF71-4FH0
Motor data		
Rated power		4,62 kW
Rated torque		14,70 Nm
Rated current		11,00 A
Rated speed		3000,00 rpm
P-calc		6,28 kW
M0		20,00 Nm
I0		13,20 A
Load data on the motor shaft		
Load type		Ball screw
Effective load torque		13,40 Nm
Mean speed		886,15 rpm
Peak torque		31,08 Nm
Speed at peak torque		2400,00 rpm
Max. speed		2400,00 rpm
RMS motor current		8,90 A
Maximum motor current		21,28 A
External moment of inertia / motor moment of inertia		0,50

Figura 3.2.70 "Características del motor 1FT6084-8AF71-4FH0"

3.2.1.2.3.2. Configuración y elección del *Motor Module*

Una vez se ha configurado y seleccionado el motor pasamos al apartado *Motor Module*, el cual será el encargado de comunicar el controlador con el motor, generando las ondas que regularan la velocidad del motor.

Para ello se pulsara en el icono *Motor Module* de la pantalla principal de Sizer, como se puede ver en la figura 3.2.71.

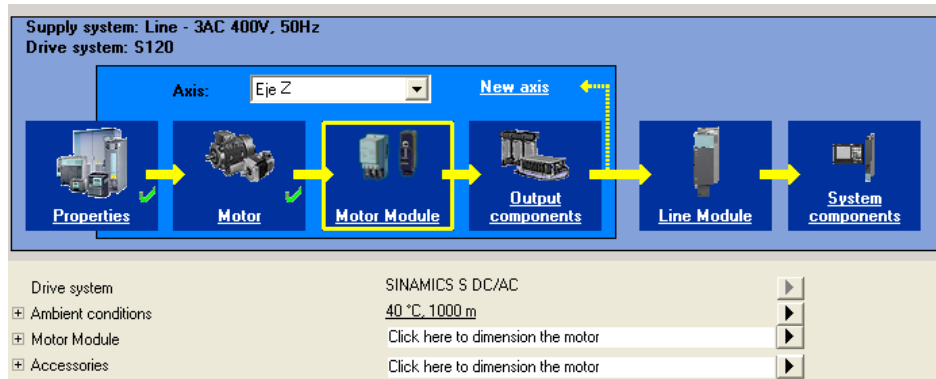


Figura 3.2.71

A continuación se muestran tres opciones a configurar, condiciones de ambiente (*Ambient conditions*), *Motor Module*, y accesorios (*Accessories*).

- *Ambient conditions*: se dejara con los valores que viene por defecto, en este caso para trabajar a 40° y a una altitud de 1000m.
- *Motor Module*: mostrara una ventana (figura 3.2.72) en la cual se elegirá el módulo que mejor se ajuste al motor anteriormente seleccionado.

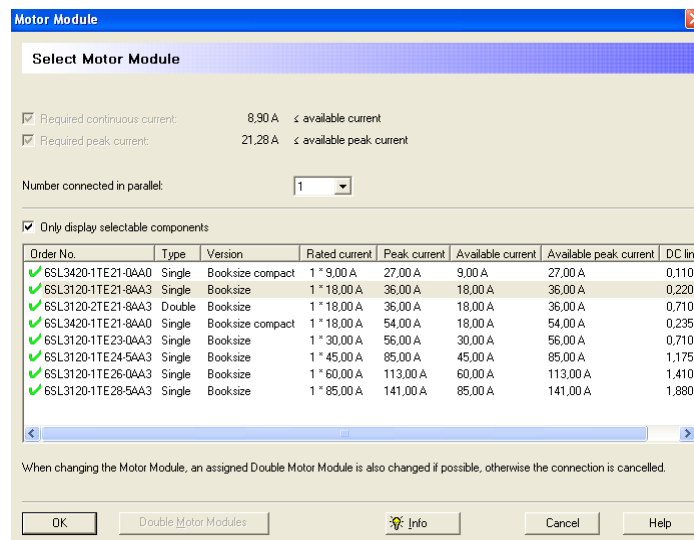


Figura 3.2.72 “Select Motor Module”

La herramienta Sizer muestra los diferentes *Motor Module* compatibles con el motor y sus características, de los cuales se ha seleccionado el que tiene por número de referencia 6SL3120-1TE21-8AA3, el cual se caracteriza por:

- ser de tipo *Single*, lo cual indica que solo es válido para un solo eje, aunque también se tiene la opción *Double* la cual da la posibilidad de conectarlo a dos ejes, en este caso se ha decidido seleccionar el *Single* por motivos de mantenimiento de la fresadora.

- su forma es *Booksize*, el cual es de un tamaño reducido comparándolo con los diferentes tamaños que ofrece Siemens, es decir forma *Chassis* o *Blocksize*, aunque también se ofrece una forma denominada *Booksize compact*, que no se selecciona ya que sus características de corriente nominal y máxima corriente son sensiblemente inferiores.

Todas estas características se pueden observar en el anexo 8.3.

- *Accesories*: muestra la ventana que se puede observar en la figura 3.2.73, en la que se muestra la opción de incluir frenos de seguridad para distintas condiciones (*Safe brake condition*). En este caso al no contar este eje con freno de seguridad no se puede seleccionar ninguna de las opciones.

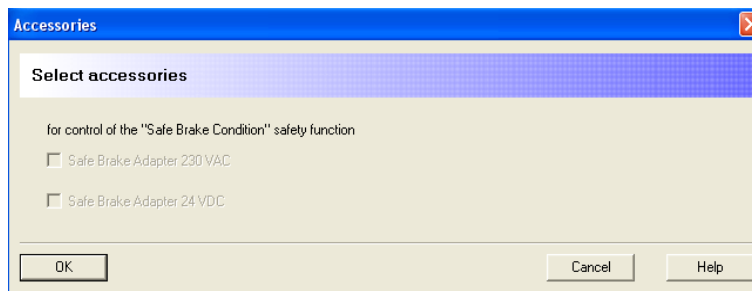


Figura 3.2.73 “Select accessories”

Una vez finalizado la selección de las diferentes opciones para la configuración del *Motor Module*, se pasa a la selección de los componentes de salida (*Output components*).

3.2.1.2.3.3. Configuración y elección de los componentes de salida (*Output components*)

Para comenzar este paso pulsaremos el icono *Output components* como aparece en la figura 3.2.74, donde se desplegarán tres opciones de configuración: opciones de salida (*Output options*), cable de alimentación (*Supply cable*) y evaluación del encóder (*Encoder evaluation*).

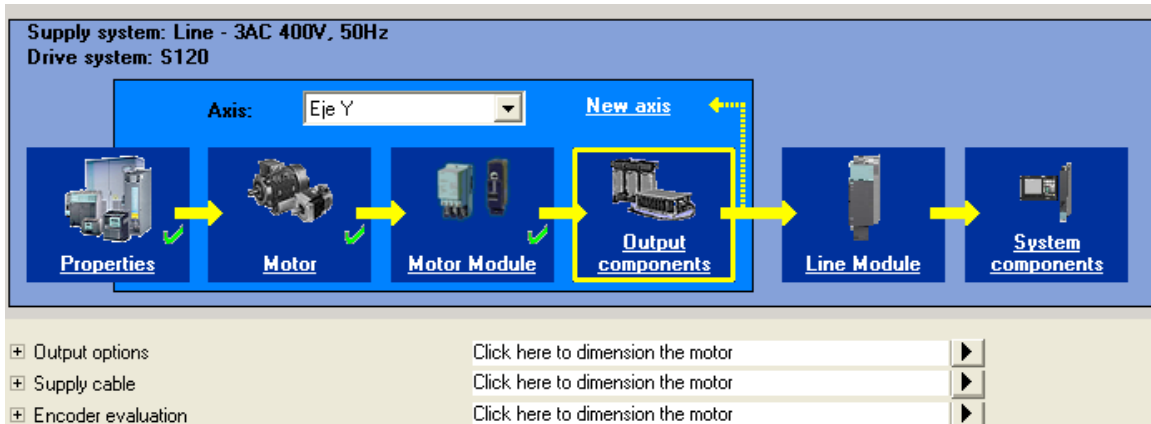


Figura 3.2.74 “Output components”

- *Output options*: debido a las opciones anteriormente seleccionadas en esta ocasión no se podrá seleccionar ninguna de las opciones que aparecen en la ventana, como se muestra en la figura 3.2.75.

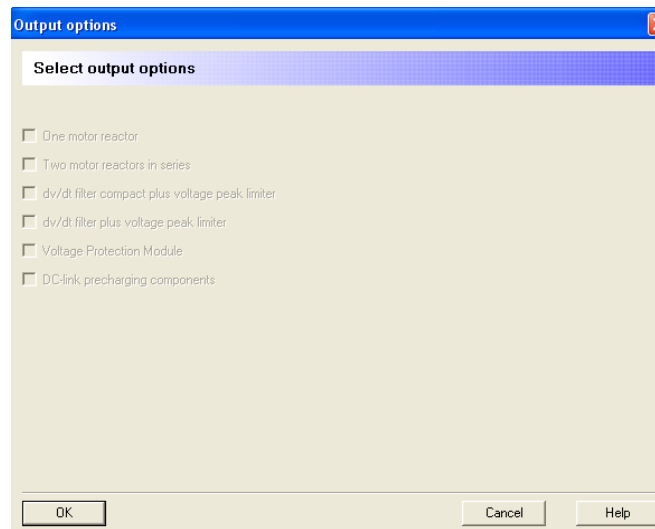


Figura 3.2.75 “Select output options”

- *Supply cable*: al pulsar sobre su icono se abrirá la ventana mostrada en la figura 3.2.76, en donde se configurará el cable de alimentación.

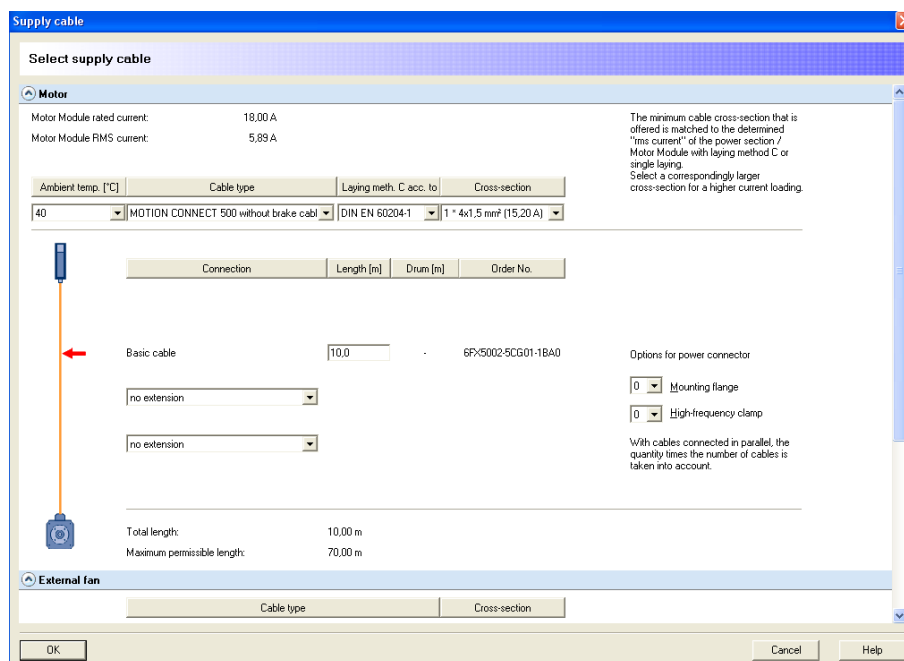


Figura 3.2.76 “Select supply cable”

Para configurar el cable de alimentación hay cuatro opciones principales:

- temperatura ambiente (*Ambient temp.[°C]*) donde se seleccionará 40° que es la temperatura que se viene escogiendo como temperatura máxima de trabajo.
- tipo de cable (*Cable type*) es de tipo *MOTION CONNECT 500*.
- método de colocación (*Laying method*) en este apartado y debido a las elecciones anteriormente hechas solo se puede seleccionar una opción, DIN EN 60204-1.
- Sección transversal (*cross section*) donde se elegirá la opción $1*4x1,5mm^2(15,00A)$.

Después de configurar las anteriores cuatro opciones se ha obtenido el cable de alimentación con número de referencia 6FX5002-5CG01-1BA0, al cual se le da una longitud de 10 metros.

- *Encoder evaluation*: pulsando su respectivo icono aparecerá la pantalla mostrada en la figura 3.2.77, en la que se confirmara que la evaluación del encóder será de encóder integrado en el motor, ya que no se ha configurado ningún tipo de encóder externo.

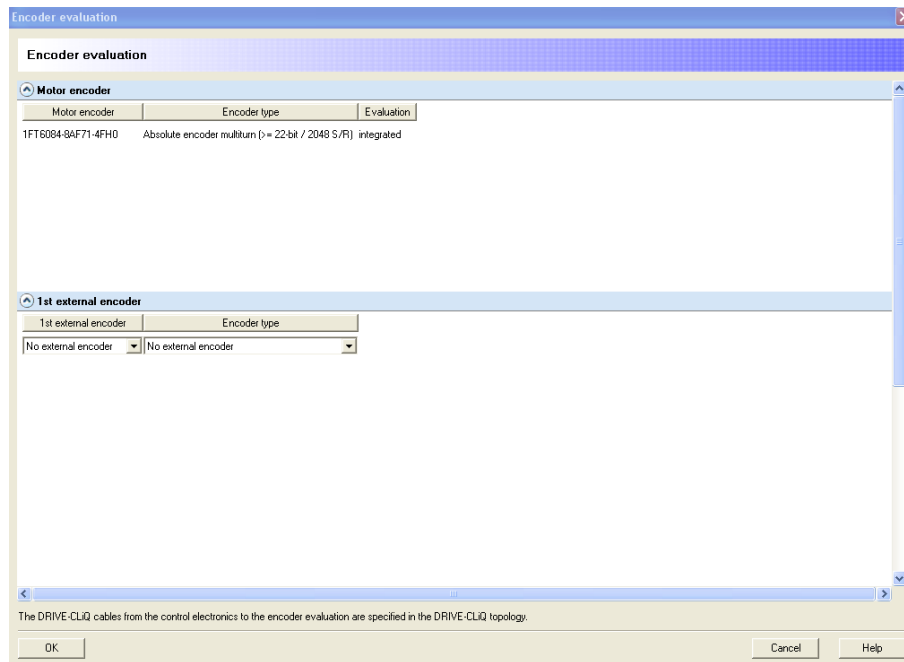



Figura 3.2.77 “Encoder evaluation”

Una vez configurados y seleccionados los componentes de salida, se habrá terminado de configurar los componentes que integrarán el tercer eje de la fresadora, es decir el eje Z. Para ver que todo ha sido configurado correctamente Sizer muestra el icono  como se puede observar en la figura 3.2.78.

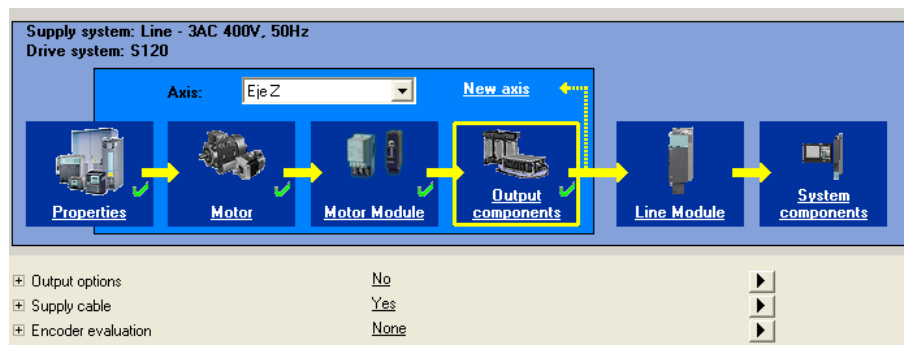


Figura 3.2.78 “Eje Z configurado”

3.2.1.2.4. Cabezal

Por último se configura el cabezal de la fresadora. Para ello se vuelve a pulsar el icono *New axis*, como se puede observar en la figura 3.2.79. Una vez realizado, aparecerá de nuevo la ventana *Add axes to existing drive system* (figura 3.2.15).

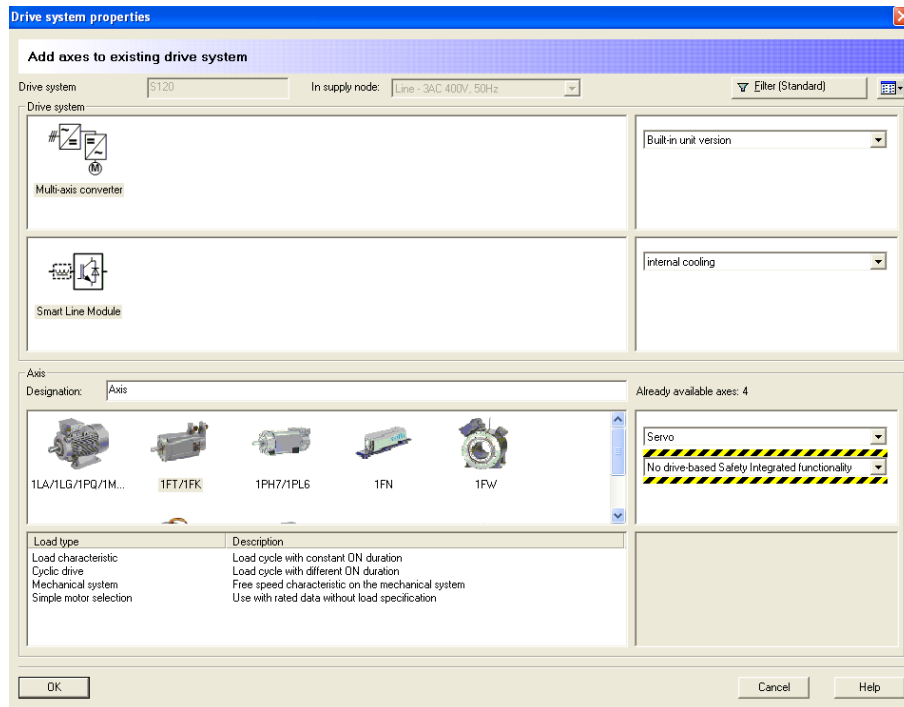


Figura 3.2.79 “Add axes to existing drive system”

En esta ocasión se seleccionará otro tipo de motor diferente al que se viene utilizando para los tres ejes de la fresadora. Para ello, se vuelve a marcar las opciones *Multi-axis converter* y *Smart line module*. Y a la hora de seleccionar el motor se ha elegido la opción *1PH7/1PL6*, que son motores especiales para este tipo de utilidad. En el caso de del cuadro de elección *Load type*, para esta ocasión se seleccionará *Load characteristic*, para configurar las características del cabezal.

Una vez pulsado el botón *OK*, aparecerá el gráfico que muestra la figura 3.2.80 en la ventana principal de Sizer, pudiendo de esa manera comenzar a seleccionar y configurar los componentes que conformarán el spindle.

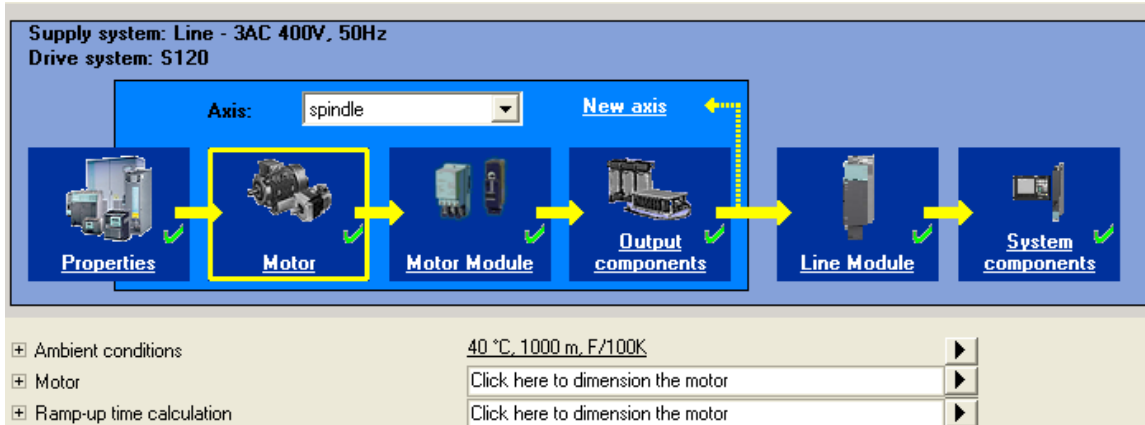


Figura 3.2.80

3.2.1.2.4.1. Configuración y elección del motor

En esta ocasión se tienen dos opciones que configurar, *Motor* y *Ramp-up time calculation* (Cálculo del tiempo de aceleración). Se comienza con la configuración del motor, para ello se pulsa el icono *Motor*.

Paso 1 *Select load characteristic* (figura 3.2.81): en esta ventana lo primero que se tiene que seleccionar es el tipo de configuración que se desea para el cabezal. Sizer da cuatro opciones:

1. *Square-law torque* (par cuadrático): está orientado a motores conectados a bombas y ventiladores. Características $[M \sim n^2, P \sim n^3]$.
2. *Linear torque* (Par lineal): está orientado a motores que van a ser utilizados por ejemplo en máquinas que trabajen con papel y plástico. Características $[M \sim n, P \sim n^2]$.
3. *Constant torque* (Par constante): está orientado a motores que van a ser utilizados en accionamiento de avance, elevación de cargas o agitadores. Características $[M = \text{constante}, P \sim n]$.
4. *Constant power* (Potencia constante): está orientado a motores que van a ser utilizados en bobinadoras ó cabezales.

En este caso se ha seleccionado la opción potencia constante, ya que es la opción que se ajusta a la utilidad que se quiere dar al motor a configurar.

El resto de datos a rellenar son los proporcionados por el cliente, es decir, potencia de trabajo 12 kW, velocidad máxima de carga 4000 rpm y velocidad de debilitamiento de campo 1000 rpm.

Una vez rellenados todos los campos se pulsa *Next*.

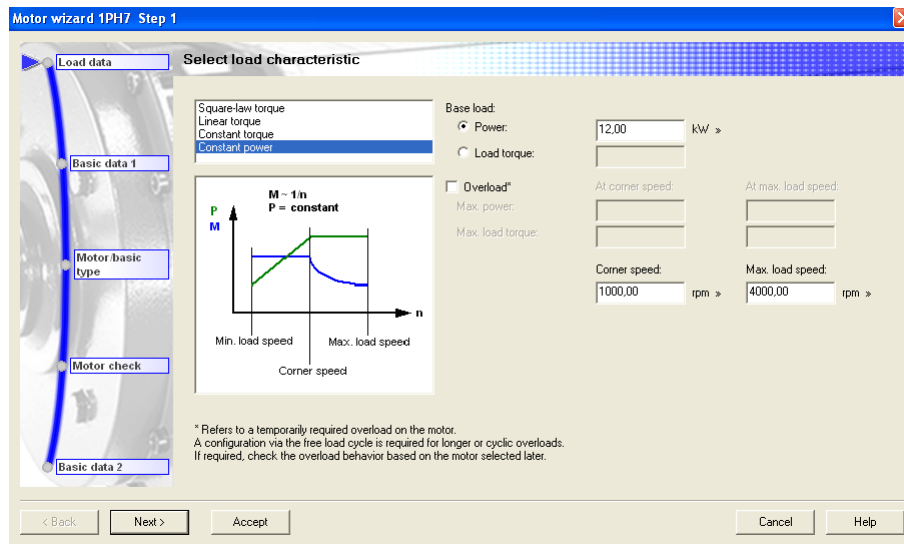


Figura 3.2.81 “Select load characteristic”

Paso 2 *Basic data 1* (figura 3.2.82): en este paso Sizer ofrece la posibilidad de incluir en la configuración un freno de seguridad, en este caso no es necesario.

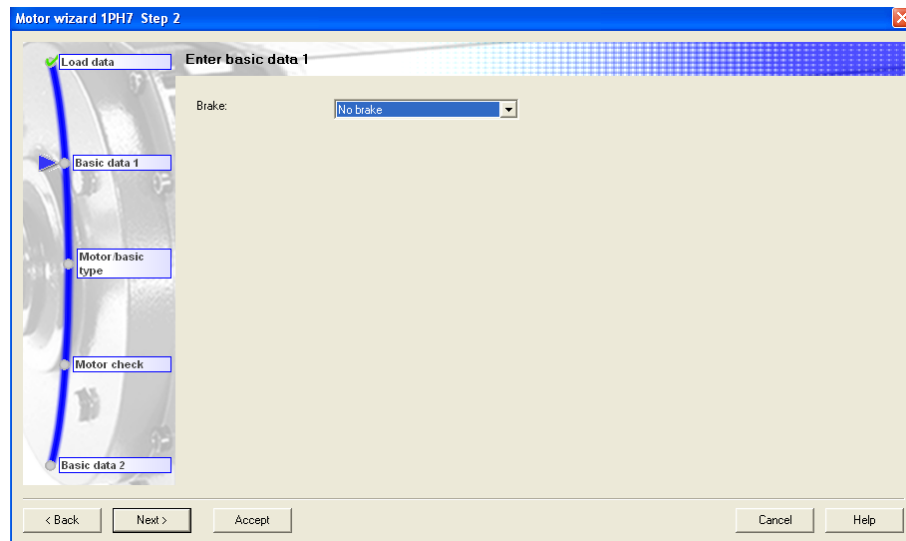


Figura 3.2.82 “Basic data 1”

Paso 3 *Select basic motor type* (figura 3.2.83): como se puede observar en la imagen en este paso se procede a la selección del motor que mejor se adapte a las características introducidas en el paso 1 y a las opciones seleccionadas en el paso 2. Para ello se tiene la herramienta *Determine optimum motor*, la cual mostrará el motor óptimo dependiendo del criterio que se seleccione, en este caso se dispone de dos opciones, *According to load current* y *According to frame size*. Los resultados obtenidos para cada una de las opciones, vienen indicados en la tabla 3.2.7.

According to	...load current	... frame size
Referencia	1PH7135-..F..-....	1PH7135-..F..-....
Par nominal	118 Nm	118 Nm
Potencia nominal	18,5 Kw	18,5 Kw
Velocidad nominal	1500 rpm	1500 rpm
Velocidad máxima	8000 rpm	8000 rpm

Tabla 3.2.6 “Determine optimum motor”

Como se puede observar en la tabla 3.2.7 para ambas opciones la elección del motor es la misma, por lo que se tomará este modelo, es decir, el motor con referencia 1PH7135-XXFXX-XXXX.

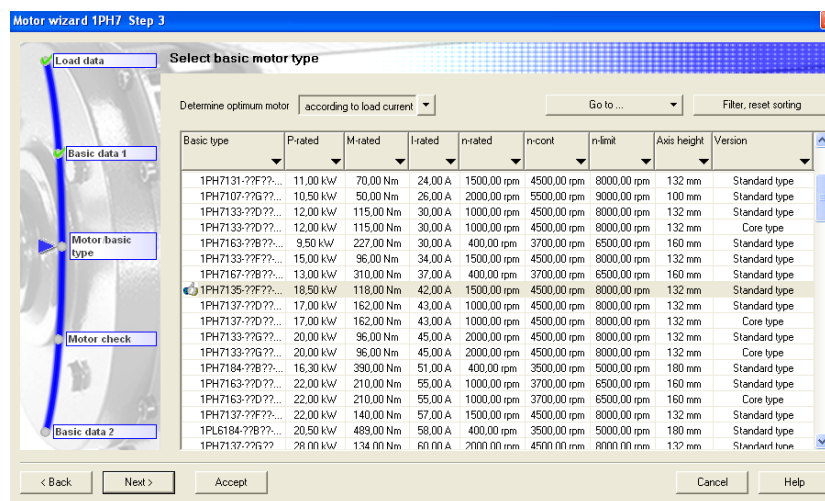



Figura 3.2.83 “Select basic motor type”

Paso 4 *Motor check* (figura 3.2.84): en este paso la ventana muestra como se puede observar en la parte superior de la imagen figura 3.2.84 la correcta elección del motor, en este caso con el icono .

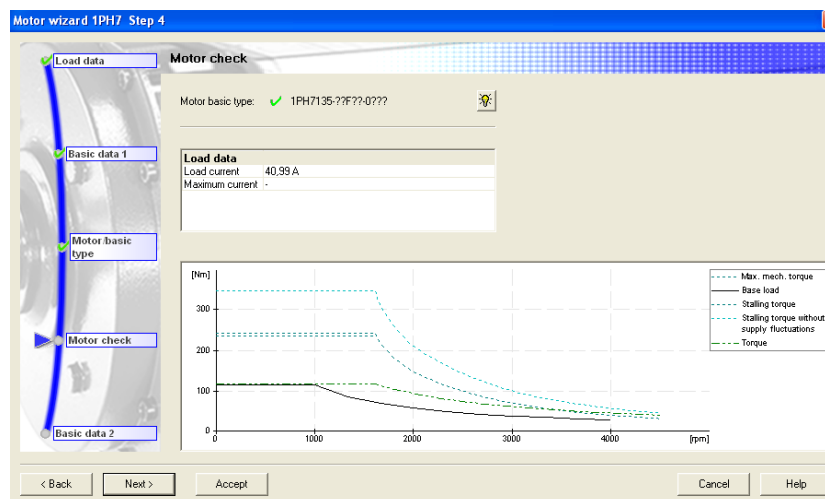


Figura 3.2.84 “Motor check”

Paso 5 *Enter basic data 2* (figura 3.2.85): en este paso, último para configurar el motor se han seleccionado las características opcionales de este.

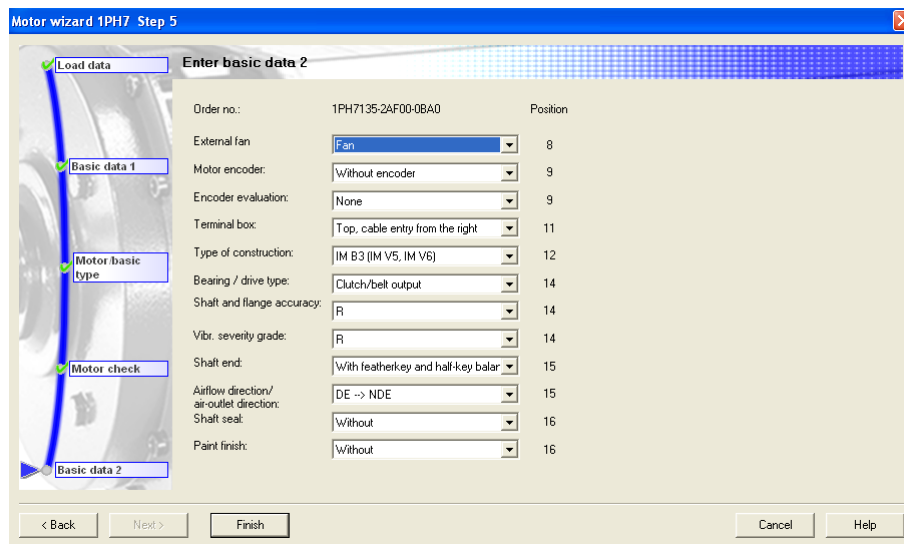
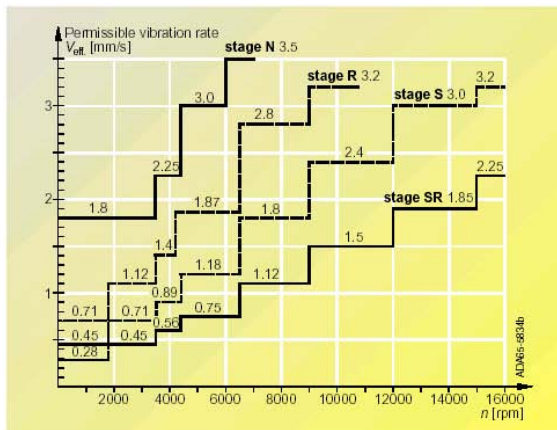


Figura 3.2.85 “Enter basic data 2”

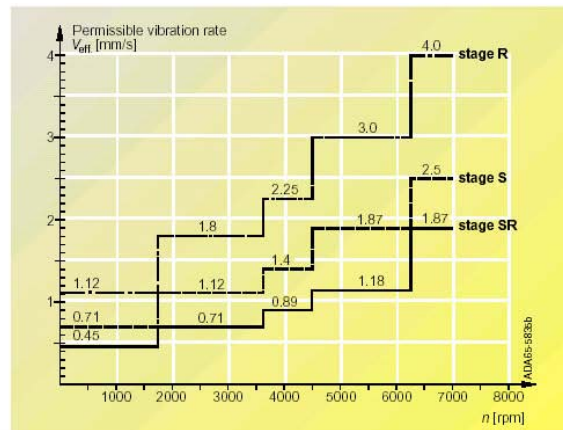
Estas características son:

1. *External fan* (Ventilación externa): los métodos de refrigeración de estos motores son de dos tipos ventilación forzada por un ventilador o refrigeración por agua. Para este caso seleccionaremos ventilación con un ventilador (*Fan*).
2. *Motor encoder*: en este caso este motor no necesita encoder, por lo que se selecciona la opción *Without encoder*.
3. *Encoder evaluation* (Evaluación del encoder): por defecto al seleccionar que no se requiere la presencia de encoder, esta opción mostrará la opción *None* (ninguna).
4. *Terminal box* (Caja de bornes): en esta opción se selecciona la colocación de esta. La opción estándar es la colocación en la parte superior derecha, pero también se puede colocar en la parte izquierda. Para esta opción se seleccionará la opción estándar, es decir, situarlo en la parte superior derecha (*Top, cable entry from the righth*).
5. *Type of construction* (Tipo de construcción): para la cual se ha elegido IM B3(IM V5, IM V6).
6. *Bearing / Drive type* (Rodamiento / Tipo de unidad): debido a las elecciones que se han realizado anteriormente, la única opción que permite el programa es *Clutch / belt output*, lo cual quiere decir que el rodamiento del motor, está preparado para utilizar embrague ó cinta de salida.
7. *Shaft and flange accuracy* (Eje y brida de precisión): en esta opción se selecciona la tolerancia de la excentricidad el eje. En este caso solo se puede seleccionar la tolerancia R.

8. *Vibration severity grade* (Grado de intensidad de vibración): debido a las elecciones que se han realizado la aplicación solo deja seleccionar el grado R (figura 3.2.86).



Limits of vibration severity grades for frame sizes 28 to 132.



Limits of vibration severity grades for frame sizes 160 to 280.

Figura 3.2.86 “Vibration severity grades”

9. *Shaft end* (Extremo del eje): en esta opción se ha elegido la forma del extremo del eje, en este caso será liso y con media chaveta (*With featherkey and half-key balancing*).
10. *Airflow direction / air outlet direction* (Dirección del flujo del aire / dirección del aire de salida): en esta opción se puede elegir entre dos opciones DE -> NDE (Drive End -> Non Drive End), es decir, el sentido del flujo del aire irá del eje del motor al bloque este. O NDE -> DE (Non Drive End -> Drive End), del bloque del motor al eje. En este caso se ha seleccionado DE -> NDE para refrigerar el bloque del motor.
11. *Shaft seal* (cierre del eje): esta opción solo es válida para motores que monten una caja de cambios, como en este caso no lo es, por defecto viene la opción *Without*.
12. *Paint finish* (Acabado final): en este caso no es necesario un acabado especial con algún tipo de pintura Antracita, por lo que sea seleccionado la opción *Without*.

Por lo que finalmente se ha configurado y seleccionado el motor 1PH7135-2AF00-0BA0, con las características mostradas en la figura 3.2.87. Y cuyas hojas de características se pueden observar en el anexo 8.7

Motor		1PH7135-2AF00-0BA0
Motor data		
P-rated		18,50 kW
M-rated		118,00 Nm
I-rated		42,00 A
n-rated		1500,00 rpm
Max. mechanical torque		236,00 Nm
Load type		Load characteristic Constant power
P-base load		12,00 kW
M-base load		114,60 Nm
Motor current at the operating point		40,99 A
P-overload		7,00 kW
M-overload		66,85 Nm
Motor current in overload state		-

Figura 3.2.87 “Características del motor 1PH7135-2AF00-0BA0”

A continuación, se pasa a configurar la segunda opción principal para la configuración del motor, *Ramp-up time calculation* (figura 3.2.88). La cual, indica si la velocidad de trabajo del cabezal esta en el rango de caudal constante o en el rango de debilitamiento de campo. Esta opción es completamente opcional, y para este caso no se ha tenido en cuenta.

Ramp-up time calculation

Ramp-up data

Speed: rpm >

Moment of inertia of the load: kg m² >

Motor data

Moment of inertia: 0,109000 kg m²

Rated power: 18,50 kW

Rated speed: 1500,00 rpm

Ramp-up time: - s

OK Cancel Help

Figura 3.2.88 “Ramp-up time calculation”

3.2.1.2.4.2. Configuración y elección del *Motor Module*

Una vez se ha configurado y seleccionado el motor se pasa al apartado *Motor Module*, el cual será el encargado de comunicar el controlador con el motor, generando las ondas que regularan la velocidad del motor.

Para ello se pulsara en el icono *Motor Module* de la pantalla principal de Sizer, como se puede ver en la figura 3.2.89.

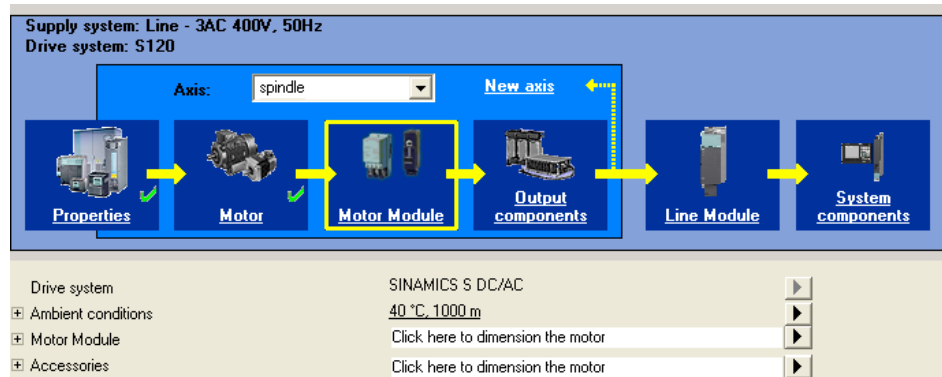


Figura 3.2.89

A continuación se muestran tres opciones a configurar, condiciones de ambiente (*Ambient conditions*), *Motor Module*, y accesorios (*Accessories*).

- *Ambient conditions*: se dejara con los valores que viene por defecto, en este caso para trabajar a 40° y a una altitud de 1000m.
- *Motor Module*: mostrara una ventana (figura 3.2.90) en la cual se elegirá el módulo que mejor se ajuste al motor anteriormente seleccionado.

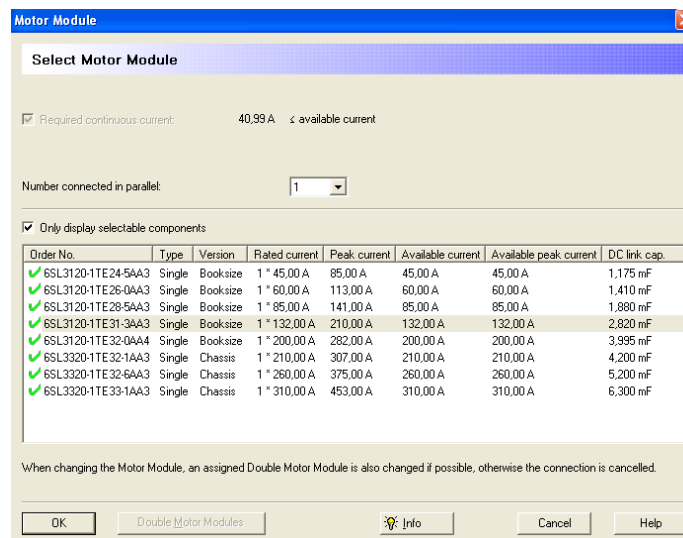


Figura 3.2.90 "Select Motor Module"

La herramienta Sizer muestra los diferentes *Motor Module* compatibles con el motor y sus características, de los cuales se ha seleccionado el que tiene por número de referencia 6SL3120-1TE21-3AA3, el cual se caracteriza por:

- ser de tipo *Single*, lo cual indica que solo es válido para un solo eje, aunque también se tiene la opción *Double* la cual da la posibilidad de conectarlo a dos ejes, en este caso se ha decidido seleccionar el *Single* por motivos de mantenimiento de la fresadora.

- su forma es *Booksize*, el cual es de un tamaño reducido comparándolo con los diferentes tamaños que ofrece Siemens, es decir forma *Chassis* o *Blocksize*.

Todas estas características se pueden observar en el anexo 8.3.

- *Accesories*: muestra la ventana que se puede observar en la figura 3.2.91, en la que se muestra la opción de incluir frenos de seguridad para distintas condiciones (*Safe brake condition*). En este caso al no contar este eje con freno de seguridad no se puede seleccionar ninguna de las opciones.

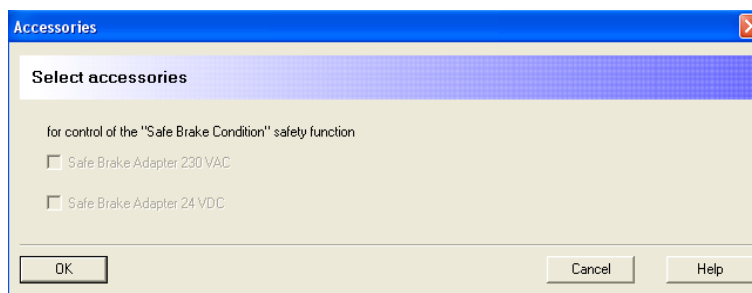


Figura 3.2.91 “Select accessories”

Una vez finalizado la selección de las diferentes opciones para la configuración del *Motor Module*, se pasa a la selección de los componentes de salida (*Output components*).

3.2.1.2.4.3. Configuración y elección de los componentes de salida (*Output components*)

Para comenzar este paso se pulsará el icono *Output components* como aparece en la figura 3.2.92, donde se desplegarán tres opciones de configuración, opciones de salida (*Output options*), cable de alimentación (*Supply cable*) y evaluación del encóder (*Encoder evaluation*).

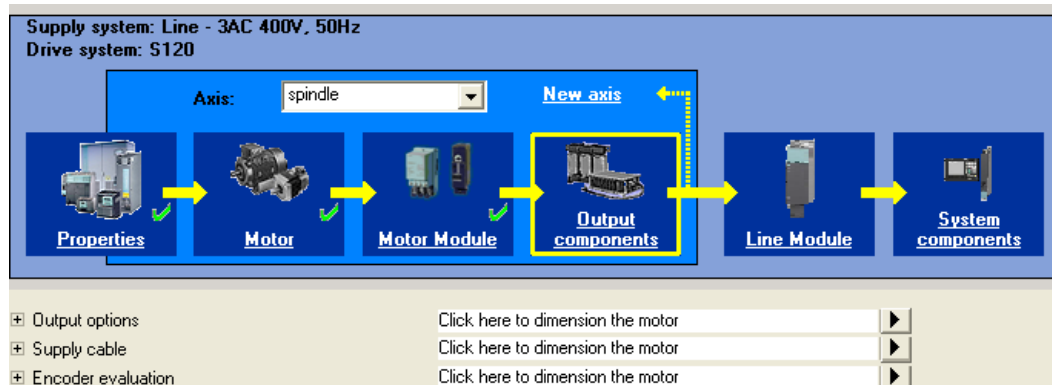


Figura 3.2.92 “Output components”

- *Output options*: debido a las opciones anteriormente seleccionadas en esta ocasión no se podrá seleccionar ninguna de las opciones que aparecen en la ventana, como se muestra en la figura 3.2.93.

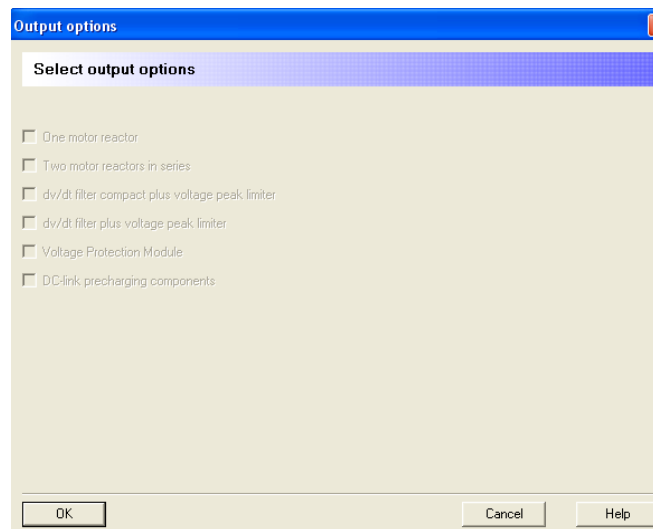


Figura 3.2.93 “Select output options”

- *Supply cable*: al pulsar sobre su icono se abrirá la ventana mostrada en la figura 3.2.94, en donde se configurará el cable de alimentación.

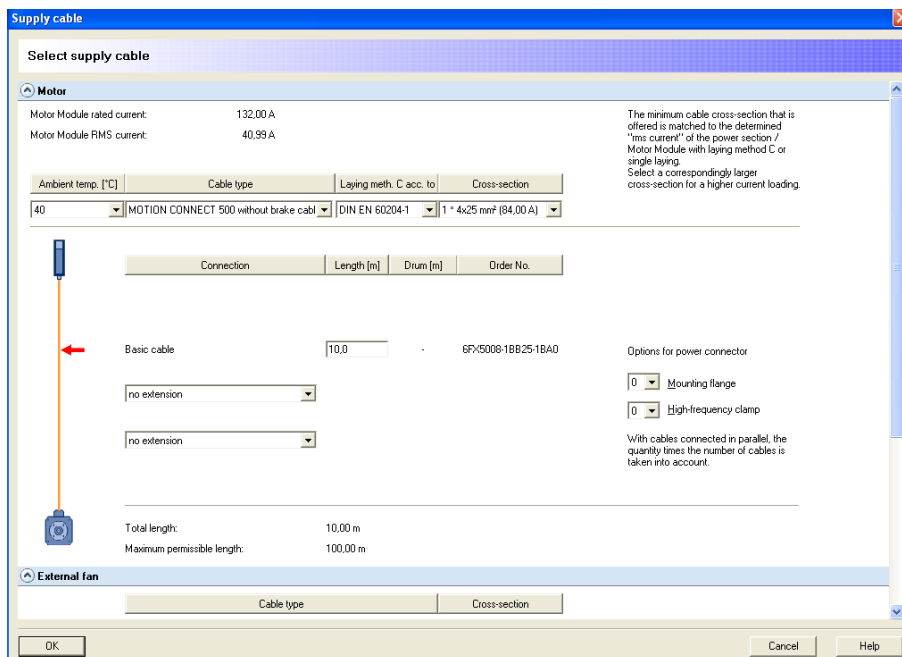


Figura 3.2.94 “Select supply cable”

Para configurar el cable de alimentación hay cuatro opciones principales:

- temperatura ambiente (*Ambient temp.[°C]*) donde se seleccionara 40° que es la temperatura que se viene escogiendo como temperatura máxima de trabajo.
- tipo de cable (*Cable type*) es de tipo *MOTION CONNECT 500*.
- método de colocación (*Laying method*) en este apartado y debido a las elecciones anteriormente hechas solo se puede seleccionar una opción, *DIN EN 60204-1*.
- Sección transversal (*cross section*) donde se elegirá la opción $1*4x25\text{mm}^2(84,00\text{A})$.

Después de configurar las anteriores cuatro opciones se ha obtenido el cable de alimentación con número de referencia 6FX5008-1BB25-1BA0, al cual se le da una longitud de 10 metros.

- *Encoder evaluation*: pulsando su respectivo icono aparecerá la pantalla mostrada en la figura 3.2.95, en la que se observa que no puede haber ningún tipo de evaluación ya que el motor no posee encóder interno ni se requiere que tenga encóder externo.

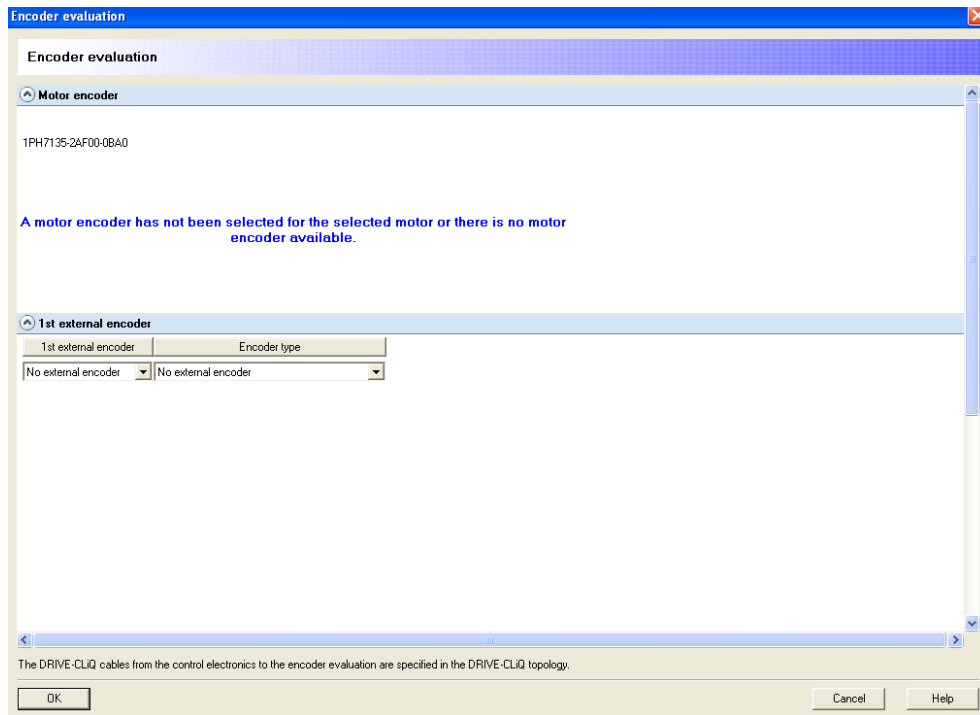



Figura 3.2.95 “Encoder evaluation”

Una vez configurados y seleccionados los componentes de salida, se habrá terminado de configurar los componentes que integrarán el cabezal de la fresadora. Para ver que todo ha sido configurado correctamente Sizer muestra el icono  como se puede observar en la figura 3.2.96.

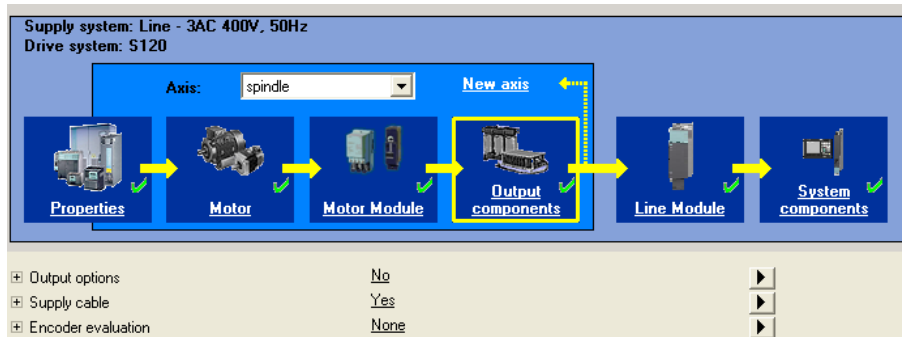


Figura 3.2.96 “Spindle configurado”

3.2.1.2.5. Line module

En este apartado se explicará la configuración y selección del *Line Module* (Módulo de alimentación). Para ello se han tenido que completar previamente tres opciones que muestra Sizer (figura 3.2.97), en primer lugar, se completa *DC link power*, donde se calcula la potencia requerida por el bus de corriente continua. En segundo lugar, *Line Module*, donde se selecciona el módulo de alimentación. Y finalmente, *Braking components*, donde se seleccionara si se desea incorporar componentes de frenado.

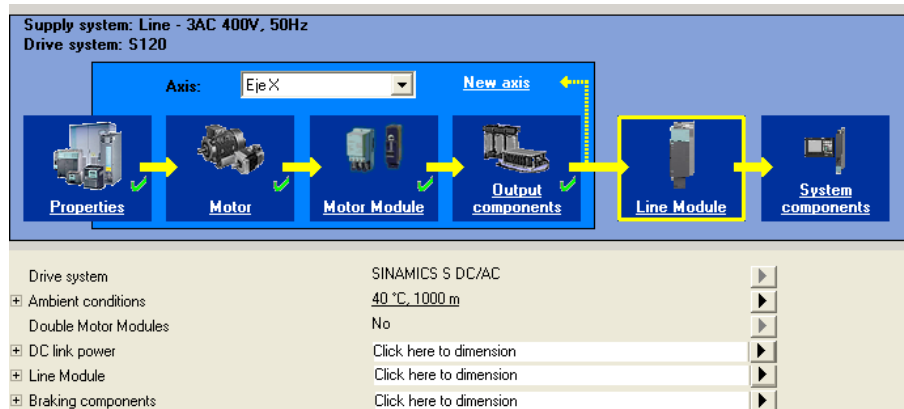


Figura 3.2.97 "Line module"

Estas tres opciones se describen con más detalle a continuación:

- *DC link power* (figura 3.2.98): Sizer ofrece la posibilidad de calcular la potencia requerida por el bus de corriente continua de tres formas diferentes:
 - *Power class rating*: presenta una clasificación de los ejes según su potencia.
 - *Total power rating*: en este caso, todos los ejes son tratados de la misma forma.
 - *Paraxial rating*: esta opción solo se puede utilizar cuando los ciclos de trabajo de los ejes tienen la misma duración.

En este caso se ha seleccionado la opción *Power class rating*, ya que ofrece la potencia requerida que mejor se ajusta al sistema. Para la potencia total requerida se ha obtenido 15,92 kW y para la potencia máxima requerida 41,85 kW.

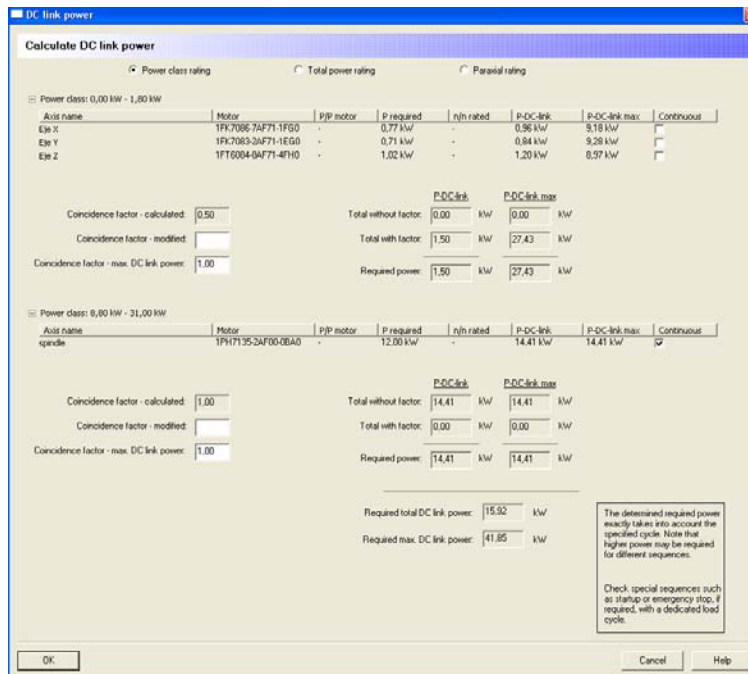


Figura 3.2.98 "DC link power"

- **Line Module** (figura 3.2.99): es en este apartado, donde Sizer muestra los diferentes *Line module* que son compatibles con la configuración que se ha realizado.

El módulo que mejor se adapta a la configuración realizada es 6SL130-6TE23-6AA3, cuyas características se pueden observar en el anexo 8.3.

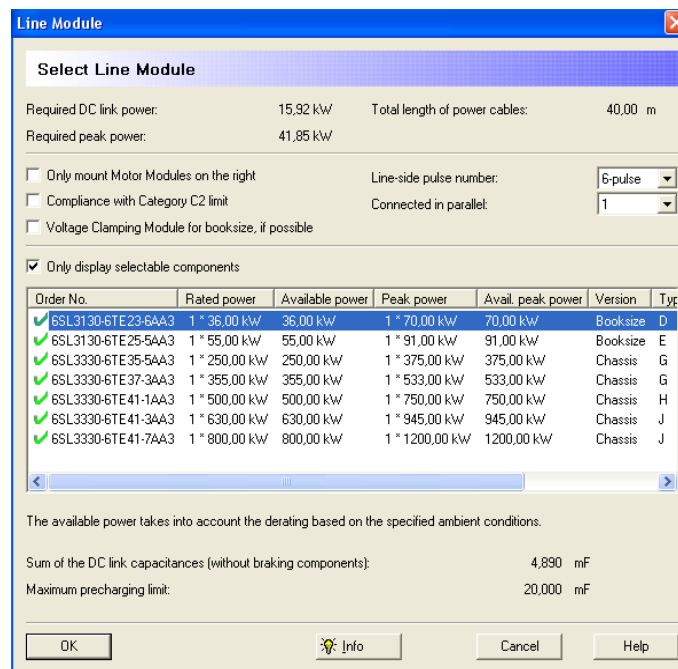


Figura 3.2.99 "Select Line Module"

- **Braking components** (figura 3.2.100): en este apartado se selecciona si se desea incorporar resistencias de frenado a cada uno de los ejes y cabezal configurados.

Estas resistencias se colocan en algunas aplicaciones con variadores de frecuencia que requieren un frenado del motor lo suficientemente importante como para provocar un retorno de corriente, que en ocasiones, los propios variadores no pueden hacer frente. Para evitar un fallo por sobrecarga se instalan estos dispositivos para que en caso de frenado brusco, estas resistencias disipen la energía sobrante.

Para la configuración de la máquina que se está realizando no es necesario, por lo que no se ha seleccionado nada y se ha pulsado el botón **OK**.

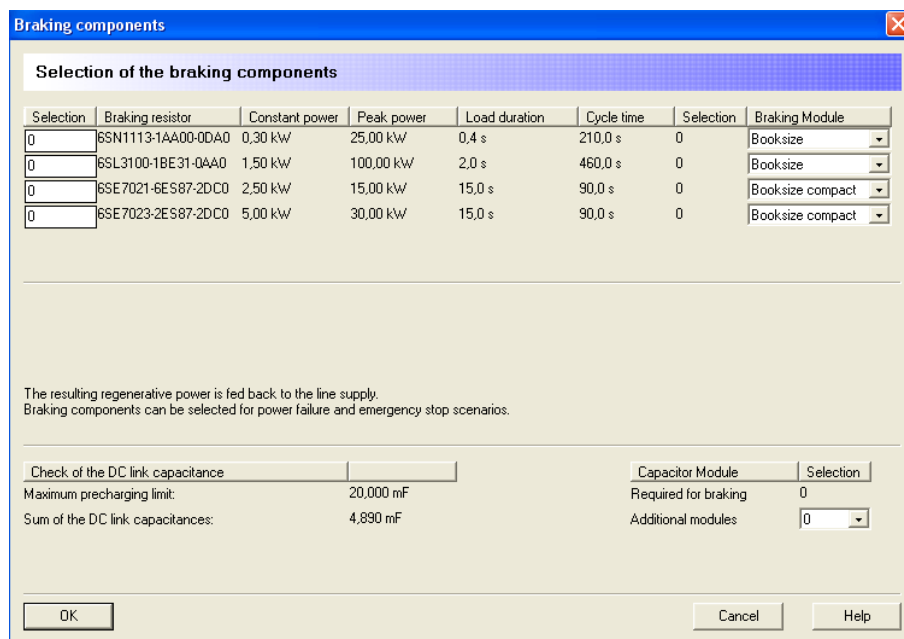



Figura 3.2.100 "Selection of the braking components"

Una vez configurados y seleccionados los componentes del *Line module*, Sizer muestra el icono  como se puede observar en la figura 3.2.101.

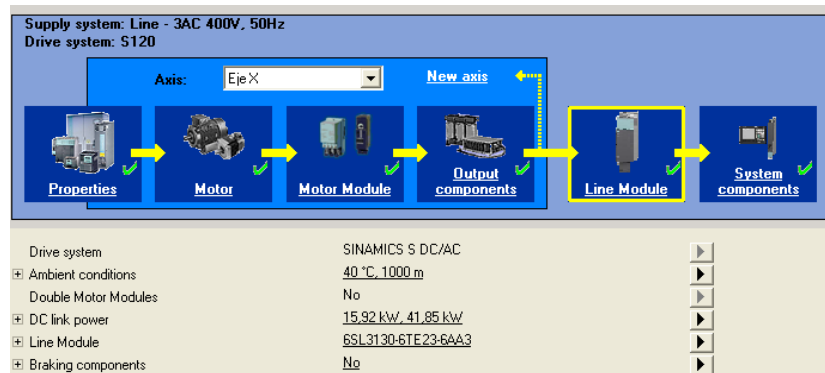


Figura 3.2.101

3.2.1.2.6. System components

En este último apartado del panel de trabajo central de Sizer (figura 3.2.102) se procederá a la selección y configuración de los últimos componentes que conformarán la herramienta final, es decir, *Input options* (opciones de entrada), *Additional accessories* (Accesorios adicionales), *Open-loop control /closed-loop control / 24 V / Cabinet module* [Control lazo abierto ó lazo cerrado / 24 V (fuente de alimentación) / Bastidor] y *Additional components* (componentes adicionales).

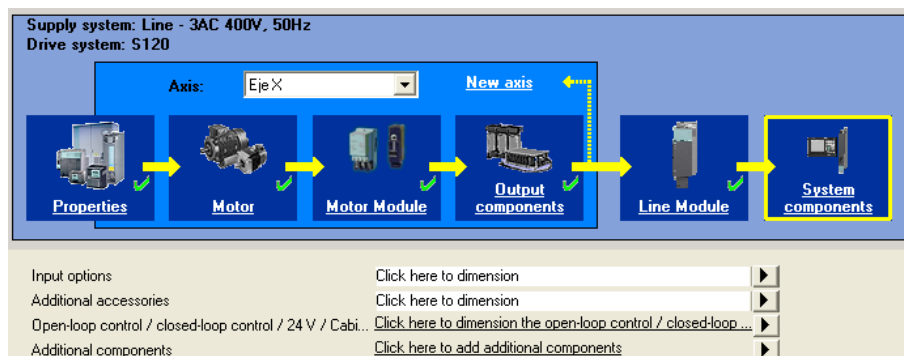


Figura 3.2.102 “System components”

A continuación se presenta una descripción de estos componentes:

- *Input options* (figura 3.2.103): esta opción dependiendo del tipo de variador de frecuencia que se haya seleccionado anteriormente, muestra una serie de opciones a elegir. En este caso el variador de frecuencia con el que se trabaja es el Sinamics S120, y las opciones que muestra para poder seleccionar son las siguientes:
 - *Switch* (interruptor): en esta opción se selecciona el tipo de interruptor que se desea incorporar al sistema.
 - *Main switch and emergency stop switch*: interruptor principal e interruptor de parada de emergencia.
 - *Switch disconnector with fuses*: interruptor de desconexión con fusible.
 - *Circuit breaker*: Circuito de corte.
 - *Line contactor*: es un derivador para la conexión de precarga de corriente continua para los dispositivos *Smart Line*. Su uso es recomendado, ya que protege el equipo de los armónicos que se producen en el arranque, por lo que se selecciona.

- *Line filter*: son filtros de entrada del convertidor que se utilizan para evitar cargas armónicas y/o tensión de interferencia causada por la red al llegar al convertidor en forma de suministro de energía. En este caso se seleccionará, ya que es recomendable su inclusión en casos en que los cables sean de gran longitud.
- *Voltage sensing module*: es un detector de tensión a partir de 16 kW para la adquisición del valor real. Este módulo se utiliza para la detección de tres fases de la tensión de la red antes que el reactor de línea, que está diseñado para el respectivo control de alimentación.
Para la configuración que se ha realizado no es necesaria su selección.

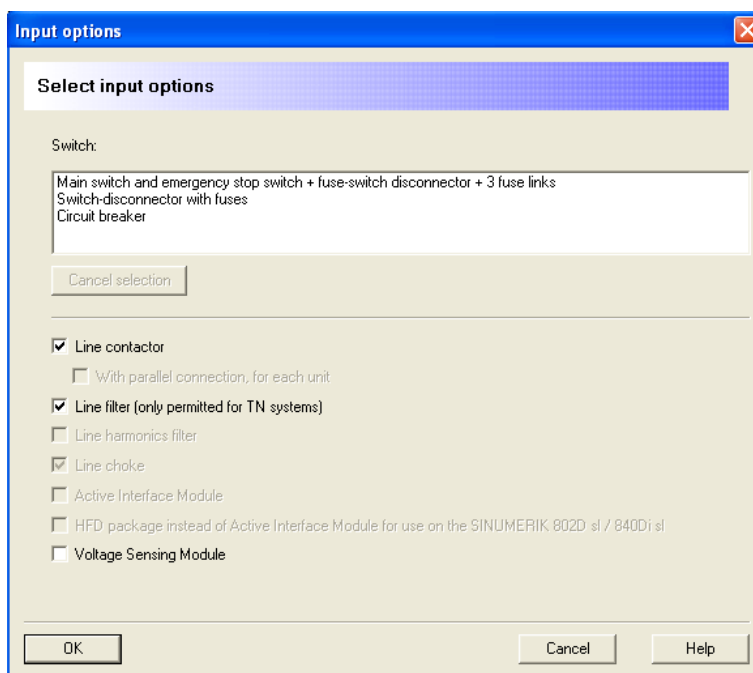


Figura 3.2.103 "Inputs options"

- *Additional accessories* (figura 3.2.104): esta opción nos permite seleccionar dos tipos de accesorios:
 - *Additional warning notices*: muestra avisos de advertencia adicionales para los componentes afectados por el sistema de accionamiento.
 - *Gland plates*: protección de los contactores de los cables de alimentación de los *Line module* y los *Motor module*.

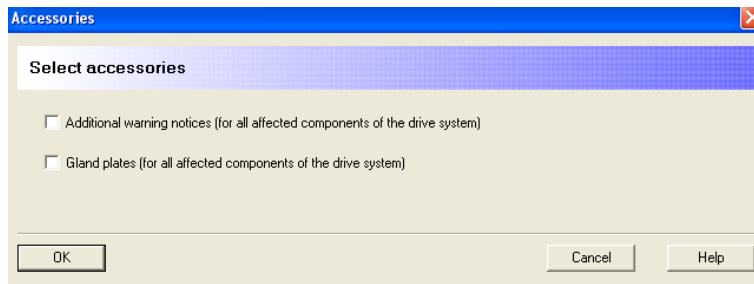




Figura 3.2.104 "Accesorios"

- *Open-loop control /closed-loop control / 24 V / Cabinet module*: esta opción mostrará al pulsarla el panel de trabajo del tercer bloque de componentes que compondrán el equipo, en el que se seleccionan los dispositivos controladores y otros elementos como la alimentación y el bastidor. El cual está representado por el icono , que se puede observar en parte superior izquierda de la pantalla global de Sizer. En el siguiente apartado se explicará en detalle este bloque de componentes.
- *Additional components*: esta opción mostrará al pulsarla el panel de trabajo de un cuarto bloque de componentes que compondrán el equipo. En este caso, se selecciona para la inclusión de componentes adicionales. Estos componentes son aquellos que Sizer no contiene en su biblioteca, pudiendo ser de la marca Siemens o de otros fabricantes. Está representado por el icono , el cual se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla global de Sizer. Para la realización de esta configuración no es necesario este cuarto bloque de componentes, por lo que no se utilizará esta opción.

Una vez configurados los sistemas mecánicos y las unidades de cada uno de los ejes y cabezal, se pasará a la última parte de la elección de equipos que conformarán el sistema, es decir, *Open-loop control /closed-loop control / 24 V / Cabinet module*.

3.2.1.3. Open-loop control /closed-loop control / 24 V / Cabinet module

Este es el último paso para la finalización de la configuración del equipo. En él se seleccionarán tanto el control de lazo abierto como lazo cerrado, la fuente de alimentación de 24 voltios y el bastidor donde se montará el controlador.

Se comienza por la selección del controlador, para ello se ha hecho doble click en el icono *New controller*, que se encuentra en la parte izquierda de la ventana de Sizer, como se puede observar en la figura 3.2.105.

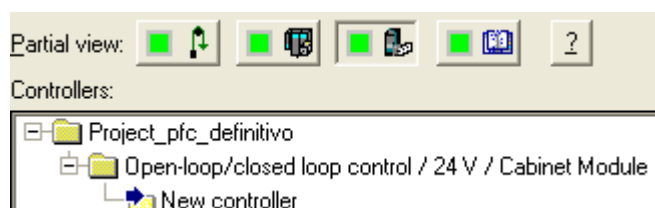


Figura 3.2.105

Acto seguido se abrirá una ventana (figura 3.2.106) en la que se muestran los distintos tipos de controlador de los que dispone Sizer, es decir, *Sinumerik*, *Simotion* y *Simatic*.

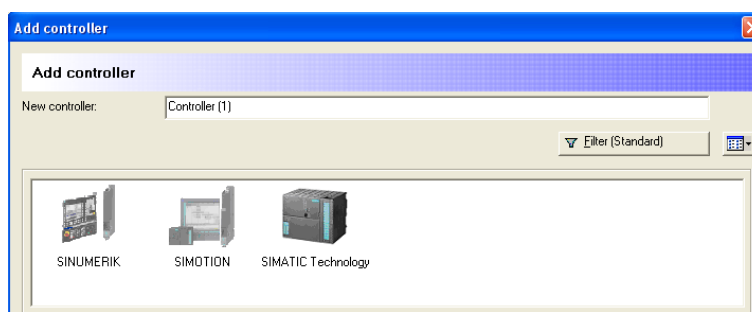


Figura 3.2.106 "Add controller"

Las características de estos tipos de controlador son:

- *Sinumerik*: plataforma de sistema homogéneo para la automatización de máquinas-herramienta, con soluciones económicas para los distintos sectores y tecnologías, basándose en el concepto del control numérico.
- *Simotion*: es un sistema de control de ejes que ofrece una solución global optimizada para máquinas de producción. Además del control de movimientos, *Simotion* es también capaz de llevar a cabo todas las tareas necesarias para la completa automatización de la máquina.

- *Simatic*: familia de controladores que ofrece numerosas funciones integradas así como potencia escalable para cumplir cualquier requisito de aplicación. Su gama comprende desde autómatas programables (PLC), equipos compuestos de PLC y panel de operador hasta controladores basados en PC.

Para la configuración que se está realizando, los controladores que mejor se adaptan son los de tipo *Sinumerik*. Por lo que se seleccionará esta opción y se pulsará *OK*.

A continuación Sizer mostrará en la parte izquierda de la pantalla (figura 3.2.107) un nuevo desplegable de nombre *Controller SINUMERIK*, dentro del cual se observan dos iconos; *Controller/Closed-loop/24V* y *S120/Line*. El primero es la herramienta de configuración del controlador de lazo cerrado y de la fuente y el segundo indica la conexión del controlador con el variador de frecuencia, que como ya se ha explicado anteriormente es el SINAMICS S120.

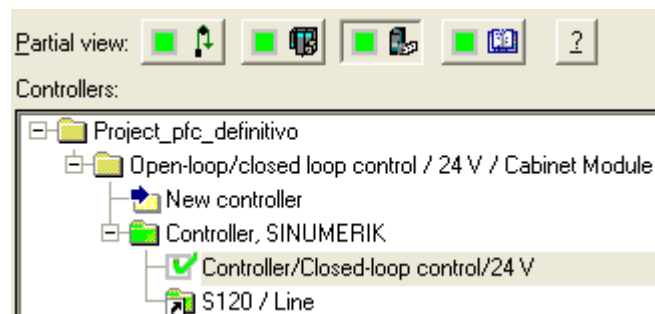


Figura 3.2.107

Haciendo doble click en el icono *Controller/Closed-loop/24V*, Sizer mostrará la pantalla de configuración del Controlador, fuente de alimentación de 24V y el bastidor, como se puede observar en la figura 3.2.108.



Figura 3.2.108

3.2.1.3.1. *Open-loop/closed-loop control electronics*

Una vez pulsado el icono “*Click here to dimension*” se abrirá una ventana en la cual se dimensionara el controlador.

Como se puede observar en la figura 3.2.109, en la parte izquierda de la ventana se puede seleccionar tres niveles de dimensionamiento del controlador, es decir, *Topology*, *Sinumerik* y *Sinamics Integrated*.

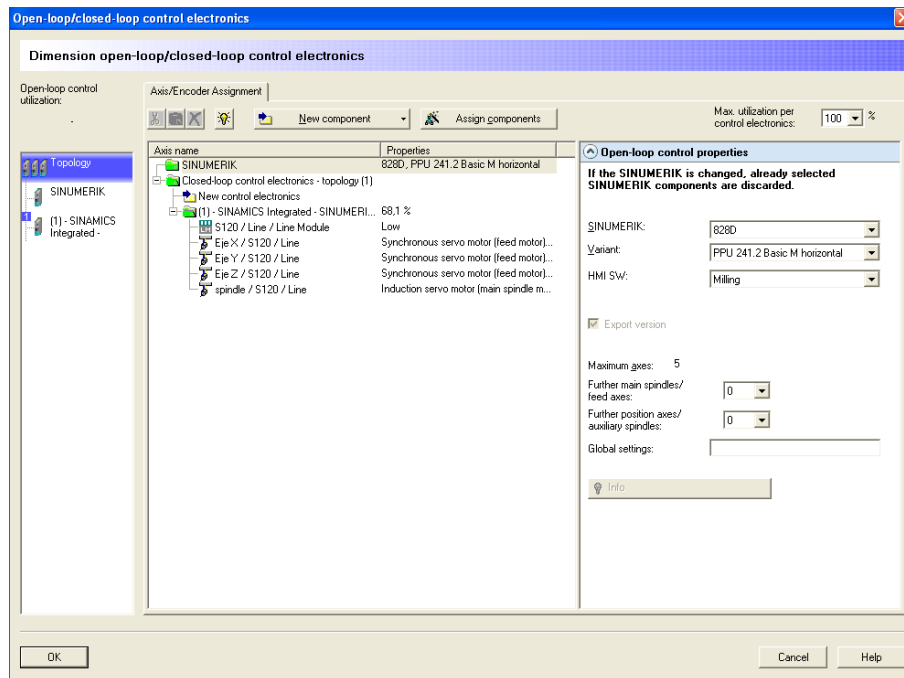


Figura 3.2.109 “Dimension open-loop/closed-loop control electronics”

- *Topology* (figura 3.2.109): en este primer nivel se seleccionará las propiedades del control numérico. Esto se realizará en la parte derecha de la ventana de dimensionamiento, donde se ha elegido: el modelo de Sinumerik, la variante o versión de este, el software HMI y la opción de incluir ejes o cabezales auxiliares.
- Sinumerik:
 - 802D sl (figura 3.2.110): SINUMERIK 802D sl es un control numérico CNC con todos sus componentes (CN, PLC, HMI) y la regulación de los accionamientos integrados en una única unidad: el panel de operador del control. La funcionalidad del control numérico resulta ideal para máquinas-herramientas estandarizadas, tanto para la producción individual como de grandes series.



Figura 3.2.110 “SINUMERIK 802D sl”

- 828D (figura 3.2.111): SINUMERIK 828D es un panel basado en un control numérico especialmente para la demanda de máquinas de torneado y fresado. Combina el CNC, PLC y el control y operación de funciones del eje en una unidad compacta diseñada para adaptarse a cualquier localización, ya sea en su versión horizontal como en la vertical.



Figura 3.2.111 “SINUMERIK 828D”

- 840D sl (figura 3.2.112): SINUMERIK 840D sl ofrece modularidad y carácter abierto, al igual que flexibilidad y estructuras uniformes en términos de manejo, programación y visualización. Ofrece una plataforma de sistema con funciones pioneras para prácticamente todas las tecnologías. Asociado a accionamientos SINAMICS S120 y PLCs SIMATIC S7-300 el SINUMERIK 840D sl constituye un sistema digital completo plenamente idóneo para las gamas media y alta.



Figura 3.2.112 “SINUMERIK 840D sl”

- 840Di sl (figura 3.2.113): SINUMERIK 840Di sl es un control numérico completamente integrado en un PC y trabaja asociado al sistema de accionamiento SINAMICS S120. Este control abierto en términos de hardware y software es sobre todo idóneo para usuarios que prefieren soluciones descentralizadas de automatización a nivel de periferia de PLC y de accionamientos y/o un control totalmente integrado en un PC.



Figura 3.2.113 “SINUMERIK 840Di sl”

Para esta opción se ha elegido el SINUMERIK 828D, ya que es el control numérico mas nuevo y a su vez el mejor concebido para la tarea para la cual se ha configurando la máquina, es decir, una fresadora.

- Variante ó versión del control numérico: se ha seleccionado la que nos muestra el programa por defecto, es decir, *PPU 241.2 Basic M Horizontal*. La cual indica que es el panel de mando máquina básico especializado en procesos de fresado y posicionamiento horizontal.
- Software HMI: siendo el desglose de las siglas HMI “*Human-Machine-Interface*”, este software es el encargado de comunicar al operario que maneje la máquina con la máquina.
Para Sinumerik 828D, el cual como ya se ha comentado anteriormente está especializado en procesos de torneado y fresado, Siemens ha diseñado un software especial de trabajo denominado SINUMERIK OPERATE, el cual tiene dos variantes *turning* (torneado) y *milling* (fresado).
En el caso de la máquina herramienta que se ha configurado, es decir una fresadora, seleccionaremos el software HMI *milling*.
- Opción de incluir ejes o cabezales auxiliares: como se puede observar en la figura 3.2.109, Sizer en la ventana de trabajo indica que el máximo número de ejes que puede controlar el controlador son 5 (*Maximum axes = 5*). En el caso de este equipo se han configurado hasta el momento 4, por lo que Sizer da la opción de añadir un eje o un cabezal extra.
Para la configuración de la fresadora que se está realizando no es necesario añadir ninguna de estas dos opciones por lo que se dejara la opción que viene por defecto, es decir, 0.
- *SINUMERIK*: en este segundo nivel se han seleccionados los extras y personalizaciones que se pueden realizar a este controlador. En este caso la ventana de trabajo que muestra Sizer (figura 3.2.114), está dividida en varias pestañas, *Controller*, *CNC software*, *HMI*, *Operator components*, *I/O*, *Repair service contracts*, *Documentation*.

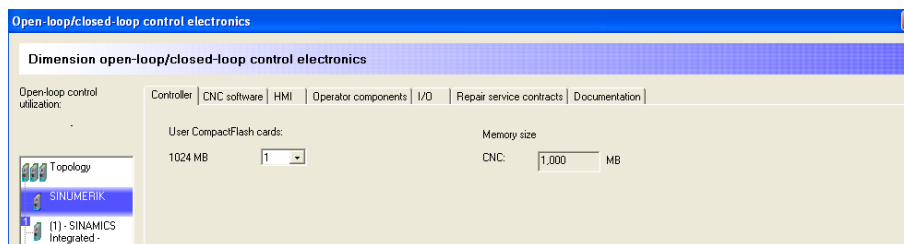


Figura 3.2.114 “Dimension open-loop/closed-loop control electronics SINUMERIK”

- **Controller** (figura 3.2.114): esta pestaña hace referencia al tamaño de memoria del CNC (control numérico), la cual de serie viene equipada con 1 MB. Y ofrece la posibilidad de aumentar la capacidad de memoria del CNC mediante tarjetas *CompactFlash* de 1024 MB de memoria. Para esta configuración se ha añadido una tarjeta *CompactFlash*, ya que no es necesaria más cantidad de memoria para almacenar la programación de la fresadora.
- **CNC software** (figura 3.2.115): es en esta pestaña donde se ha seleccionado el software adicional que encontrará el operario que maneje la máquina. Este software adicional hace referencia a las opciones bloqueadas que ofrece SINUMERIK OPERATE.

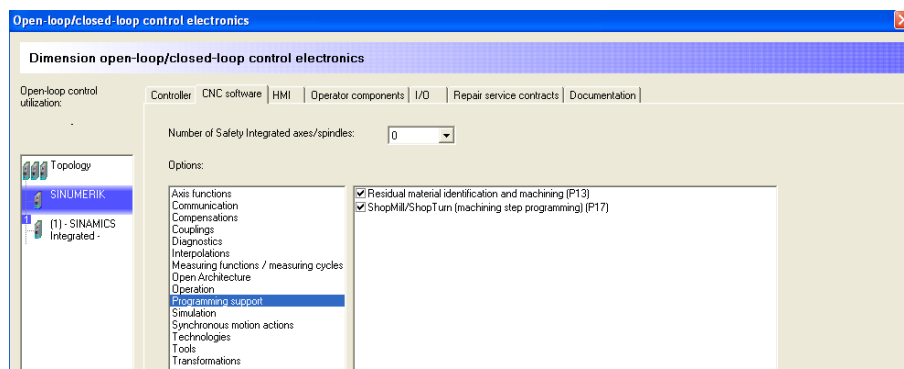


Figura 3.2.115 “CNC software”

Para la elección de este software adicional se ha tenido en cuenta el objetivo de crear una máquina de fácil manejo, por lo que se han incluido las siguientes opciones:

- *Sag compensation*: compensación caída de carnero.
 - *MCIS RCS host*: herramienta para control remoto de un CNC desde un PC.
 - *Spline interpolation*: interpolación por curva suavizada (NURBS).
 - *Measuring cycles*: ciclos de medida.
 - *Residual material identification and machining*: identificación y mecanizado de material residual.
 - *ShopMill/ShopTurn*: programa especial para diseño y mecanizado en un entorno gráfico dialogado. Shopmill es el paquete para fresado, mientras que Shopturn lo es para torneado.
 - *3D simulation*: opción de ver una simulación 3D de la pieza diseñada.
- **HMI** (figura 3.2.116): en esta pestaña se pueden seleccionar otro software adicional para el trabajo con el controlador. En este punto se ha decidido completar el paquete software con los programas de puesta en marcha *828D toolbox* que es un paquete de software que ofrece todas las herramientas necesarias para la puesta en marcha del controlador y *STARTER commisioning tool for SINAMICS* con el

cual se supervisarán y configurarán el variador de frecuencia instalado en el equipo.

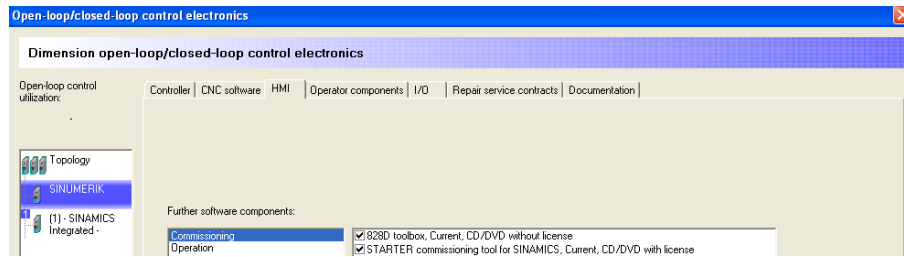


Figura 3.2.116 “HMI”

- *Operator components* (figura 3.2.117): en esta pestaña de opciones se seleccionan los componentes con los que el operario se comunicará con el controlador.

Para ello se han seleccionado dos componentes, un *Machine control panel* (panel mando máquina) y un *Handwheel* (volante portable).

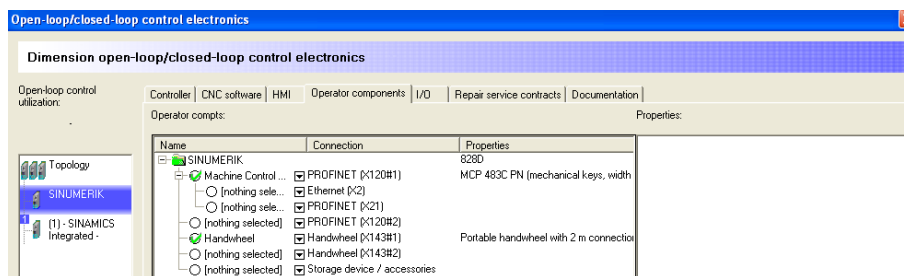


Figura 3.2.117 “Operator components”

- *Machine control panel*: se ha seleccionado el modelo 483C con comunicación profinet (Ethernet industrial aplicada a campo de trabajo). El cual como se puede observar en la figura 3.2.117, se compone de una seta para paradas de emergencia, dos selectores rotativos (uno para regular la velocidad de los motores de avance, es decir, los de los ejes y el otro para regular la velocidad de giro del cabezal), además de 50 teclas con led incorporado entre las que se encuentran unas especializadas para el proceso de fresado y otras preparadas para libre configuración.



Figura 3.2.118 “MCP 483C”

- *Handwheel*: se ha elegido un volante portable con dos metros de cable para que el operario que maneje la máquina pueda seguir y controlar el proceso de fabricación de la pieza. Este dispositivo (figura 3.2.119) dispone entre sus características de una seta de emergencia, un volante para mover los ejes en modo manual.



Figura 3.2.119 “Handwheel portable”

- *I/O* (figura 3.2.120): en esta pestaña Sizer ofrece la posibilidad de incluir un módulo de entradas y salidas para el controlador. Como se puede observar en la parte inferior de la figura 3.2.120, el controlador ya dispone de ocho canales de entrada y de otros ocho canales que pueden actuar tanto de entrada como de salida.

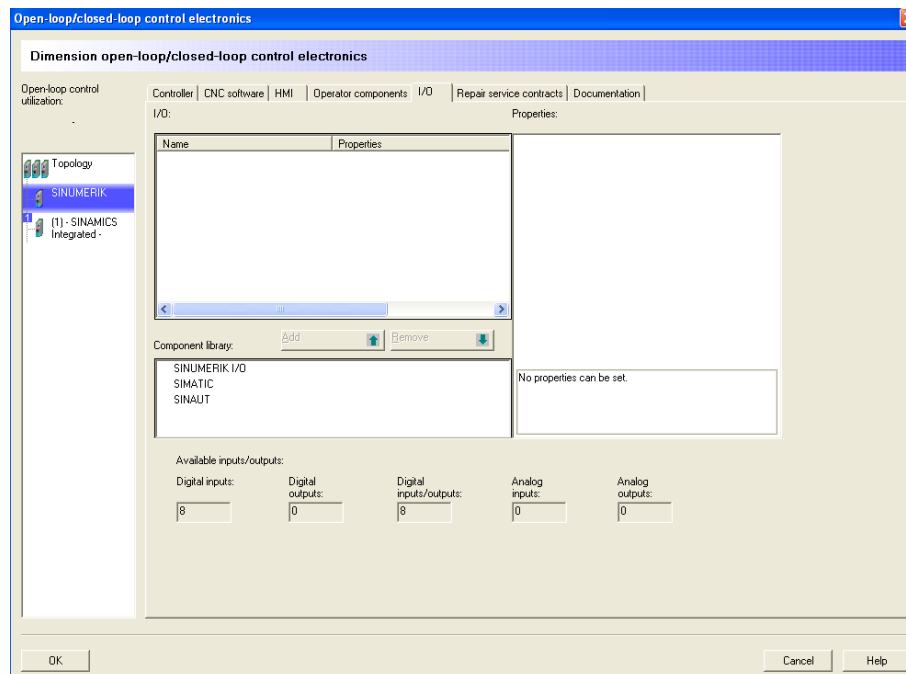


Figura 3.2.120 “I/O”

Para la configuración de la herramienta que se ha realizado no se cree que sea necesario incluir un módulo de entradas y salidas.

- *Repair service contracts* (figura 3.2.121): esta pestaña hace referencia a los servicios de reparación contratados por el cliente.

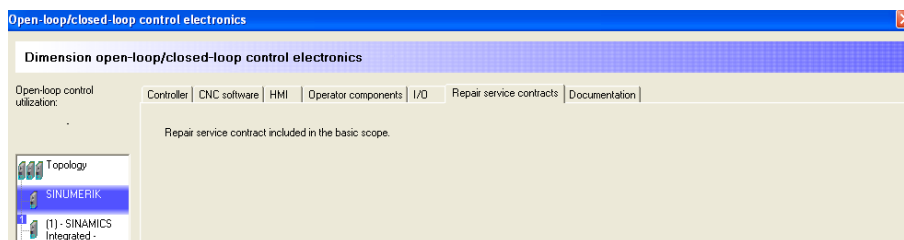


Figura 3.2.121 “Repair service contracts”

- *Documentation* (figura 3.2.122) en esta pestaña se selecciona la documentación necesaria que se entregará al cliente para la utilización del controlador.

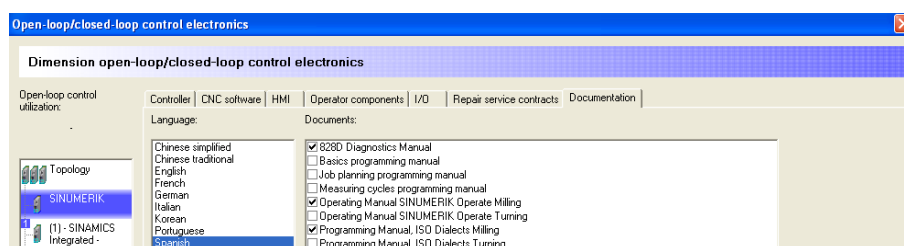


Figura 3.2.122 “Documentation”

Siguiendo el mismo objetivo que se ha seguido a lo largo de la selección de los componentes adicionales al controlador, es decir, facilitar al máximo la utilización de la máquina para el operario que la controle. Se han seleccionado los siguientes manuales en idioma español:

- *828D Diagnostics Manual*: manual que muestra las diferentes alarmas y errores que se puedan producir en cualquier proceso y su descripción con posibles soluciones.
 - *Operating Manual SINUMERIK Operate Milling*: manual para la utilización del software HMI *SINUMERIK Operate*.
 - *Programming Manual ISO Dialects Milling*: manual para programar el diseño de piezas en lenguaje ISO.
- *SINAMICS Integrated* (figura 3.2.123): en este último nivel de configuración del controlador Sizer muestra los módulos de entrada y salida que tiene incorporado el controlador. En este caso, no hay ninguno, ya que no es necesario para la configuración de la máquina.

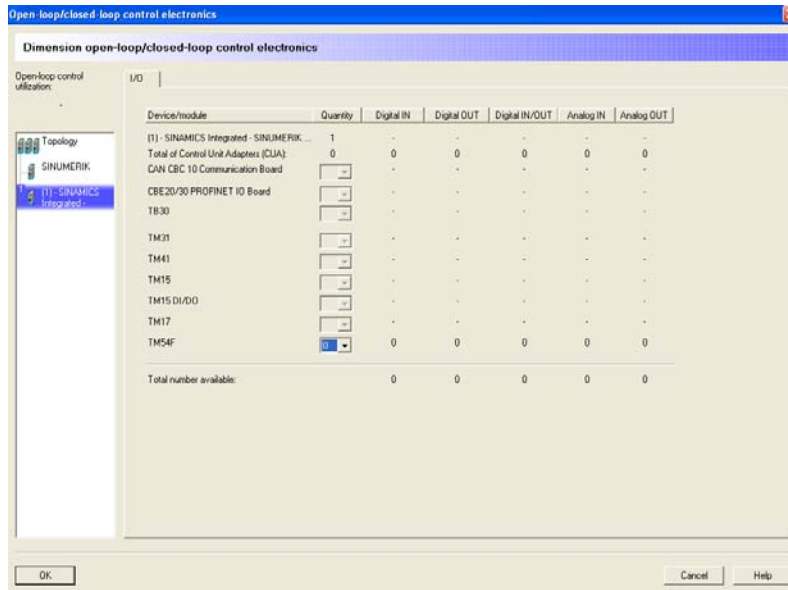


Figura 3.2.123 “Dimension open-loop/closed-loop control electronics SINAMICS-Integrated”

3.2.1.3.2. Installation arrangement

Pulsado el icono “Click here to dimension” se abrirá la ventana mostrada en la figura 3.2.124, en donde se puede observar los diferentes módulos de potencia que se han seleccionado a lo largo de la configuración, además de sus dimensiones y sus características de funcionamiento como intensidad, voltaje etc.

Este paso es fundamental para realizar la configuración de la topología DRIVE CLIQ.

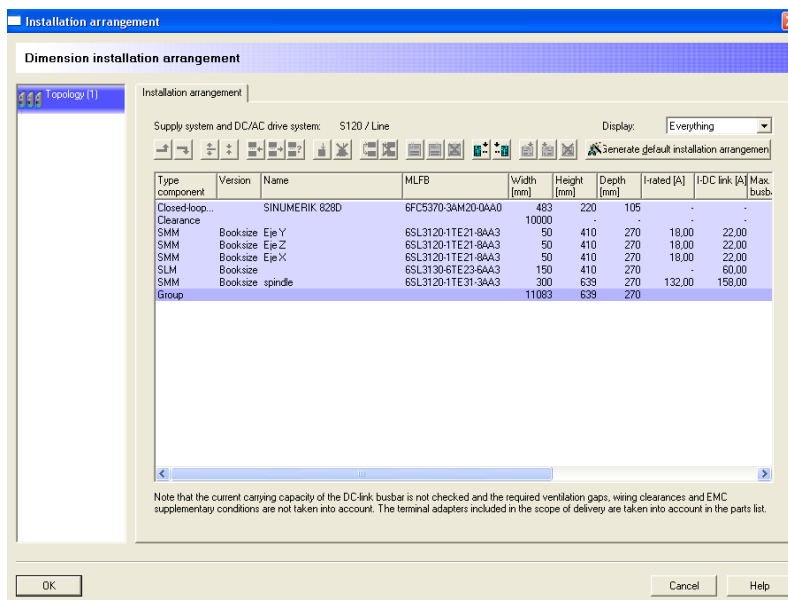


Figura 3.2.124 “Dimension installation arrangement”

3.2.1.3.3. DRIVE CLIQ topology

Pulsado el icono “Click here to dimension” se abrirá la ventana mostrada en la figura 3.2.125, en donde se puede observar un gráfico de la conexión entre los dispositivos que conforman la fresadora.

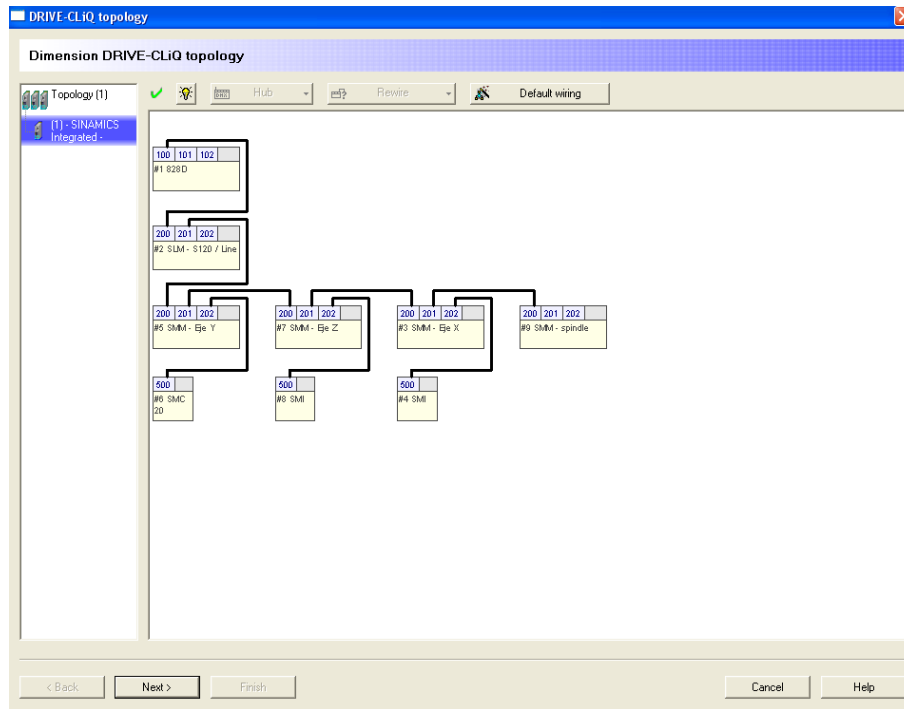


Figura 3.2.125 “Dimension DRIVE-CLiQ topology”

Estas conexiones se realizan mediante cables tipo *DRIVE CLIQ* (figura 3.2.126), el cual es un bus de comunicaciones basado en Ethernet y de uso exclusivo en dispositivos Siemens. Este tipo de cables además de comunicar los diferentes dispositivos entre sí, transmite también sus números de referencia y sus características.



Figura 3.2.126 "Drive-ClIQ"

Como se puede observar en la figura 2.2.127 la distribución de la máquina a nivel de comunicación del equipo se realiza por niveles. En primer nivel se encuentra al controlador de la máquina, es decir, *SINUMERIK 828D*, el cual se comunica con el *Drive system* (variador de frecuencia) S120, que a su vez se comunica en el tercer nivel con los Motor module de los motores, los cuales están conectados entre sí en línea. Por último

en el cuarto nivel se encuentra la comunicación entre los *Motor module* con los encoder, en el caso de que el motor correspondiente lo posea.

Una vez comprobada que la topología es correcta, se pulsa *OK* y se pasa a la siguiente ventana de la configuración de la topología.

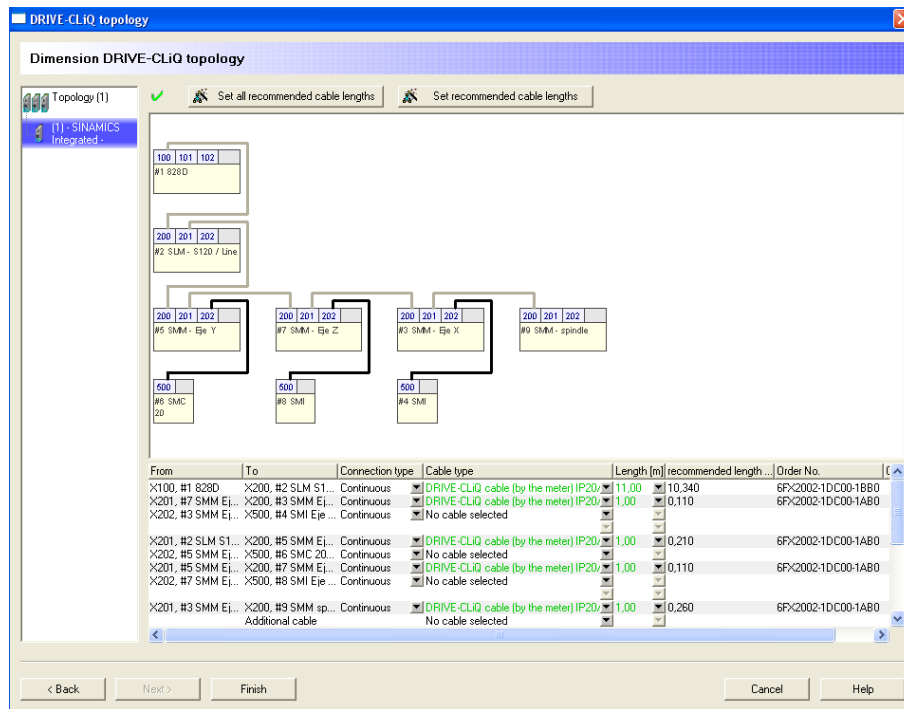


Figura 3.2.127 “Dimension DRIVE-CLiQ”

Es en este paso donde se selecciona la longitud de cada uno de los cables *Drive Cliq*. Como se puede observar en la figura 3.2.127 en la parte inferior de la ventana, aparecen cada uno de los cables *Drive Cliq* con su longitud recomendada (*recommended length*), pudiendo seleccionar en la columna contigua la longitud estandarizada que se desee. Lógicamente el programa no mostrará ningún tipo de error siempre que se elija una longitud superior a la recomendada.

En el caso de la configuración que se ha realizado, se ha ajustado al máximo las longitudes de los cables a la longitud recomendada.

3.2.1.3.4. 24 V supply

Pulsando el icono “Click here to dimension” se abrirá la ventana mostrada en la figura 3.2.128, en donde configuraremos y seleccionaremos la fuente de alimentación de 24V SITOP.

Estas fuentes están optimizadas para su aplicación industrial; son de tipo conmutado por el primario. Gracias a la tensión de salida estabilizada con exactitud, estas fuentes son apropiadas incluso para alimentar sensores sensibles. Según la intensidad de salida y el campo de aplicación se dispone de diferentes variantes.

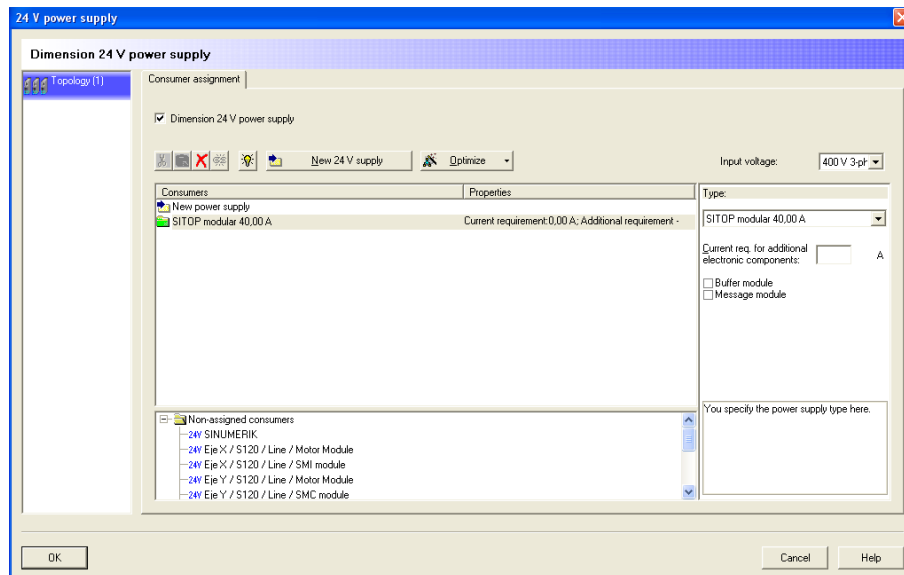


Figura 3.2.128 “Dimension 24 V power supply”

Como se puede observar en la parte central de la figura 3.2.128, por defecto Sizer muestra seleccionado un módulo SITOP de 40 A, al que se deben asignar los módulos que necesitan alimentación de 24 V de la configuración realizada.

Todos los módulos que pueden ser asignados aparecen en la parte inferior de la figura 3.2.129.

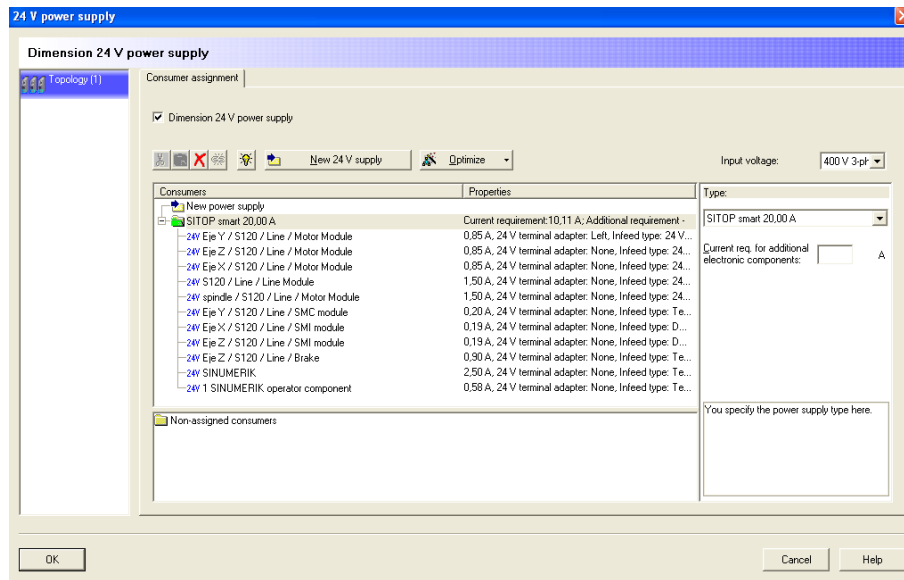


Figura 3.2.129 “Dimension 24 V power supply”

Una vez asignados todos los módulos, la ventana central de la pantalla de trabajo quedará igual que la figura 3.2.129. Donde se nos indicará que la intensidad requerida, en este caso, será de 10,11 A, por lo que el módulo de 40 A que aparece seleccionado por defecto está muy sobredimensionado.

Para ajustar mejor el módulo SITOP, se pulsará encima del icono *Optimize* y se seleccionará la opción *Smallest possible* (la menor posible). Con esta opción se consigue una fuente de alimentación más ajustada que pueda hacer frente a todo el sistema.

Por lo que finalmente se ha seleccionado una fuente de alimentación SITOP de 24 V y de 20 A de intensidad máxima.

Con la selección de la fuente de alimentación SITOP, se ha terminado la con el último paso del apartado *Open-loop control / closed-loop control / 24 V / Cabinet module* y por tanto con la configuración y selección de dispositivos que conforman la fresadora.

3.3. Resumen de dispositivos

En este apartado se va a proceder a hacer un resumen esquemático de todos los componentes que conforman el sistema que se ha configurado. Para tener una idea global de del equipo electrónico que conformará la futura fresadora, se puede observar en la figura 3.3.1 un esquema con los principales componentes del sistema.

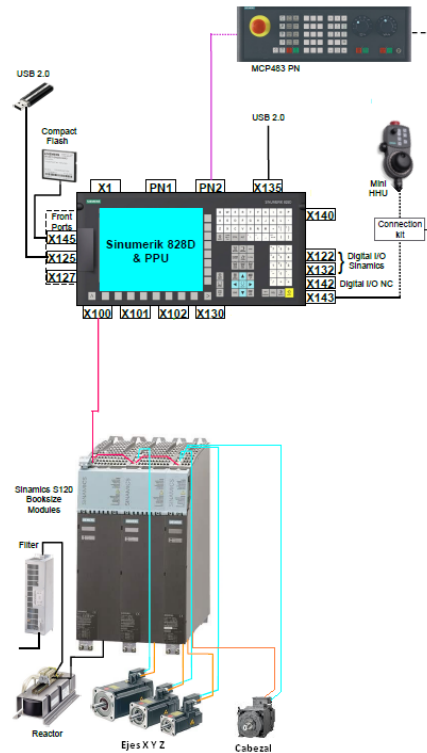


Figura 3.3.1 "Esquema de equipo configurado"

3.3.1. Controlador

Dispositivo controlador: SINUMERIK; 828D; PPU 241.2 Basic M horizontal.

- Hardware:**
1. Tarjeta CompactFlash para datos de usuario y programas con capacidad de 1024 MB.
 2. Panel de control de máquina 483C PN.
 3. Volante portátil con cable conexión de 2 m de longitud.

- Software:**
1. Software CNC, Sinumerik Operate Milling, con licencia.
 2. 828D toolbox, CD/DVD.
 3. SINAMICS STARTER, CD/DVD sin licencia.
 4. Sag compensation, multi-dimensional.
 5. MCIS RCS host.
 6. Spline interpolation.

7. Measuring cycles.
8. Residual material identification and machining.
9. ShopMill/ShopTurn.
10. 3D simulation.

Alimentación: SITOP smart 20,00 A.

3.3.2. Drive system

Familia: SINAMICS S120.

Características: Smart Line Module; 36,00 kW.

Otros componentes: 1. Line filter (filtro de línea).
2. Line choke (inductancia de línea).

3.3.3. Eje X

Tipo de motor: Servomotor síncrono 1FK7; 2,04 kW; altura de eje 80mm.

Motor module: Single; 18 A.

Cable de alimentación: MOTION CONNECT 500 sin cable de freno; 10m.

2.3.4 Eje Y

Tipo de motor: Servomotor síncrono 1FK7; 3,30 kW; altura de eje 80 mm.

Motor module: Single; 18 A.

Cable de alimentación: MOTION CONNECT 500 sin cable de freno; 10 m.

2.3.5 Eje Z

Tipo de motor: Servomotor síncrono 1FT6; 4,62 kW; altura de eje 80 mm.

Motor module: Single; 18 A.

Cable de alimentación: MOTION CONNECT 500 con cable de freno; 10 m.

2.3.6 Spindle (cabezal)

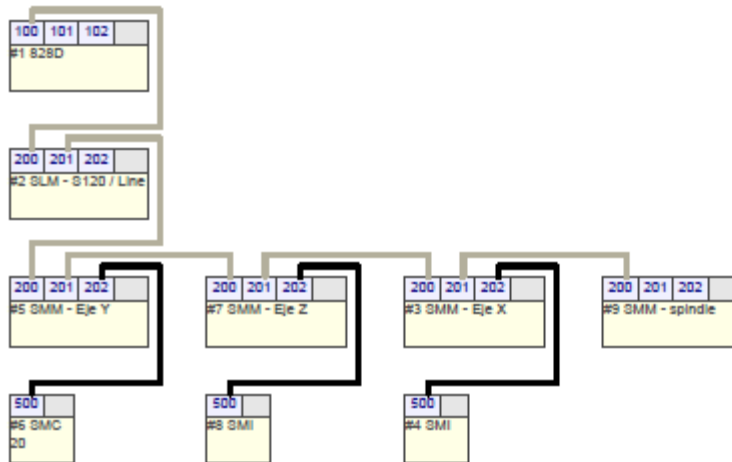
Tipo de motor: Servomotor de inducción 1PH7; 18,50 kW; altura de eje 132 mm.

Motor module: Single; 132 A.

Cable de alimentación: MOTION CONNECT 500 sin cable de freno; 10m.

4. PLANOS

4.1. Drive-Cliq topology



DRIVE-CLIQ node

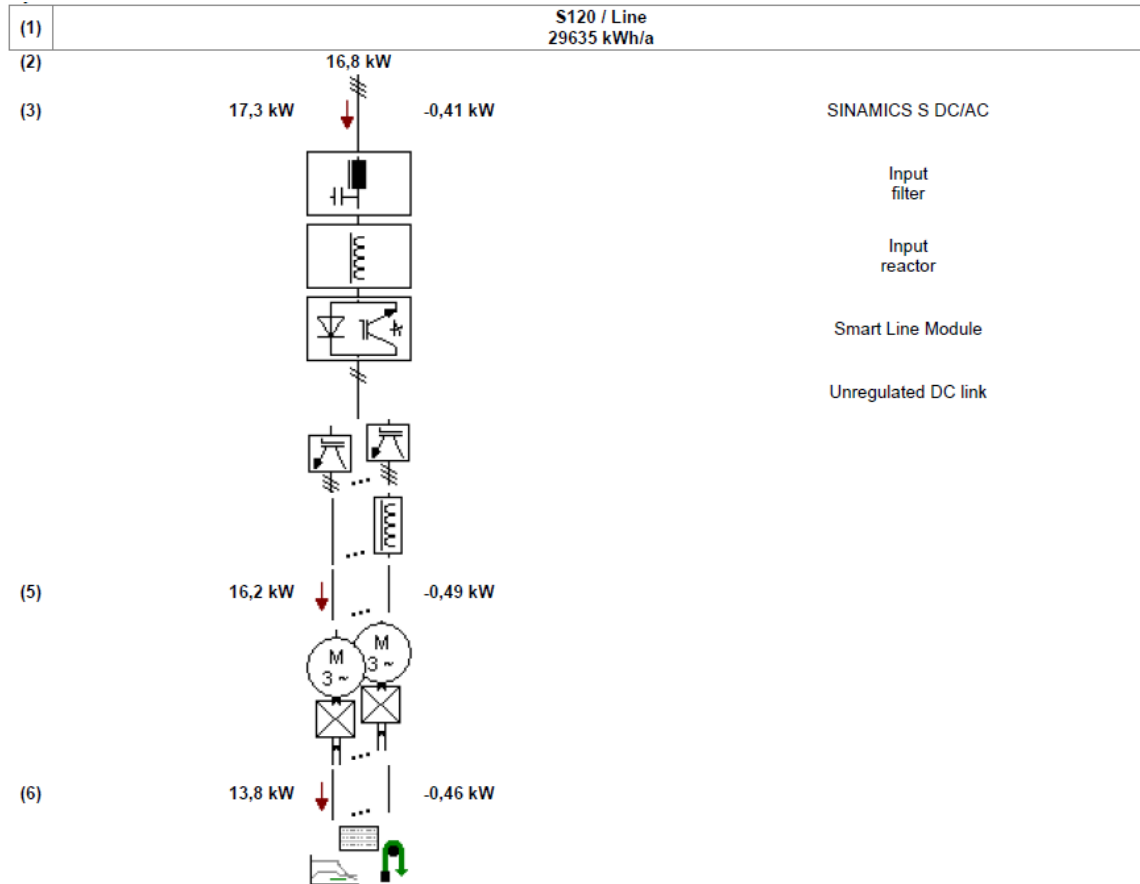
No.	Type	Name	Type of construction	Control method	Sampling time	Performance
#1	S28D					
#2	SLM	S120 / Line	Booksize		250 µs	Low
#3	SMM	Eje X / S120 / Line	Booksize	Servo	125 µs	Medium
#4	SMI	Eje X / S120 / Line, Motor encoder				
#5	SMM	Eje Y / S120 / Line	Booksize	Servo	125 µs	Medium
#6	SMC 20	Eje Y / S120 / Line, Motor encoder				
#7	SMM	Eje Z / S120 / Line	Booksize	Servo	125 µs	Medium
#8	SMI	Eje Z / S120 / Line, Motor encoder				
#9	SMM	spindle / S120 / Line	Booksize	Servo	125 µs	Medium

DRIVE-CLIQ cables

From	To	Connection type	Cable type	Length [m]	Order No.
X100, #1 S28D	X200, #2 SLM	Continuous	DRIVE-CLIQ cable (by the meter) IP20/IP20 (fixed mounting)	11,00	6FX2002-1DC00-1B80
X201, #7 SMM	X200, #3 SMM	Continuous	DRIVE-CLIQ cable (by the meter) IP20/IP20 (fixed mounting)	1,00	6FX2002-1DC00-1A80
X202, #3 SMM	X500, #4 SMI	Continuous	No cable selected		
X201, #2 SLM	X200, #5 SMM	Continuous	DRIVE-CLIQ cable (by the meter) IP20/IP20 (fixed mounting)	1,00	6FX2002-1DC00-1A80
X202, #5 SMM	X500, #6 SMC 20	Continuous	No cable selected		
X201, #5 SMM	X200, #7 SMM	Continuous	DRIVE-CLIQ cable (by the meter) IP20/IP20 (fixed mounting)	1,00	6FX2002-1DC00-1A80
X202, #7 SMM	X500, #8 SMI	Continuous	No cable selected		
X201, #3 SMM	X200, #9 SMM	Continuous	DRIVE-CLIQ cable (by the meter) IP20/IP20 (fixed mounting)	1,00	6FX2002-1DC00-1A80

Figura 4.1.1

4.2. Electrónica de potencia

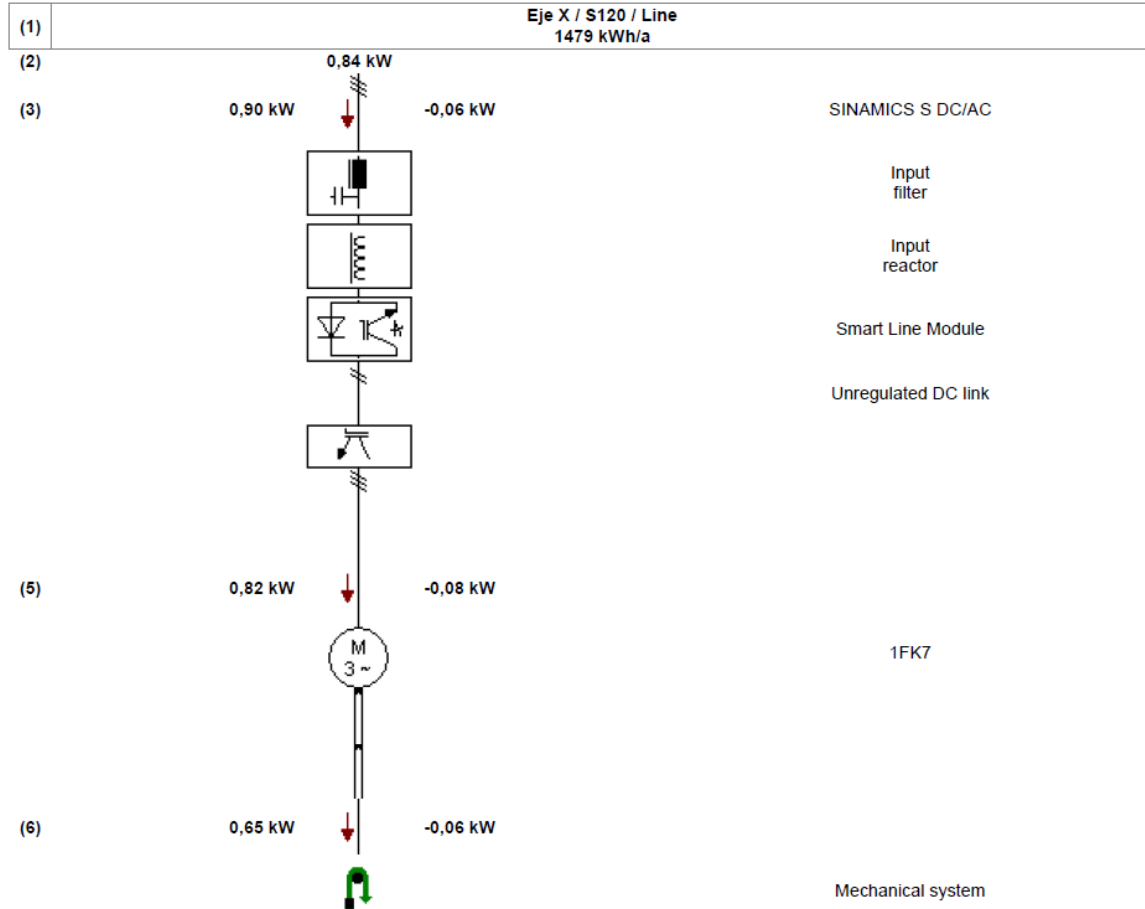


Explanation of the values

		Total energy requirement
(1)	Total energy requirement	The resulting drive power extrapolated from the project settings for the specified number of operating hours per annum.
		Powers on the drive line
(2)	Resulting drive power	Corresponds to the motoring/generating drive power.
(3)	Drive power	This value is calculated from the motoring/generating components of the load specification and is always positive. In regenerative systems, this is the power that can be fed back to the infeed.
(4)	Braking power	When dimensioning with mechanical systems, this is the power that is lost at the braking resistor in the DC link.
(5)	Motor power	This is the required electrical power of the motor.
(6)	Load power	This is the power on the load required/produced by the specification (motor shaft power).

Figura 4.2.1

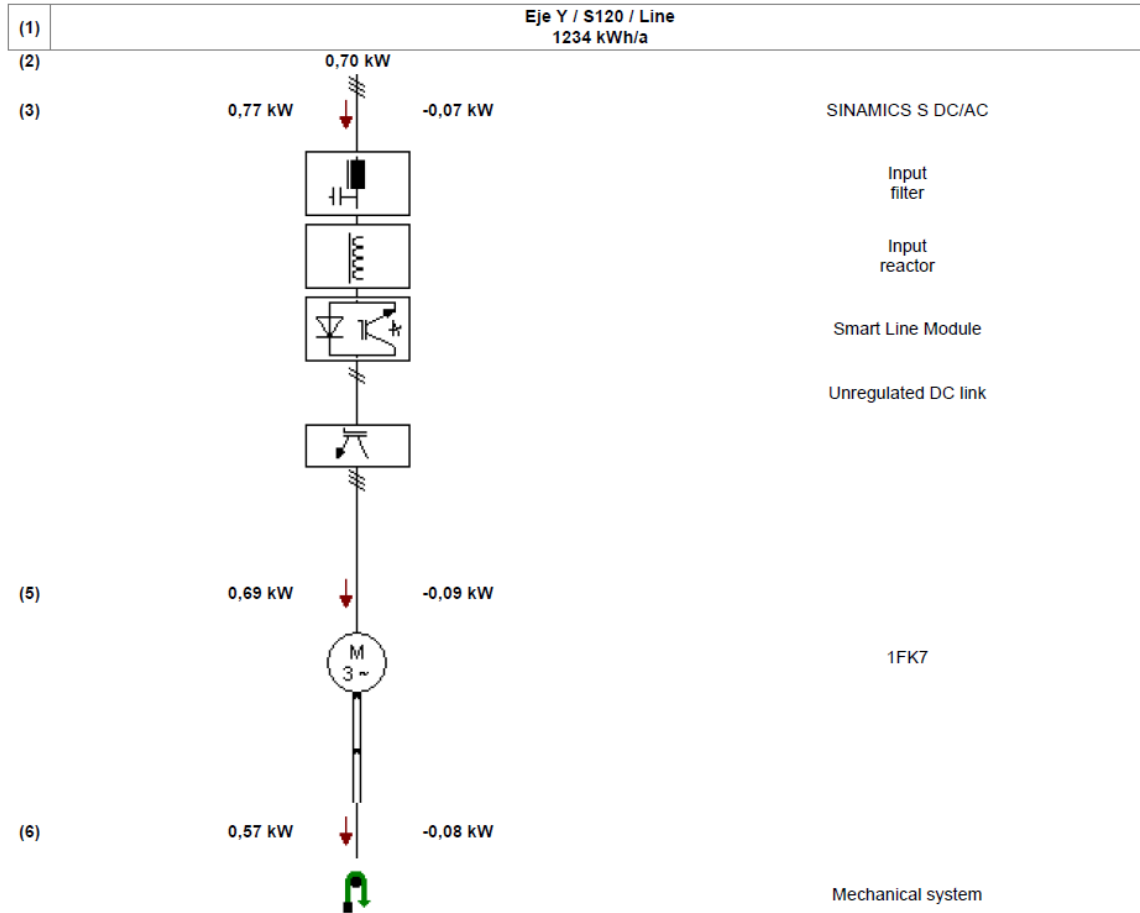
Axis view:



Explanation of the values

		Total energy requirement
(1)	Total energy requirement	The resulting drive power extrapolated from the project settings for the specified number of operating hours per annum.
		Powers on the drive line
(2)	Resulting drive power	Corresponds to the motoring/generating drive power.
(3)	Drive power	This value is calculated from the motoring/generating components of the load specification and is always positive. In regenerative systems, this is the power that can be fed back to the infeed.
(4)	Braking power	When dimensioning with mechanical systems, this is the power that is lost at the braking resistor in the DC link.
(5)	Motor power	This is the required electrical power of the motor.
(6)	Load power	This is the power on the load required/produced by the specification (motor shaft power).

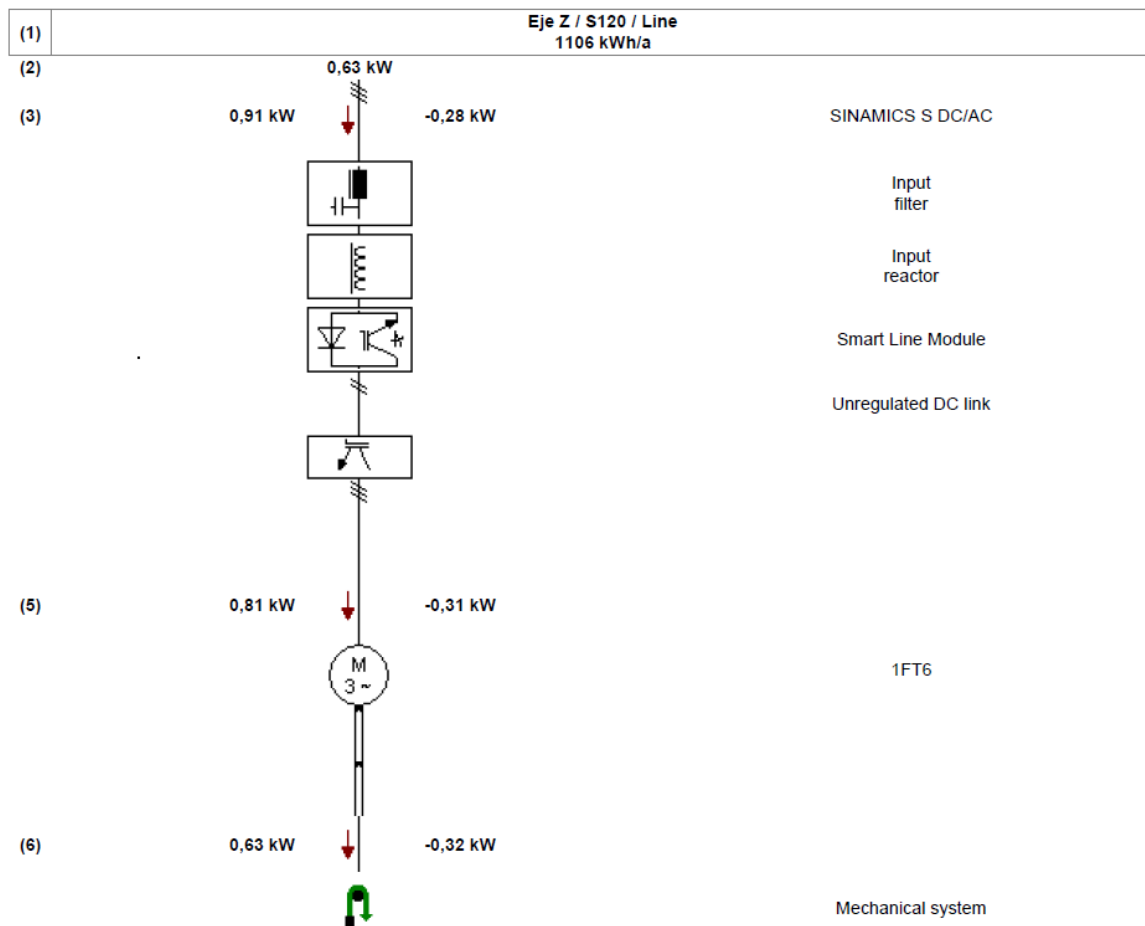
Figura 4.2.2



Explanation of the values

		Total energy requirement
(1)	Total energy requirement	The resulting drive power extrapolated from the project settings for the specified number of operating hours per annum.
		Powers on the drive line
(2)	Resulting drive power	Corresponds to the motoring/generating drive power.
(3)	Drive power	This value is calculated from the motoring/generating components of the load specification and is always positive. In regenerative systems, this is the power that can be fed back to the infeed.
(4)	Braking power	When dimensioning with mechanical systems, this is the power that is lost at the braking resistor in the DC link.
(5)	Motor power	This is the required electrical power of the motor.
(6)	Load power	This is the power on the load required/produced by the specification (motor shaft power).

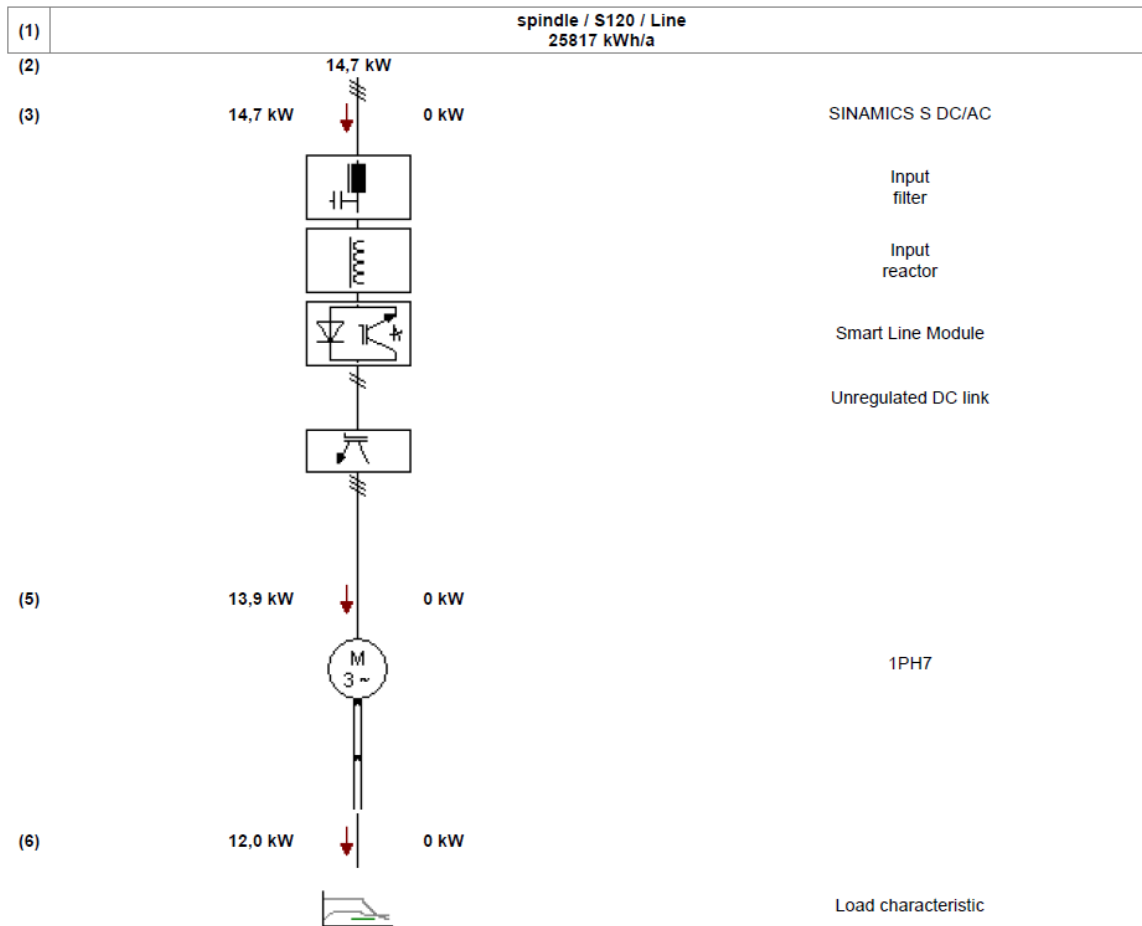
Figura 4.2.3



Explanation of the values

		Total energy requirement
(1)	Total energy requirement	The resulting drive power extrapolated from the project settings for the specified number of operating hours per annum.
		Powers on the drive line
(2)	Resulting drive power	Corresponds to the motoring/generating drive power.
(3)	Drive power	This value is calculated from the motoring/generating components of the load specification and is always positive. In regenerative systems, this is the power that can be fed back to the infeed.
(4)	Braking power	When dimensioning with mechanical systems, this is the power that is lost at the braking resistor in the DC link.
(5)	Motor power	This is the required electrical power of the motor.
(6)	Load power	This is the power on the load required/produced by the specification (motor shaft power).

Figura 4.2.4



Explanation of the values

		Total energy requirement
(1)	Total energy requirement	The resulting drive power extrapolated from the project settings for the specified number of operating hours per annum.
		Powers on the drive line
(2)	Resulting drive power	Corresponds to the motoring/generating drive power.
(3)	Drive power	This value is calculated from the motoring/generating components of the load specification and is always positive. In regenerative systems, this is the power that can be fed back to the infeed.
(4)	Braking power	When dimensioning with mechanical systems, this is the power that is lost at the braking resistor in the DC link.
(5)	Motor power	This is the required electrical power of the motor.
(6)	Load power	This is the power on the load required/produced by the specification (motor shaft power).

Figura 4.2.5

4.3. Diagrama de bloques ejes XYZ

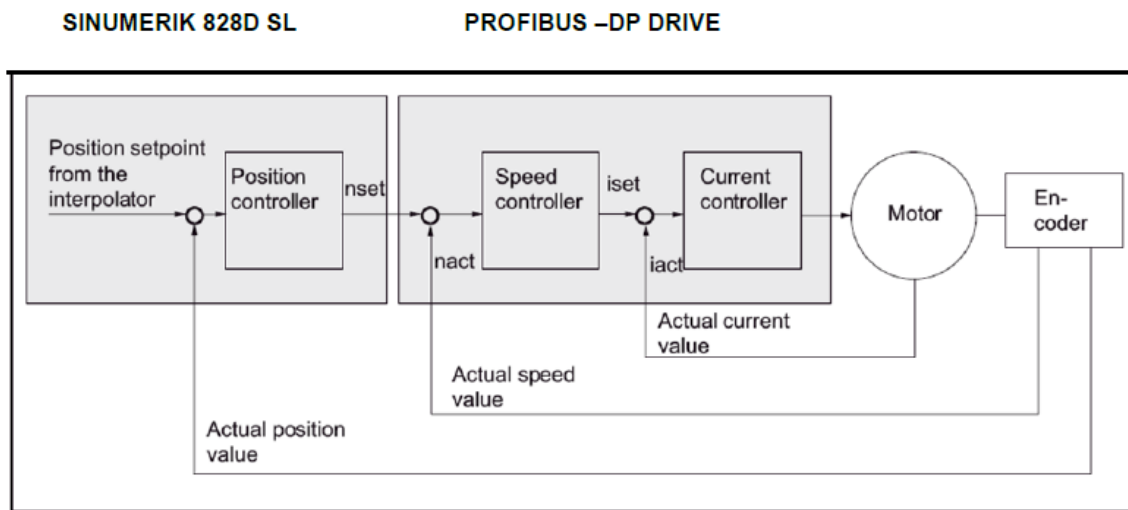


Figura 4.3.1

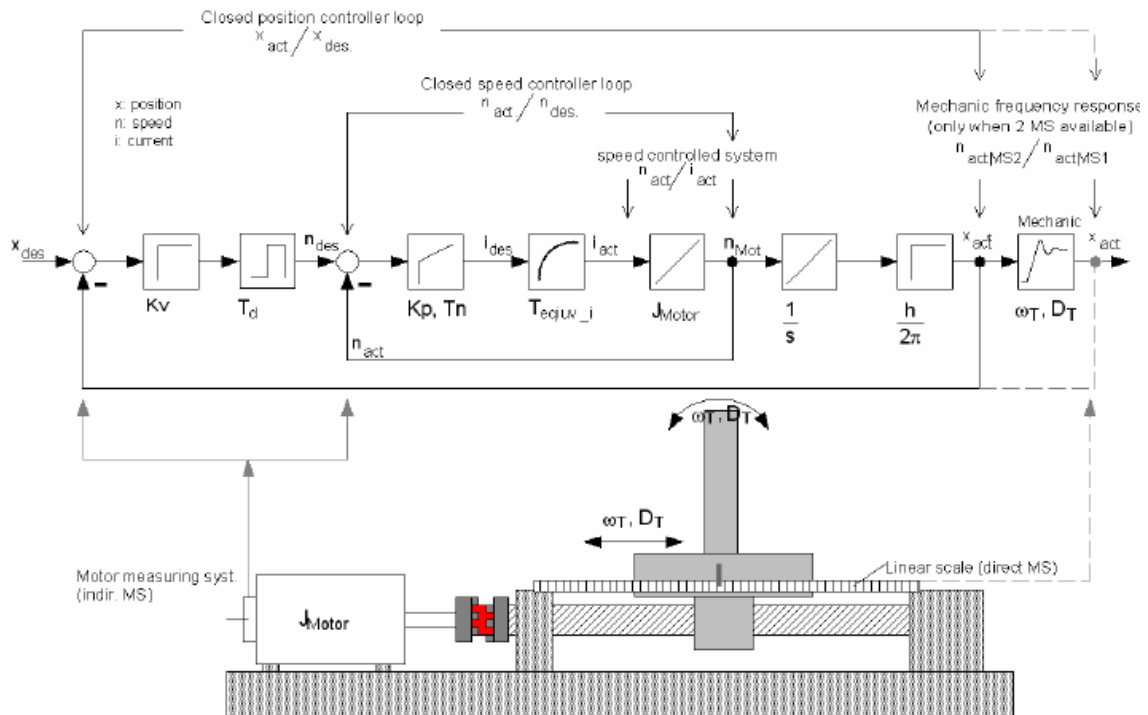


Figura 4.3.2

5. PRESUPUESTO

En este capítulo se presenta el presupuesto del proyecto realizado, en el que no se incluirán las horas de trabajo del ingeniero que ha realizado la configuración, ya que está incluida en el coste de los equipos. Mientras que la puesta en marcha de los componentes electrónicos si son incluidos en el presupuesto.

Se desglosarán en siete grupos los componentes que forman el total de la fresadora. Es decir, controlador, drive system, eje X, eje Y, eje Z, cabezal y puesta en marcha del equipo. Y un último grupo para ver el coste total del proyecto.

5.1. Controlador

Descripción	Referencia	Proveedor	Cantidad	Precio Unitario	Total sin IVA	Total con IVA
SINUMERIK; 828D; PPU 241.2 Basic M horizontal	6FC5370- 3AM20- 0AA0	SIEMENS S.A	1	3.193,00 €	3.193,00 €	3.767,74 €
CompactFlash card for user data and programs 1024 MB	6FC5313- 5AG00-0AA1	SIEMENS S.A	1	163,89 €	163,89 €	193,39 €
CNC software, Milling, CF with license	6FC5835- 2GY40-0YAO	SIEMENS S.A	1	463,50 €	463,50 €	546,93 €
Sag compensation, multi-dimensional (M55)	6FC5800- 0AM55- 0YB0	SIEMENS S.A	1	1.082,12 €	1.082,12 €	1.276,90 €
MCIS RCS host (P30)	6FC5800- 0AP30-0YB0	SIEMENS S.A	1	346,70 €	346,70 €	409,11 €

Spline interpolation	6FC5800-0AS16-0YB0	SIEMENS S.A	1	900,36 €	900,36 €	1.062,42 €
Measuring cycles	6FC5800-0AP28-0YB0	SIEMENS S.A	1	222,73 €	222,73 €	262,82 €
Residual material identification and machining	6FC5800-0AP13-0YB0	SIEMENS S.A	1	381,37 €	381,37 €	450,02 €
ShopMill/ShopTurn (machining step programming)	6FC5800-0AP17-0YB0	SIEMENS S.A	1	458,56 €	458,56 €	541,10 €
3D simulation	6FC5800-0AP25-0YB0	SIEMENS S.A	1	241,64 €	241,64 €	285,14 €
Commissioning, 828D toolbox, Current, CD/DVD without license	6FC5830-0CY00-0YA8	SIEMENS S.A	1	174,40 €	174,40 €	205,79 €
Commissioning, STARTER commissioning tool for SINAMICS, Current, CD/DVD with license	6SL3072-0AA00-0AG0	SIEMENS S.A	1	27,32 €	27,32 €	32,24 €
MCP 483C PN	6FC5303-0AF22-0AA1	SIEMENS S.A	1	797,93 €	797,93 €	941,56 €
Square key cover	6FC5248-0AF12-0AA0	SIEMENS S.A	1	52,16 €	52,16 €	61,55 €

Transparent square key cover	6FC5248-0AF21-0AA0	SIEMENS S.A	1	52,16 €	52,16 €	61,55 €
Rapid traverse dial	6FC5248-0AF30-0AA0	SIEMENS S.A	1	46,31 €	46,31 €	54,65 €
Round 40 mm mushroom pushbutton activation element (Emergency stop)	3SB3000-1HA20	SIEMENS S.A	1	20,20 €	20,20 €	23,84 €
Feed / rapid traverse override rotary switch	6FC5247-0AF13-1AA0	SIEMENS S.A	1	75,43 €	75,43 €	89,01 €
Spindle / rapid traverse override rotary switch	6FC5247-0AF12-1AA0	SIEMENS S.A	1	75,43 €	75,43 €	89,01 €
Portable handwheel with 2 m connection cable	6FC9320-5DE02	SIEMENS S.A	1	517,26 €	517,26 €	610,37 €
828D Diagnostics Manual, Spanish	6FC5398-6BP10-4EA0	SIEMENS S.A	1	114,61 €	114,61 €	135,24 €
Programming Manual, ISO Dialects Milling, Spanish	6FC5398-7BP10-1EA0	SIEMENS S.A	1	44,64 €	44,64 €	52,68 €

Operating Manual SINUMERIK Operate Milling, Spanish	6FC5398- 7CP20-OEA0	SIEMENS S.A	1	105,77 €	105,77 €	124,81 €
DRIVE-CLiQ cable; DRIVE-CLiQ cable (by the meter) IP20/IP20 (fixed mounting); 1,00 m	6FX2002- 1DC00-1AB0	SIEMENS S.A	4	52,09 €	208,36 €	245,86 €
DRIVE-CLiQ cable; DRIVE-CLiQ cable (by the meter) IP20/IP20 (fixed mounting); 11,00 m	6FX2002- 1DC00-1BB0	SIEMENS S.A	1	86,69 €	86,69 €	102,29 €
SITOP smart 20,00 A	6EP1436- 2BA10	SIEMENS S.A	1	176,00 €	176,00 €	207,68 €
TOTAL						11.833,68 €

Tabla 5.1.1"Coste del Controlador"

5.2. Drive system

Descripción	Referencia	Proveedor	Cantidad	Precio Unitario	Total sin IVA	Total con IVA
Smart Line Module; 36,00 kW	6SL3130-6TE23-6AA3	SIEMENS S.A.	1	2.080,19 €	2.080,19 €	2.454,62 €
Line filter	6SL3000-0BE23-6DA1	SIEMENS S.A.	1	218,52 €	218,52 €	257,85 €
Line choke	6SL3000-0CE23-6AA0	SIEMENS S.A.	1	545,26 €	545,26 €	643,41 €
TOTAL						3.355,88 €

Tabla 5.2.1 "Coste del Drive system"

5.3. Eje X

Descripción	Referencia	Proveedor	Cantidad	Precio Unitario	Total sin IVA	Total con IVA
Single Motor Module; 18,00 A	6SL3120-1TE21-8AA3	SIEMENS S.A.	1	1.134,65 €	1.134,65 €	1.338,89 €
Motor supply cable; MOTION CONNECT 500 without brake cable (fixed mounting); 10,0 m	6FX5002-5CS21-1BA0	SIEMENS S.A.	1	172,25 €	172,25 €	203,26 €
Synchronous servo motor (feed motor) 1FT/1FK; 2,04 kW; Shaft height 80 mm	1FK7086-7AF71-1FG0	SIEMENS S.A.	1	2.224,41 €	2.224,41 €	2.624,80 €
TOTAL						4.166,95 €

Tabla 5.3.1 "Coste del Eje X"

5.4. Eje Y

Descripción	Referencia	Proveedor	Cantidad	Precio Unitario	Total sin IVA	Total con IVA
Single Motor Module; 18,00 A	6SL3120-1TE21-8AA3	SIEMENS S.A.	1	1.134,65 €	1.134,65 €	1.338,89 €
Motor supply cable; MOTION CONNECT 500 without brake cable (fixed mounting); 10,0 m	6FX5002-5CS01-1BA0	SIEMENS S.A.	1	140,11 €	140,11 €	165,33 €
SMC 20	6SL3055-0AA00-5BA3	SIEMENS S.A.	1	201,72 €	201,72 €	238,03 €
Synchronous servo motor (feed motor) 1FT/1FK; 3,30 kW; Shaft height 80 mm	1FK7083-2AF71-1EG0	SIEMENS S.A.	1	1.501,93 €	1.501,93 €	1.772,28 €
TOTAL						3.514,52 €

Tabla 5.4.1 "Coste del Eje Y"

5.5. Eje Z

Descripción	Referencia	Proveedor	Cantidad	Precio Unitario	Total sin IVA	Total con IVA
Single Motor Module; 18,00 A	6SL3120-1TE21-8AA3	SIEMENS S.A.	1	1.134,65 €	1.134,65 €	1.338,89 €
Motor supply cable; MOTION CONNECT 500 with brake cable (fixed mounting);10,0 m	6FX5002-5DS21-1BA0	SIEMENS S.A.	1	195,71 €	195,71 €	230,94 €
Synchronous servo motor (feed motor) 1FT/1FK; 4,62 kW; Shaft height 80 mm	1FT6084-8AF71-4FH0	SIEMENS S.A.	1	3.613,36 €	3.613,36 €	4.263,76 €
TOTAL						5.833,59 €

Tabla 5.5.1 "Coste del Eje Z"

5.6. Cabezal

Descripción	Referencia	Proveedor	Cantidad	Precio Unitario	Total sin IVA	Total con IVA
Single Motor Module; 132,00 A	6SL3120-1TE31-3AA3	SIEMENS S.A.	1	5.242,49 €	5.242,49 €	6.186,14 €
Motor supply cable; MOTION CONNECT 500 without brake cable (fixed mounting); 10,0 m	6FX5008-1BB25-1BA0	SIEMENS S.A.	1	199,40 €	199,40 €	235,29 €
Induction servo motor (main spindle motor) 1PH7/1PL6; 18,50 kW; Shaft height 132 mm	1PH7135-2AF00-0BA0	SIEMENS S.A.	1	1.952,92 €	1.952,92 €	2.304,45 €
TOTAL						8.725,88 €

Tabla 5.6.1 "Coste del Cabezal"

5.7. Puesta en marcha del equipo

Descripción	Referencia	Proveedor	Cantidad (h)	Precio Unitario	Total sin IVA	Total con IVA
Programación básica del PLC	-	SIEMENS S.A.	30	79,54 €	2.386,20 €	2.815,72 €
Puesta en marcha de ejes + funciones básicas	-	SIEMENS S.A.	24	79,54 €	1.908,96 €	2.252,57 €
TOTAL						5.068,29 €

Tabla 5.7.1 "Puesta en marcha del equipo"

5.8. Total del proyecto

Descripción	Total con IVA
Controlador	11.833,68 €
Drive system	3.355,88 €
Eje X	4.166,95 €
Eje Y	3.514,52 €
Eje Z	5.833,59 €
Cabezal	8.725,88 €
Puesta en marcha	5.068,29 €
TOTAL	42.498,79 €

Tabla 5.8.1 "Coste total del proyecto"

Finalmente el coste total de los componentes de la configuración asciende a 42.498,79 € de los que como se puede observar en la figura 5.8.1, el 28% del coste total es el gasto de la parte que engloba el controlador, tanto hardware como software.

De la figura 5.8.1 también podemos observar que el coste de los Ejes X e Y es muy similar, siendo superior el del Eje Z por razones como por ejemplo la inclusión de un freno de parada en el motor, lo cual encarece el precio de este.

Coste del proyecto

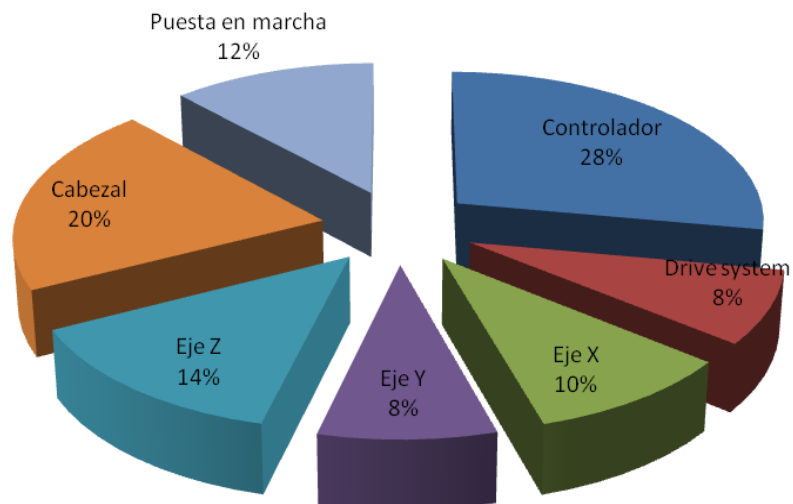


Figura 5.8.1 "Coste del proyecto"

6. CONCLUSIÓN

En este proyecto se ha llevado a cabo la configuración y selección del equipo electrónico de una fresadora de tres ejes y cabezal, a partir de la petición de un cliente, el cual facilita las características técnicas de los sistemas mecánicos que conformarán la futura máquina.

Para la realización de dicho objetivo, ha sido necesario un proceso de aprendizaje que incluye los siguientes puntos:

- Conocimiento e introducción al mundo de la máquina herramienta: en que se basan, principales equipos y sus utilidades, composición de estos y funcionamiento.
- Estudio y comprensión de sistemas mono eje y multieje con control de posición: equipos que componen dichos sistemas, sistemas de medida, utilización y características de los diferentes tipos de encoder.
- Estudio los diferentes equipos de la firma Siemens: tipos y usos de los principales productos del sector industria de la marca Siemens (controladores, accionamientos, motores, autómatas, etc).
- Manejo de la herramienta informática Sizer y de su complemento CAD Reader.

Una vez realizado este proceso de aprendizaje, se ha llevado a cabo el proyecto con los principales requerimientos que planteo el cliente: un coste del equipo reducido, eficiencia energética y un futuro fácil manejo para el operario que utilice la fresadora.

Teniendo en cuenta estos requerimientos, se han seleccionado los siguientes componentes:

- Controlador: se ha seleccionado el controlador *Sinumerik 828D* de tipo CNC, al cual se le ha completado el hardware con un panel de control de la máquina (MCP) y un volante portable. Respecto al software, se ha equipado al controlador con *Sinumerik Operate*, el cual para cumplir con el requerimiento de fácil manejo se ha completado con la opción *ShopMill* y varios extras como por ejemplo visualización de una simulación 3D de la pieza a mecanizar.
- Drive system: para este componente se ha seleccionado el accionamiento *Sinamics S120*, el cual nos permite controlar un sistema multieje y cumplimenta otro de los principales requerimientos del cliente, la eficiencia energética, con su módulo *Smart Line*.
- Ejes X Y Z: para cada uno de los tres ejes se han seleccionado los mismo tipos de dispositivos, cada uno de los cuales ha sido elegido a partir de los datos de los sistemas mecánicos que ha facilitado el cliente. Estos dispositivos un motor

- síncrono con encoder absoluto multivuelta y su respectivo *Motor module* y cable de alimentación.
- Cabezal: para este apartado se ha tenido en cuenta el tipo de configuración de cabezal que se ha requerido, es decir, de potencia constante. Los dispositivos elegidos han sido un motor de inducción sin encoder, puesto que no es necesario y su respectivo *Motor module* y cable de alimentación.

Como conclusión final cabe destacar que se ha efectuado de forma satisfactoria la configuración de la fresadora cumpliendo, por tanto, con el objetivo planteado en este proyecto por el cliente.

6.1. Trabajos futuros y posibles ampliaciones

Los siguientes pasos para la conformación final de la herramienta serían el montaje del equipo electrónico junto con los sistemas mecánicos. Una vez realizado este proceso, se llevará a cabo la realización de la puesta en marcha de los dispositivos electrónicos, es decir, configurar y probar todos y cada uno de los sistemas instalados funcionen correctamente. Finalmente se hará el proceso de regulación de los ejes de la fresadora para que esta, sea todo lo precisa que su equipamiento lo permita.

6.1.1. Posibles ampliaciones y mejoras del sistema

Dentro de las posibles mejoras del sistema, dos destacan principalmente en relación a los requisitos que ha propuesto el cliente:

- En primer caso, para mejorar la eficiencia energética, en el *Drive system*, en vez de seleccionar un módulo *Smart Line*, se seleccionaría un módulo *Active Line*. Con el cual se mejoraría la calidad de energía devuelta a la red.
- El segundo caso, es para mejorar la precisión del sistema. Para lo cual, la mejor opción sería la inclusión de un encoder externo para cada uno de los ejes. Cada uno de estos encoders estaría situado en el sistema mecánico, en este caso, en el husillo a bolas. De esta forma podríamos comparar la medida del encoder que el motor tiene equipado y el encoder del posicionamiento del husillo.

Las posibles ampliaciones del sistema se ven reflejadas en el esquema de la figura 6.1.1. Todos estos dispositivos se explicarán a continuación:

- *NX 10 Module*: con este módulo se podría llegar a controlar con el control numérico hasta 8 ejes, sin él, *Sinumerik 828D* puede controlar hasta 6 ejes.
- *DMC20 Drive-Cliq Hub*: con este módulo se consiguen 5 puertos Drive-Cliq adicionales para el sistema.
- *Sensors Module*: con este sistema se consigue codificar señales externas para enviarlas por Drive-Cliq.

7. Bibliografía

- Manual CN/CNC 1998.
Autor: Hans B. Kief. Editorial: Gran DUC.
- SINUMERIK & SINAMICS - Equipamientos para máquinas-herramienta (2)
Catálogo NC 61 2010.
Autor: Siemens.
- Sinamics Drives - Catálogo D21.3 2009
Autor: Siemens
- Doc on CD: Documentación técnica I DT MC MT 2011
Autor: Siemens
- Sinumerik 828D - Commissioning Documentation
Autor: Siemens
- Apuntes asignatura Robótica industrial
Autor: Alberto Jardón Huete
Universidad Carlos III de Madrid
Curso de adaptación al grado en electrónica y automática
Curso 2010/2011
- Apuntes asignatura Procesos de fabricación
Autor: Jose Luis Cantero Guisandez
Universidad Carlos III de Madrid
Ingeniería técnica industrial el electrónica industrial
Curso 2008/2009
- www.AFM.es (1)
Página web de la Asociación Española de Fabricantes de Máquina-Herramienta.
4/10/2011
- <http://www.siemens.com/entry/es>
Página web de Siemens S.A.
15/02/2012
- <http://www.automation.siemens.com>
Página web de Siemens.
15/02/2012

8. Anexos

8.1. Anexo - Datos técnicos

Customer:

Plant:

2. Technical data

• Line

- Line data

Voltage	400 V
Frequency	50 Hz
Number of phases	3
Allowance for short term supply fluctuations	Yes

• S120 / Line

- SINAMICS S DC/AC

DC link	Smart Line Module (unregulated DC link)
Configure in the smart mode	No
Cooling method	Internal air cooling
Sum of the DC link capacitances (without braking components)	4,890 mF
Maximum precharging limit	20,000 mF

- Input options

Line contactor	3RT1045
Line filter	6SL3000-0BE23-6DA1
Line choke	6SL3000-0CE23-6AA0

- Line Module

Order No.	6SL3130-6TE23-6AA3
Product name	Smart Line Module
Connected in parallel	1
Line Module / ambient conditions	
Installation altitude	1000 m
Ambient temperature	40 °C
Line Module / catalog data	
Rated power of a module	36,00 kW
Peak power of a module	70,00 kW
Compliance with Category C2 limit	No
Dimensions (height x width x depth)	150 x 410 x 270 mm
Line Module / load-specific data	
Available power	36,00 kW
Avail. peak power	70,00 kW
Line Module / DC link power	
Evaluation	Power classes
Power class 1	
Effective power	1,50 kW
Peak power	27,43 kW
Power range	0,00 kW - 1,80 kW
Axis	Eje X
Effective power	0,96 kW
Peak power	9,18 kW
Continuous	No
Axis	Eje Y
Effective power	0,84 kW
Peak power	9,28 kW
Continuous	No
Axis	Eje Z
Effective power	1,20 kW
Peak power	8,97 kW
Continuous	No
Calculated coincidence factor	0,50
Coincidence factor for max. motor DC link power	1,00
Power class 3	
Effective power	14,41 kW
Peak power	14,41 kW
Power range	8,80 kW - 31,00 kW

Customer:

Plant:

Axis	spindle
Effective power	14,41 kW
Peak power	14,41 kW
Continuous	Yes
Calculated coincidence factor	1,00
Coincidence factor for max. motor DC link power	1,00
Total	
Effective power	15,92 kW
Peak power	41,85 kW

• Eje X / S120 / Line
- Motor Module

Order No.	6SL3120-1TE21-8AA3
Product name	Single Motor Module
Connected in parallel	1
Drive-based Safety Integrated	None
Motor Module / ambient conditions	
Installation altitude	1000 m
Ambient temperature	40 °C
Motor Module / catalog data	
Rated current of a module	18,00 A
Peak current	36,00 A
Dimensions (height x width x depth)	50 x 410 x 270 mm
Motor Module / load-specific data	
Available current	18,00 A
Available peak current	36,00 A
Pulse frequency factory setting	4000 Hz
Required pulse frequency	4000 Hz

- Motor supply cable

Cable type	MOTION CONNECT 500 without brake cable (fixed mounting)
Laying method	DIN EN 60204-1
Cable cross-section	1 * 4x1.5 mm ²
Order No.	6FX5002-5CS21-1BA0
Cable length	10,0 m

- Motor

Order No.	1FK7086-7AF71-1FG0
Motor / ambient conditions	
Installation altitude	1000 m
Ambient temperature	40 °C
Temperature rise class	F/100K
Dimensioning with field weakening operation	No
Motor / catalog data (100K values)	
Motor type	1FK7
Version	High dynamic
Calculated power	8,80 kW
Static torque	28,00 Nm
Rated torque	6,50 Nm
Stall current	21,00 A
Rated current	5,50 A
Rated speed	3000,00 rpm
Axis height	80 mm
Efficiency	0,850
Encoder	Absolute encoder multiturm (>= 22-bit / 2048 S/R)
Encoder evaluation	Motor integrated
Cooling method	Self-cooling
Holding brake	Without holding brake
Shaft end	Plain
Radial eccentricity tolerance	N
Vibration severity grade	A
Degree of protection	IP 64

Customer:

Plant:

Type of construction	IM B5 (IM V1, IM V3)
Direction of connection	270 degree rotatable
Paint finish	Without paint finish
Motor / calculated data	
RMS motor current	6,27 A
Maximum motor current	25,79 A
Thermal utilization	42,6 %
Utilization of the max. possible torque	50,8 %
External moment of inertia / motor moment of inertia	3,14
Load speed / rated speed	0,513
Load data on the motor shaft	
Load type	Ball screw
Effective load torque	8,19 Nm
Mean speed	1538,46 rpm
Peak torque	34,00 Nm
Speed at peak torque	833,33 rpm
Max. speed	2500,00 rpm

• Eje Y / S120 / Line
- Motor Module

Order No.	6SL3120-1TE21-8AA3
Product name	Single Motor Module
Connected in parallel	1
Drive-based Safety Integrated	None
Motor Module / ambient conditions	
Installation altitude	1000 m
Ambient temperature	40 °C
Motor Module / catalog data	
Rated current of a module	18,00 A
Peak current	36,00 A
Dimensions (height x width x depth)	50 x 410 x 270 mm
Motor Module / load-specific data	
Available current	18,00 A
Available peak current	36,00 A
Pulse frequency factory setting	4000 Hz
Required pulse frequency	4000 Hz

- Motor supply cable

Cable type	MOTION CONNECT 500 without brake cable (fixed mounting)
Laying method	DIN EN 60204-1
Cable cross-section	1 * 4x1.5 mm ²
Order No.	6FX5002-5CS01-1BA0
Cable length	10,0 m

- Motor encoder

Encoder	Absolute encoder multiturn (>= 22-bit / 2048 S/R)
Encoder evaluation	SMC 20
Order No.	6SL3055-0AA00-5BA3

- Motor

Order No.	1FK7083-2AF71-1EG0
Motor / ambient conditions	
Installation altitude	1000 m
Ambient temperature	40 °C
Temperature rise class	F/100K
Dimensioning with field weakening operation	No
Motor / catalog data (100K values)	
Motor type	1FK7
Version	Compact (generation 2)
Calculated power	5,03 kW
Static torque	16,00 Nm
Rated torque	10,50 Nm

Customer:

Plant:

Stall current	10,40 A
Rated current	7,40 A
Rated speed	3000,00 rpm
Axis height	80 mm
Efficiency	0,930
Encoder	Absolute encoder multiturn (>= 22-bit / 2048 S/R)
Encoder evaluation	External SMC module
Cooling method	Self-cooling
Holding brake	Without holding brake
Shaft end	Plain
Radial eccentricity tolerance	N
Vibration severity grade	A
Degree of protection	IP 64
Type of construction	IM B5 (IM V1, IM V3)
Direction of connection	270 degree rotatable
Paint finish	Anthracite (similar to RAL7016)
Motor / calculated data	
RMS motor current	5,89 A
Maximum motor current	22,68 A
Thermal utilization	63,7 %
Utilization of the max. possible torque	99,9 %
External moment of inertia / motor moment of inertia	3,28
Load speed / rated speed	0,410
Load data on the motor shaft	
Load type	Ball screw
Effective load torque	8,66 Nm
Mean speed	1230,77 rpm
Peak torque	33,14 Nm
Speed at peak torque	833,33 rpm
Max. speed	2500,00 rpm

• Eje Z / S120 / Line
- Motor Module

Order No.	6SL3120-1TE21-8AA3
Product name	Single Motor Module
Connected in parallel	1
Drive-based Safety Integrated	None
Motor Module / ambient conditions	
Installation altitude	1000 m
Ambient temperature	40 °C
Motor Module / catalog data	
Rated current of a module	18,00 A
Peak current	36,00 A
Dimensions (height x width x depth)	50 x 410 x 270 mm
Motor Module / load-specific data	
Available current	18,00 A
Available peak current	36,00 A
Pulse frequency factory setting	4000 Hz
Required pulse frequency	4000 Hz

- Motor supply cable

Cable type	MOTION CONNECT 500 with brake cable (fixed mounting)
Laying method	DIN EN 60204-1
Cable cross-section	1 * 4x1.5 mm ²
Order No.	6FX5002-5DS21-1BA0
Cable length	10,0 m

- Motor

Order No.	1FT6084-8AF71-4FH0
Motor / ambient conditions	
Installation altitude	1000 m
Ambient temperature	40 °C

Customer:

Plant:

Temperature rise class	F/100K
Dimensioning with field weakening operation	No
Motor / catalog data (100K values)	
Motor type	1FT6
Version	Standard type
Calculated power	6,28 kW
Static torque	20,00 Nm
Rated torque	14,70 Nm
Stall current	13,20 A
Rated current	11,00 A
Rated speed	3000,00 rpm
Axis height	80 mm
Efficiency	0,910
Encoder	Absolute encoder multiturn (>= 22-bit / 2048 S/R)
Encoder evaluation	Motor integrated
Cooling method	Self-cooling
Holding brake	With holding brake
Shaft end	Plain
Radial eccentricity tolerance	N
Vibration severity grade	A
Degree of protection	IP 64
Type of construction	IM B5 (IM V1, IM V3)
Direction of connection	Direction of power plug connection axial DE
Paint finish	Anthracite
Motor / calculated data	
RMS motor current	8,90 A
Maximum motor current	21,28 A
Thermal utilization	79,9 %
Utilization of the max. possible torque	73,5 %
External moment of inertia / motor moment of inertia	0,50
Load speed / rated speed	0,295
Load data on the motor shaft	
Load type	Ball screw
Effective load torque	13,40 Nm
Mean speed	886,15 rpm
Peak torque	31,08 Nm
Speed at peak torque	2400,00 rpm
Max. speed	2400,00 rpm

• spindle / S120 / Line

- Motor Module

Order No.	6SL3120-1TE31-3AA3
Product name	Single Motor Module
Connected in parallel	1
Drive-based Safety Integrated	None
Motor Module / ambient conditions	
Installation altitude	1000 m
Ambient temperature	40 °C
Motor Module / catalog data	
Rated current of a module	132,00 A
Peak current	210,00 A
Dimensions (height x width x depth)	300 x 639 x 270 mm
Motor Module / load-specific data	
Available current	132,00 A
Available peak current	132,00 A
Pulse frequency factory setting	4000 Hz
Required pulse frequency	4000 Hz

- Motor supply cable

Cable type	MOTION CONNECT 500 without brake cable (fixed mounting)
Laying method	DIN EN 60204-1

Customer:

Plant:

Cable cross-section	1 * 4x25 mm ²
Order No.	6FX5008-1BB25-1BA0
Cable length	10,0 m

- Motor

Order No.	1PH7135-2AF00-0BA0
Motor / ambient conditions	
Installation altitude	1000 m
Ambient temperature	40 °C
Temperature rise class	F/100K
Motor / catalog data	
Motor type	Induction servo motor (main spindle motor) 1PH7/1PL6
Version	Standard type
Rated power	18,50 kW
Rated torque	118,00 Nm
Rated current	42,00 A
Rated speed	1500,00 rpm
Max. mechanical torque	236,00 Nm
Axis height	132 mm
Efficiency	0,902
Brake	No brake
Encoder	Without encoder
Encoder evaluation	None
External fan	Fan
Bearing / drive type:	Clutch/belt output
Shaft end	With featherkey and half-key balancing
Shaft and flange accuracy	R
Shaft seal	Without
Airflow/air-outlet direction	DE --> NDE
Type of construction	IM B3 (IM V5, IM V6)
Paint finish	Without
Vibration severity grade	R
Terminal box	Top, cable entry from the right
Motor / calculated data	
Load current	40,99 A
Load data on the motor shaft	
Load characteristic	Constant power
Load power (effective power, at S3/S6 peak power)	12,00 kW
Corner speed	1000,00 rpm
Max. load speed	4000,00 rpm

• Controller, SINUMERIK
- SINUMERIK

Order No.	6FC5370-3AM20-0AA0
SINUMERIK 828D	
Incl. software, toolbox and logbook	
Variant	PPU 241.2 Basic M horizontal
CompactFlash card for user data and programs 1024 MB	6FC5313-5AG00-0AA1
Open-loop controlled axes	
Eje X / S120 / Line	Synchronous servo motor (feed motor) 1FT/1FK
Axis technology	Feed axis
Eje Y / S120 / Line	Synchronous servo motor (feed motor) 1FT/1FK
Axis technology	Feed axis
Eje Z / S120 / Line	Synchronous servo motor (feed motor) 1FT/1FK
Axis technology	Feed axis
spindle / S120 / Line	Induction servo motor (main spindle motor) 1PH7/1PL6
Axis technology	Main spindle
CNC software	
CNC software, Milling, CF with license	6FC5835-2GY40-0YA0
Controllable axes, standard	4

Customer:

Plant:

Options	
Sag compensation, multi-dimensional (M55)	6FC5800-0AM55-0YB0
MCIS RCS host (P30)	6FC5800-0AP30-0YB0
Spline interpolation (A, B, C splines) (S16)	6FC5800-0AS16-0YB0
Measuring cycles (P28)	6FC5800-0AP28-0YB0
Residual material identification and machining (P13)	6FC5800-0AP13-0YB0
ShopMill/ShopTurn (machining step programming) (P17)	6FC5800-0AP17-0YB0
3D simulation 1 (machined part) (P25)	6FC5800-0AP25-0YB0
HMI software	
Commissioning, 828D toolbox, Current, CD/DVD without license	6FC5830-0CY00-0YA8
Commissioning, STARTER commissioning tool for SINAMICS, Current, CD/DVD with license	6SL3072-0AA00-0AG0
Documentation	
828D Diagnostics Manual, Spanish	6FC5398-6BP10-4EA0
Programming Manual, ISO Dialects Milling, Spanish	6FC5398-7BP10-1EA0
Operating Manual SINUMERIK Operate Milling, Spanish	6FC5398-7CP20-0EA0
Open-loop/closed-loop control electronics - (1)	
Line Module	
Performance	Low
Eje X	
Closed-loop control	Servo
Performance	Medium
Eje Y	
Closed-loop control	Servo
Performance	Medium
Eje Z	
Closed-loop control	Servo
Performance	Medium
spindle	
Closed-loop control	Servo
Performance	Medium
DRIVE-CLiQ cables	
Order No.	6FX2002-1DC00-1BB0
Quantity	1
Cable type	DRIVE-CLiQ cable (by the meter) IP20/IP20 (fixed mounting)
Cable length	11,00 m
Order No.	6FX2002-1DC00-1AB0
Quantity	4
Cable type	DRIVE-CLiQ cable (by the meter) IP20/IP20 (fixed mounting)
Cable length	1,00 m
- 24 V supply	
SITOP smart 20,00 A	6EP1436-2BA10
Quantity	1
Total current requirement	10,11 A

Legend

The overload capability for dimensioning according to load characteristic (e.g. load cycle with constant ON duration) refers to a temporarily required overload on the motor. With longer or cyclic overloads, a configuration via the free load cycle / application is required

With "Simple motor selection without load configuration", the rated data based on 400/460 V will not be attained depending on the selected drive and version (DC link, control method and control factor). Please take this into account when selecting/using the motor.

The configuration of the SINUMERIK 828D with PPU 2xx.2 is based on the system SW V4.4 with SINAMICS V4.4.

Please check the correct DRIVE-CLiQ topology for the configured SINAMICS S120 drive systems.

8.2. Anexo - SINAMICS S120

- Descripción del producto SINAMICS S120.

- Planos:
 - Smart Line Module 6SL3130-6TE23-6AA3
 - Line Filter 6SL3000-0BE23-6DA1
 - Line Choke 6SL3000-0CE23-6AA0

Introducción

SINAMICS S120

Sinopsis

1

Sinopsis

Unidades para aplicaciones monojeje		Unidades para aplicaciones multijeje		
				
Forma Blocksize	Forma chasis	Forma Booksize (Compact)	Forma chasis	Cabinet Modules
Catálogo PM 21	El presente catálogo, sección 2	Catálogo PM 21	El presente catálogo, sección 2	El presente catálogo, sección 3

SINAMICS S120 es el sistema de accionamiento flexible y modular con regulación vectorial y servorregulación para ejecutar tareas complejas en el área de construcción de máquinas y plantas.

La gama modular de SINAMICS S120 permite implementar tanto sistemas de accionamiento multijeje con control de movimiento como soluciones con accionamientos monojeje.

Con un rango de potencia que abarca desde 0,12 kW hasta 4.500 kW y diferentes módulos de regulación de funcionalidad escalonada, la gama modular SINAMICS S120 permite configurar de forma rápida y sencilla accionamientos a la medida exacta de las necesidades para casi todo tipo de aplicación compleja.

En SINAMICS S120, la inteligencia del accionamiento y las funciones de regulación se condensan en los módulos denominados Control Unit.

Éstos dominan tanto la regulación vectorial como la servorregulación, al igual que el control por U/f. Además, ejecutan operaciones de regulación de velocidad y de par para todos los ejes, así como otras funciones que requieren inteligencia.

Con los métodos de regulación disponibles se pueden utilizar tanto motores síncronos como asíncronos, es decir, toda la gama de motores para baja tensión de Siemens AG.

Las interfaces PROFIBUS DP incorporadas facilitan la integración en sistemas de automatización total. Otra interfaz de bus de campo compatible es PROFINET.

A modo de sistema en armario, concebido especialmente para el área de construcción de plantas e instalaciones, se ofrecen los módulos SINAMICS S120 Cabinet Modules. Éstos se pueden combinar formando filas de armarios adosados con una potencia total de hasta 4.500 kW. Gracias a las interfaces normalizadas, los módulos se pueden unir con toda rapidez para crear un sistema de accionamiento para aplicaciones multijeje listo para la conexión.

Beneficios

SINAMICS S120 se destaca por lo siguiente:

- Posibilidades de uso universal en aplicaciones monojeje y multijeje de alto rendimiento
- Libre combinabilidad para soluciones personalizadas
- Amplio rango de potencias
- Amplio repertorio de funciones
- Funciones SINAMICS Safety Integrated
- Diversos tipos de refrigeración (por aire/líquido)
- Diversos tipos de alimentación
- Integración sencilla en sistemas de automatización y de TI de jerarquía superior
- Comodidad de configuración
- Manejo sencillo
- Fácil montaje
- Práctico sistema de conexión
- Autoconfiguración con placa de características electrónica

Campo de aplicación

Una regulación vectorial con SINAMICS S120 es recomendable para soluciones de accionamiento con bandas de material continuo, p.ej. máquinas trefiladoras, de foil y de papel así como para mecanismos de elevación, centrifugadoras y propulsiones navales que exigen un movimiento uniforme tanto a nivel de velocidad como de par.

En procesos que tienen un ciclo concreto con una regulación exacta de la posición y, al mismo tiempo, sumamente dinámica se utiliza SINAMICS S120 con servorreguladores y servomotores.

SINAMICS S120 proporciona mayor rendimiento a las máquinas de muchos sectores; por ejemplo:

- Máquinas de envasado y embalaje
- Máquinas de transformación de plásticos
- Máquinas textiles
- Prensas y troqueladoras
- Máquinas de artes gráficas y de papel
- Máquinas para los sectores de madera, vidrio y cerámica
- Aparatos de elevación
- Sistemas de manipulación y montaje
- Máquinas herramienta
- Accionamientos para laminadoras
- Bancos de pruebas de vehículos y reductores

Diseño

Formas

Los Power Modules están disponibles en las formas Blocksize y chasis. Los Motor Modules y Line Modules, en las formas Booksize, Booksize Compact y chasis.

Para conocer más detalles y los datos de pedido de las formas Booksize, Booksize Compact y Blocksize, consultar el catálogo PM 21.

Forma Booksize

Las unidades con forma Booksize están optimizados para aplicaciones multieje y se montan directamente uno junto a otro. La conexión para el circuito intermedio común está integrada.



Para la forma Booksize existen varias posibilidades de disipación del calor:

Refrigeración por aire interna

En esta solución estándar, las pérdidas térmicas de los componentes de la unidad de control y de la unidad de potencia se disipan al entorno por refrigeración natural y por ventilación forzada, respectivamente.

Refrigeración por aire externa

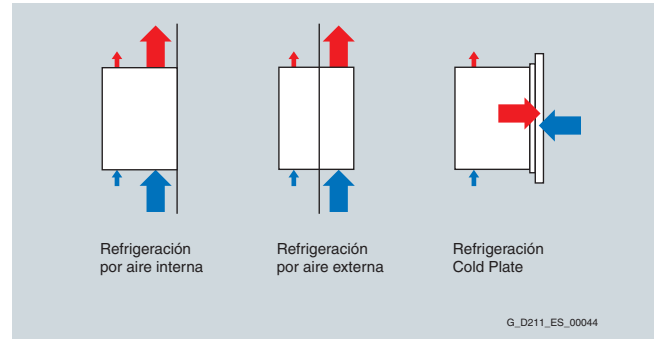
La refrigeración por aire externa se basa en un circuito de aire separado. Los disipadores de los componentes de la unidad de potencia sobresalen del armario eléctrico y así pueden ceder las pérdidas de calor del circuito de potencia a un circuito de ventilación externo e independiente.

En el armario sólo permanece el calor ocasionado por las pérdidas de la electrónica de control. En esta "interfaz mecánica", es decir, en el disipador externo, se puede alcanzar un grado de protección IP54.

El disipador, con sus aletas y el ventilador que se incluye en el suministro, queda dentro de una chimenea de ventilación independiente, situada en la parte posterior, que también puede estar abierta al exterior.

Refrigeración Cold Plate

Los equipos con tecnología Cold Plate están diseñados de tal modo que las pérdidas de calor de la unidad de potencia pasan a un disipador externo a través de una interfaz térmica que se halla en la parte posterior del equipo. Dicho disipador está refrigerado, por ejemplo, por agua.



Forma Booksize Compact

La forma Booksize Compact se deriva de la forma Booksize y fue desarrollada para máquinas con requisitos especiales en lo que se refiere a la compacidad de los accionamientos.

La forma Booksize Compact reúne todas las ventajas de la forma Booksize y ofrece el mismo rendimiento, pero tiene menor altura y mayor capacidad de sobrecarga.

Por eso resulta ideal para ser integrada en máquinas con altos requisitos dinámicos y poco espacio disponible para el montaje.



La forma Booksize Compact está concebida para refrigeración por aire interna y refrigeración Cold Plate, en ambos casos con el mismo diseño.

Forma Blocksize

Las unidades con forma Blocksize están optimizadas para aplicaciones monojeje y se suministran únicamente como Power Modules.

El calor se disipa mediante refrigeración de aire interna.



Diseño (continuación)

Forma chasis, refrigeración por aire

Los equipos de mayor potencia (a partir de aprox. 100 kW) tienen la forma chasis y están disponibles en las siguientes variantes:

- Power Modules
- Basic Line Modules
- Smart Line Modules
- Active Line Modules
- Active Interface Modules
- Motor Modules

El calor se disipa de serie por refrigeración de aire interna.



Power Module, forma chasis, refrigeración por aire

Forma chasis, refrigeración por líquido

Además de las unidades refrigeradas por aire, también se ofrecen equipos refrigerados por líquido:

- Power Modules
- Basic Line Modules
- Active Line Modules
- Motor Modules

Estos equipos son la mejor solución para aplicaciones con poco espacio disponible (ocupan hasta un 60% menos de superficie en comparación con los refrigerados por aire) o una emisión de ruido más baja (< 56 dB(A)). También son aptos para funcionar en condiciones ambientales muy adversas.



Power Module, forma chasis, refrigeración por líquido

Cabinet Modules

Los SINAMICS S120 Cabinet Modules forman un sistema modular de equipos en armario para accionamientos multieje con alimentación de red central y embarrado de circuito intermedio común como suele haber, por ejemplo, en máquinas de papel, laminadoras, bancos de pruebas o dispositivos elevadores. Los componentes principales del sistema son:

- Line Connection Modules
- Basic Line Modules
- Smart Line Modules
- Active Line Modules
- Central Braking Modules
- Motor Modules
- Auxiliary Power Supply Modules



Cabinet Modules

Módulos barnizados

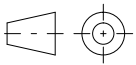
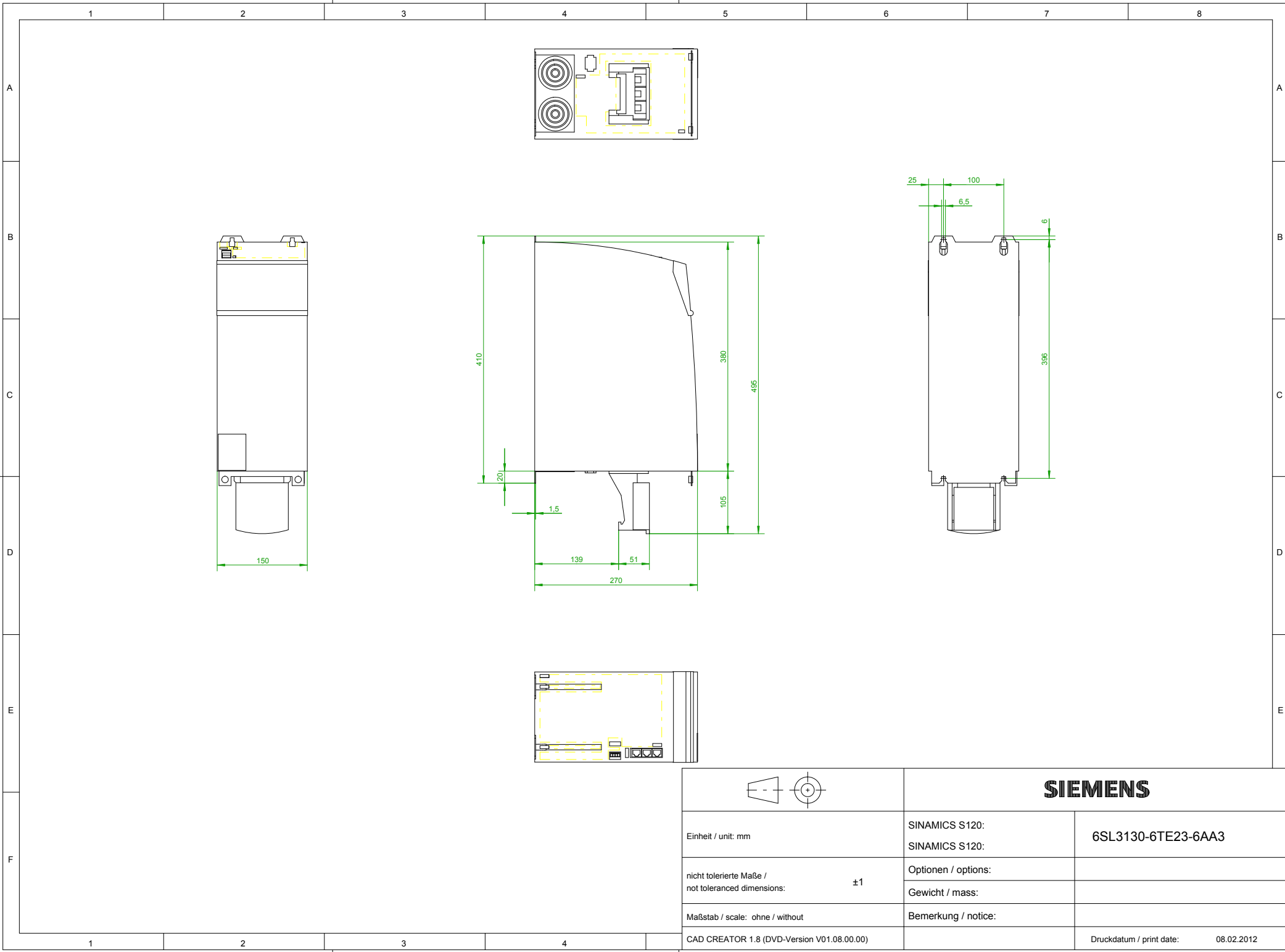
Los siguientes equipos están dotados de serie con módulos barnizados:

- Equipos con forma Blocksize
- Equipos con forma Booksize
- Equipos con forma chasis
- Control Units
- Sensor Modules
- Terminal Modules
- Advanced Operator Panel (AOP30)

El barniz de los módulos protege los componentes SMD de los efectos de los gases nocivos, el polvo químicamente activo y la humedad.

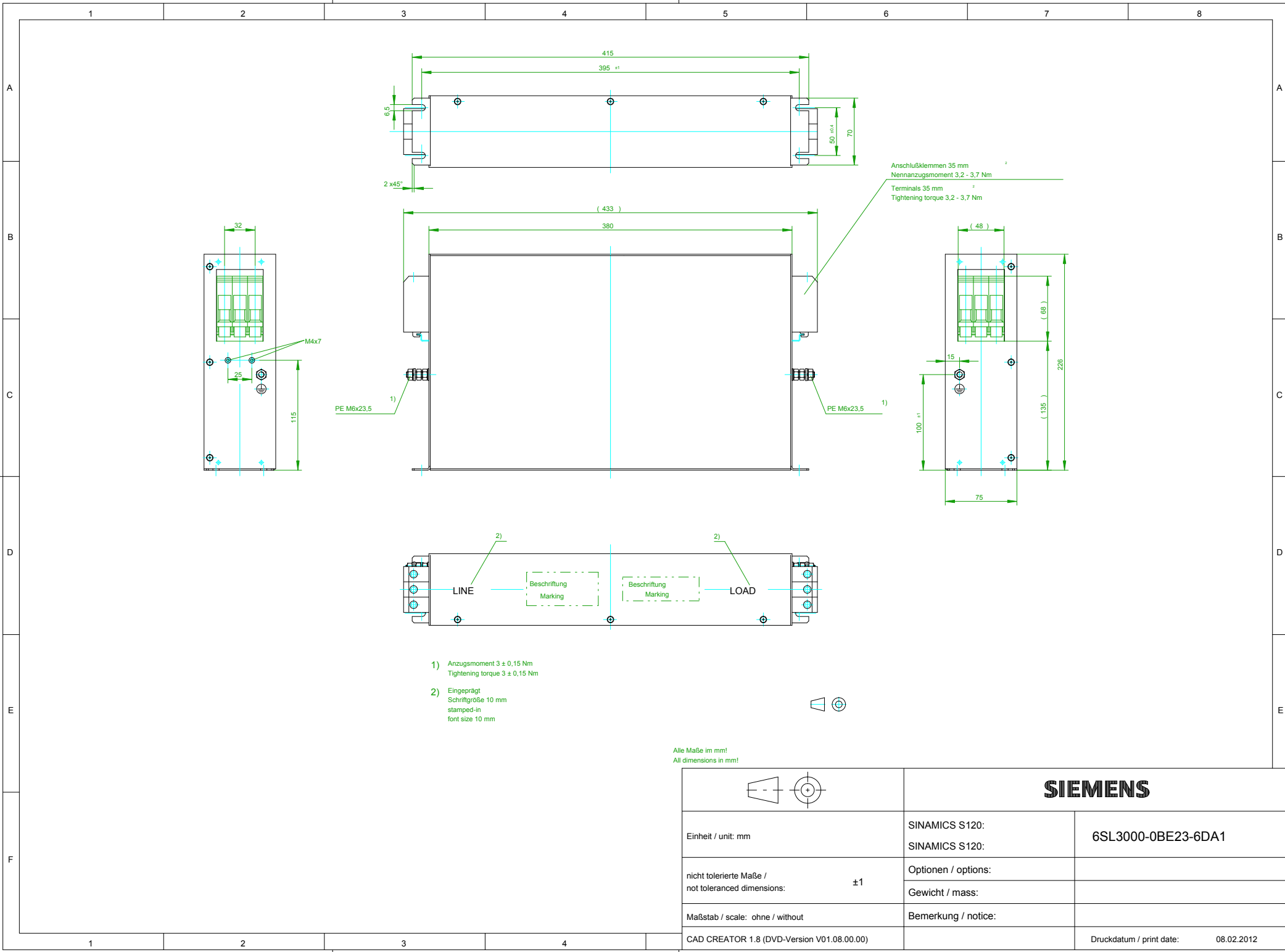
Barras níqueladas

Todas las barras de cobre utilizadas están níqueladas a fin de conseguir la mayor resistencia posible a los efectos ambientales externos. Además, así ya no es necesario limpiar los contactos de las conexiones del cliente cuando las barras están desnudas.

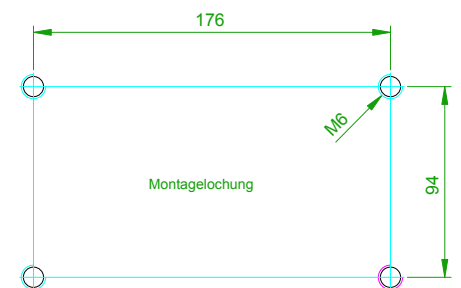
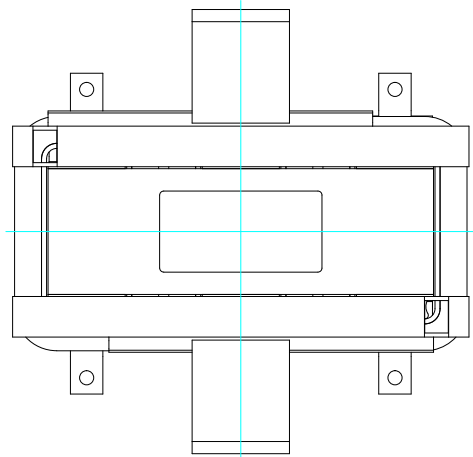
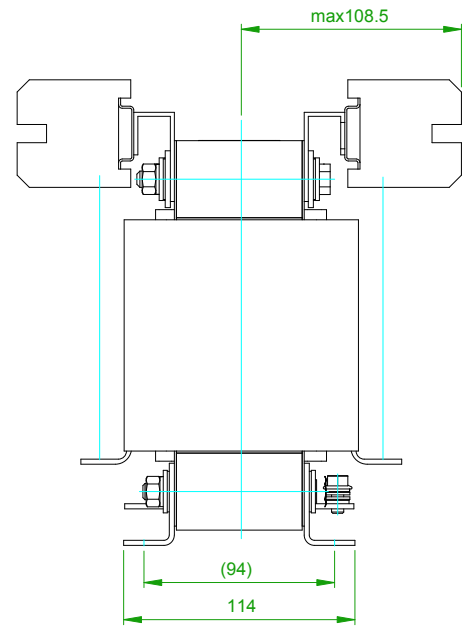
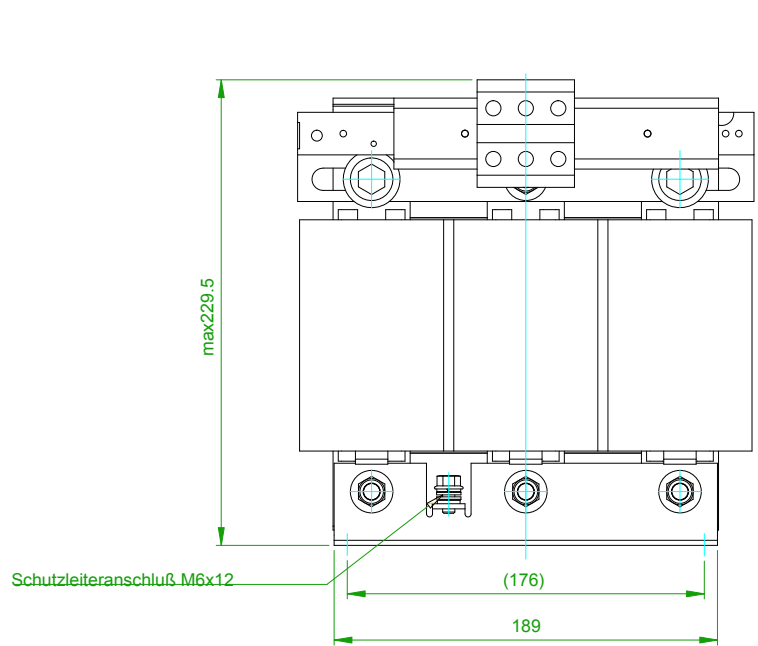


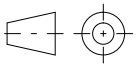
SIEMENS

Einheit / unit: mm	SINAMICS S120: SINAMICS S120:	6SL3130-6TE23-6AA3
nicht tolerierte Maße / not toleranced dimensions: ±1	Optionen / options:	
Maßstab / scale: ohne / without	Gewicht / mass:	
CAD CREATOR 1.8 (DVD-Version V01.08.00.00)	Bemerkung / notice:	
	Druckdatum / print date:	08.02.2012



Einheit / unit: mm	SINAMICS S120: SINAMICS S120: 6SL3000-0BE23-6DA1
nicht tolerierte Maße / not toleranced dimensions: ±1	Optionen / options: Gewicht / mass:
Maßstab / scale: ohne / without	Bemerkung / notice:
CAD CREATOR 1.8 (DVD-Version V01.08.00.00)	Druckdatum / print date: 08.02.2012



		SIEMENS	
Einheit / unit: mm	SINAMICS S120:	6SL3000-0CE23-6AA0	
nicht tolerierte Maße / not toleranced dimensions: ±1	SINAMICS S120:		
Maßstab / scale: ohne / without	Optionen / options:	Gewicht / mass:	
CAD CREATOR 1.8 (DVD-Version V01.08.00.00)	Bemerkung / notice:	Druckdatum / print date: 09.02.2012	

8.3. Anexo - Motor Module

- Descripción del producto.

- Planos:
 - Motor module eje X,Y,Z 6SL3120-1TE21-8AA3
 - Motor module eje Cabezal 6SL3120-1TE31-3AA3

Sinopsis

Clasificados por intensidades/potencias, se suministra una amplia oferta de Motor Modules en versión de uno y de dos ejes:

- Single Motor Modules: Versión de un eje con forma Booksize e intensidades de salida asignadas de 3 A a 200 A
- Double Motor Modules: Versión de dos ejes con forma Booksize e intensidades de salida asignadas de 3 A a 18 A

Todos los Single y Double Motor Modules pueden funcionar básicamente con Basic Line Modules, Smart Line Modules o Active Line Modules del mismo rango de tensión.

Construcción

Los Single Motor Modules con forma Booksize tienen las siguientes interfaces de serie:

- 2 conexiones de circuito intermedio con barras al efecto integradas
- 1 conexión para la alimentación de electrónica de control a través de barras de 24 V DC integradas
- 3 conectores DRIVE-CLiQ
- 1 conexión de motor, por conector (no incluido en el suministro) o varillas roscadas, dependiendo de la intensidad de salida asignada
- 1 entrada de parada segura (Enable Pulses)
- 1 mando seguro de freno de motor
- 1 entrada de sensor de temperatura (KTY84-130 o PTC)
- 2 conexiones PE/conductor de protección

El estado de los Motor Modules se señala por medio de dos LEDs de varios colores.

En los módulos de 50/100 mm de ancho, la pantalla del cable del motor se conecta al conector. Para los módulos de 150 mm, 200 mm y 300 mm de ancho se puede suministrar una placa de conexión de pantallas. La pantalla del cable al motor se puede contactar con ayuda de una abrazadera de manguera.

La pantalla del cable de señales se puede contactar en el Motor Module por medio de una abrazadera de conexión de pantallas, por ejemplo, tipo KLBÜ 3-8 SC de la empresa Weidmüller.

El suministro de los Motor Modules incluye:

- Cable DRIVE-CLiQ conforme al ancho de los Motor Modules, para conectar al siguiente Motor Module
- Puente enchufable para unir las barras de 24 V DC con el siguiente Motor Module
- Conector X21
- Conector X11 para la conexión del freno del motor (en Motor Modules con una intensidad de salida asignada de 45 A a 200 A)
- 2 tapones para tapar los conectores DRIVE-CLiQ no utilizados
- Módulo de ventilación en los Motor Modules 132 A und 200 A (la tensión de alimentación necesaria para el módulo de ventilación es suministrada por el Motor Module)
- 1 juego de etiquetas de advertencia en otros idiomas
- 1 lámina termoconductora (sólo Motor Modules con refrigeración Cold Plate)

Integración

El Singel Motor Module recibe los datos de control vía DRIVE-CLiQ de:

- Control Unit CU320
- SINUMERIK 802D sl
- SINUMERIK 840D sl con
 - NCU 710.2
 - NCU 720.2
 - NCU 720.2 PN
 - NCU 730.2
 - NCU 730.2 PN
 - Numeric Control Extensions NX10/NX15

Sistema de accionamiento SINAMICS S120

Forma Booksize

Motor Modules Single Motor Modules

Datos para selección y pedidos

Intensidad asignada de salida	Potencia de tipo	Single Motor Module, forma Booksize			
		Refrigeración por aire interna	Refrigeración por aire externa	Refrigeración Cold Plate	Refrigeración por líquido
A	kW	Referencia	Referencia	Referencia	Referencia
3	1,6	6SL3120-1TE13-0AA3	6SL3121-1TE13-0AA3	6SL3126-1TE13-0AA3	–
5	2,7	6SL3120-1TE15-0AA3	6SL3121-1TE15-0AA3	6SL3126-1TE15-0AA3	–
9	4,8	6SL3120-1TE21-0AA3	6SL3121-1TE21-0AA3	6SL3126-1TE21-0AA3	–
18	9,7	6SL3120-1TE21-8AA3	6SL3121-1TE21-8AA3	6SL3126-1TE21-8AA3	–
30	16	6SL3120-1TE23-0AA3	6SL3121-1TE23-0AA3	6SL3126-1TE23-0AA3	–
45	24	6SL3120-1TE24-5AA3	6SL3121-1TE24-5AA3	6SL3126-1TE24-5AA3	–
60	32	6SL3120-1TE26-0AA3	6SL3121-1TE26-0AA3	6SL3126-1TE26-0AA3	–
85	46	6SL3120-1TE28-5AA3	6SL3121-1TE28-5AA3	6SL3126-1TE28-5AA3	–
132	71	6SL3120-1TE31-3AA3	6SL3121-1TE31-3AA3	6SL3126-1TE31-3AA3	–
200	107	6SL3120-1TE32-0AA3	6SL3121-1TE32-0AA3	6SL3126-1TE32-0AA3	6SL3125-1TE32-0AA3

Accesorios

Descripción	Referencia	Descripción	Referencia
Conector de potencia (X1) Por el lado del Motor Module, con bornes de tornillo de 1,5 ... 10 mm ² . Para Motor Modules con intensidad asignada de salida de 3 ... 30 A	6SL3162-2MA00-0AA0	Adaptador de circuito intermedio (2 unidades) Para configuración de varias filas Bornes de tornillo de 35 ... 95 mm ² Para todos los Line Modules/ Motor Modules, forma Booksize	6SL3162-2BM01-0AA0
Placa de conexión de pantallas Para Line/Motor Modules forma Booksize		Adaptador de bornes de 24 V Para todos los Line Modules/ Motor Modules, forma Booksize	6SL3162-2AA00-0AA0
<ul style="list-style-type: none"> Con una anchura de 150 mm para refrigeración por aire interna 	6SL3162-1AF00-0AA1	Puente enchufable de 24 V Para interconectar las barras de 24 V (para forma Booksize)	6SL3162-2AA01-0AA0
<ul style="list-style-type: none"> Con una anchura de 150 mm para refrigeración por aire externa y refrigeración Cold Plate 	6SL3162-1AF00-0BA1	Juego reforzado de barras para circuito intermedio Recambio para barras del circuito intermedio para 5 módulos de forma Booksize	
<ul style="list-style-type: none"> Con una anchura de 200 mm para refrigeración por aire interna 	6SL3162-1AH01-0AA0	<ul style="list-style-type: none"> Con una anchura de 50 mm Con una anchura de 100 mm 	6SL3162-2DB00-0AA0 6SL3162-2DD00-0AA0
<ul style="list-style-type: none"> Con una anchura de 200 mm para refrigeración por aire externa y refrigeración Cold Plate 	6SL3162-1AH01-0BA0	Juego de etiquetas de advertencia en 16 idiomas Con este juego de etiquetas se pueden tapar las advertencias de serie en alemán o inglés con advertencias en otro idioma. En los equipos se incluye un juego de etiquetas. En cada juego de etiquetas se incluyen los siguientes idiomas: checo, chino simplificado, coreano, danés, español, finlandés, francés, griego, holandés, italiano, japonés, polaco, portugués/brasileño, ruso, sueco, turco	6SL3166-3AB00-0AA0
<ul style="list-style-type: none"> Con una anchura de 300 mm para todo tipo de refrigeración 	6SL3162-1AH00-0AA0		
Adaptador de alimentación del circuito intermedio Para alimentación directa del circuito intermedio			
<ul style="list-style-type: none"> Bornes de tornillo de 0,5 ... 10 mm² para Line/Motor Modules forma Booksize, con una anchura de 50 mm y 100 mm 	6SL3162-2BD00-0AA0		
<ul style="list-style-type: none"> Bornes de tornillo de 35 ... 95 mm² para Line/Motor Modules, forma Booksize, con una anchura de 150 mm, 200 mm y 300 mm 	6SL3162-2BM00-0AA0		

Accesorios

Descripción	Referencia
Accesorios para pedido posterior	
Juego de piezas adjuntas (bornes enchufables, puente DRIVE-CLiQ, tapones guardapolvo) Para puerto DRIVE-CLiQ	
• Para Motor Modules con una anchura de 50 mm, refrigeración por aire int./ext.	6SL3162-8AB00-0AA0
• Para Motor Modules con una anchura de 100 mm, refrigeración por aire int./ext.	6SL3162-8BD00-0AA0
• Para Motor Modules con una anchura de 150 mm, refrigeración por aire int./ext.	6SL3162-8CF00-0AA0
• Para Motor Modules con una anchura de 200 mm, refrigeración por aire int./ext.	6SL3162-8DH00-0AA0
• Para Motor Modules con una anchura de 300 mm, refrigeración por aire int./ext.	6SL3162-8EM00-0AA0
• Para Active Line Modules con una anchura de 300 mm, refrigeración por líquido	6SL3162-8EM50-0AA0
Tapones guardapolvo (50 unidades) Para puerto DRIVE-CLiQ	6SL3066-4CA00-0AA0

Datos técnicos

Tensión del circuito intermedio Hasta 2000 m s.n.m.	510 ... 720 V DC (tensión de red 380 ... 480 V 3 AC) ¹⁾
Frecuencia de salida	0 ... 650 Hz ²⁾
Alimentación de electrónica de control	24 V DC -15 %/+20 %
Tipo de refrigeración	- Refrigeración por aire interna y externa Unidades de potencia con refrigeración por aire externa forzada con ventiladores integrados - Refrigeración Cold Plate - Refrigeración por líquido
Temperatura ambiente y temperatura del refrigerante (aire) admisible En servicio para componentes por el lado de la red, Line Modules y Motor Modules	0 ... 40 °C sin derating, > 40 ... 55 °C, ver características de derating
Altitud de instalación	Hasta 1000 m s.n.m. sin derating, > 1000 ... 4000 m s.n.m.; ver características de derating
Declaraciones de conformidad	CE (Directiva de baja tensión y Directiva de CEM)
Homologaciones, según	cULus
Safety Integrated	Safety Integrity Level 2 (SIL 2) según IEC 61508, categoría de control 3 según EN 954-1

¹⁾ Single Motor Modules de 3 A ... 85 A, firmware V2.5 o posterior con la correspondientes parametrización y potencia reducida funcionan también en redes 200 ... 240 V 3 AC correspondiente a una tensión de circuito intermedio de 270 ... 360 V DC.

²⁾ Con intensidad de salida asignada (máx. frecuencia de salida 1300 Hz con ciclo de regulador de intensidad de 62,5 µs, frecuencia de pulsación 8 kHz, 60 % intensidad de salida admisible). Obsérvese la dependencia entre la frecuencia de salida máxima y la frecuencia de pulsación, así como el derating de intensidad. Para más detalles, ver Descripción del sistema (en el CD-ROM adjunto al catálogo NC 61).

Sistema de accionamiento SINAMICS S120

Forma Booksize

Motor Modules Single Motor Modules

Datos técnicos

Tensión de conexión del circuito intermedio 510 ... 720 V DC

• Refrigeración por aire interna	6SL3120-	1TE13-0AA3	1TE15-0AA3	1TE21-0AA3	1TE21-8AA3	1TE23-0AA3
• Refrigeración por aire externa	6SL3121-	1TE13-0AA3	1TE15-0AA3	1TE21-0AA3	1TE21-8AA3	1TE23-0AA3
• Refrigeración Cold Plate	6SL3126-	1TE13-0AA3	1TE15-0AA3	1TE21-0AA3	1TE21-8AA3	1TE23-0AA3
• Refrigeración por líquido	6SL3125-	–	–	–	–	–

Nombre del producto Single Motor Module, forma Booksize

Intensidad de salida

• Intensidad asignada I_n	A	3	5	9	18	30
• Intensidad carga básica I_H	A	2,6	4,3	7,7	15,3	25,5
• Con servicio S6 (40 %) I_{S6}	A	3,5	6	10	24	40
• $I_{m\acute{a}x}$	A	6	10	18	36	56

Potencia de tipo¹⁾

• En base a I_n	kW	1,6	2,7	4,8	9,7	16,0
• En base a I_H	kW	1,4	2,3	4,1	8,2	13,7

Frecuencia de pulsación asignada

	kHz	4	4	4	4	4
--	-----	---	---	---	---	---

Intensidad del circuito intermedio $I_d^{2)}$

	A	3,6	6	11	22	36
--	---	-----	---	----	----	----

Intensidad máxima admisible

• Barras para circuito intermedio	A	100 ⁵⁾	100 ⁵⁾	100 ⁵⁾	100 ⁵⁾	100 ⁵⁾
• Barras de 24 V DC	A	20	20	20	20	20

En caso de adosar varios Line Modules y Motor Modules que sobrepasen la intensidad máxima admisible de 20 A, se necesitará una conexión de 24 V DC adicional que se instala con ayuda de un adaptador de bornes de 24 V (sección de conexión, máx. 6 mm², fusible de máx. 20 A).

Capacidad del circuito intermedio

	μF	110	110	110	220	710
--	----	-----	-----	-----	-----	-----

Consumo

Con 24 V DC, máx.	A	0,85	0,85	0,85	0,85	0,9
-------------------	---	------	------	------	------	-----

Refrigeración por aire interna/externa

• Pérdidas³⁾

- Con refrigeración por aire interna en el armario eléctrico	kW	0,05	0,07	0,1	0,19	0,31
- Con refrigeración por aire externa, int./ext. ²⁾	kW	0,035/0,015	0,04/0,03	0,055/0,045	0,1/0,09	0,1/0,21
• Consumo de aire de refrigeración	m ³ /s	0,008	0,008	0,008	0,008	0,016
• Nivel de presión acústica L_{pA} (1 m)	dB	< 60	< 60	< 60	< 60	< 60

Refrigeración Cold Plate

• Pérdidas int./ext. ³⁾	kW	0,025/0,02	0,035/0,035	0,045/0,05	0,08/0,1	0,085/0,22
• Resistencia térmica R_{th}	K/W	0,175	0,175	0,175	0,175	0,075

Datos técnicos (continuación)

Tensión del circuito intermedio 510 ... 720 V DC						
• Refrigeración por aire interna	6SL3120-	1TE13-0AA3	1TE15-0AA3	1TE21-0AA3	1TE21-8AA3	1TE23-0AA3
• Refrigeración por aire externa	6SL3121-	1TE13-0AA3	1TE15-0AA3	1TE21-0AA3	1TE21-8AA3	1TE23-0AA3
• Refrigeración Cold Plate	6SL3126-	1TE13-0AA3	1TE15-0AA3	1TE21-0AA3	1TE21-8AA3	1TE23-0AA3
• Refrigeración por líquido	6SL3125-	—	—	—	—	—
Nombre del producto	Single Motor Module, forma Booksize					
Intensidad de salida						
• Intensidad asignada I_n	A	3	5	9	18	30
Conexión del motor U2, V2, W2		Conector (X1) ⁴⁾ , máx. 30 A	Conector (X1) ⁴⁾ , máx. 30 A	Conector (X1) ⁴⁾ , máx. 30 A	Conector (X1) ⁴⁾ , máx. 30 A	Conector (X1) ⁴⁾ , máx. 30 A
Conexión de pantallas		Integrada en el conector (X1)	Integrada en el conector (X1)	Integrada en el conector (X1)	Integrada en el conector (X1)	Integrada en el conector (X1)
Conexión PE		Tornillo M5	Tornillo M5	Tornillo M5	Tornillo M5	Tornillo M5
Conexión del freno del motor		Integrada en el conector de conexión del motor (X1), 24 V DC, 2 A	Integrada en el conector de conexión del motor (X1), 24 V DC, 2 A	Integrada en el conector de conexión del motor (X1), 24 V DC, 2 A	Integrada en el conector de conexión del motor (X1), 24 V DC, 2 A	Integrada en el conector de conexión del motor (X1), 24 V DC, 2 A
Longitud del cable al motor, máx.						
• Apantallado	m	50	50	50	70	100
• No apantallado	m	75	75	75	100	150
Grado de protección		IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Dimensiones						
• Anchura	mm	50	50	50	50	100
• Altura	mm	380	380	380	380	380
• Profundidad						
- Con refrigeración por aire interna	mm	270	270	270	270	270
- Con refrigeración por aire externa, encima/detrás del plano de montaje	mm	226/66,5	226/66,5	226/66,5	226/66,5	226/66,5
- Con refrigeración Cold Plate	mm	226	226	226	226	226
Peso, aprox.						
• Con refrigeración por aire interna	kg	5,0	5,0	5,0	5,0	6,9
• Con refrigeración por aire externa	kg	5,7	5,7	5,7	5,7	8,5
• Con refrigeración Cold Plate	kg	4,2	4,2	4,5	4,5	6,1

1) Potencia asignada de un típico motor asíncrono normalizado con 400 V 3 AC.

2) Intensidad asignada del circuito intermedio para dimensionar una conexión DC externa. Los datos para el cálculo del circuito intermedio para dimensionar el Line Module figuran en la Descripción del sistema (en el CD-ROM adjunto al catálogo NC 61).

3) Pérdidas del Motor Module con potencia asignada, incluidas pérdidas por alimentación de la electrónica de control con 24 V DC.

4) Conector no incluido en el suministro, ver Accesorios.

5) Posible con juego reforzado de barras para circuito intermedio 150 A (accesorios).

Sistema de accionamiento SINAMICS S120

Forma Booksize

Motor Modules Single Motor Modules

Datos técnicos

Tensión del circuito intermedio 510 ... 720 V DC

• Refrigeración por aire interna	6SL3120-	1TE24-5AA3	1TE26-0AA3	1TE28-5AA3	1TE31-3AA3	1TE32-0AA3
• Refrigeración por aire externa	6SL3121-	1TE24-5AA3	1TE26-0AA3	1TE28-5AA3	1TE31-3AA3	1TE32-0AA3
• Refrigeración Cold Plate	6SL3126-	1TE24-5AA3	1TE26-0AA3	1TE28-5AA3	1TE31-3AA3	1TE32-0AA3
• Refrigeración por líquido	6SL3125-	–	–	–	–	1TE32-0AA3

Nombre del producto Single Motor Module, forma Booksize

Intensidad de salida

• Intensidad asignada I_n	A	45	60	85	132 (105⁵)	200 (140⁵)
• Intensidad carga básica I_H	A	38	52	68	105	141
• Con servicio S6 (40 %) I_{S6}	A	60	80	110	150	230
• $I_{m\acute{a}x}$	A	85	113	141	210	282

Frecuencia de pulsación asignada

kHz	4	4	4	4	4	4
-----	---	---	---	---	---	---

Potencia

Con tensión del circuito intermedio 600 V DC

• Potencia asignada	kW	24	32	46	71	107
• En base a I_H	kW	21	28	37	57	76

Intensidad del circuito intermedio $I_d^{1)}$

A	54	72	102	158	200
---	----	----	-----	-----	-----

Intensidad máxima admisible

• Barras para circuito intermedio	A	200	200	200	200	200
• Barras de 24 V DC	A	20	20	20	20	20

En caso de adosar varios Line Modules y Motor Modules que sobrepasen la intensidad máxima admisible de 20 A, se necesitará una conexión de 24 V DC adicional que se instala con ayuda de un adaptador de bornes de 24 V (sección de conexión, máx. 6 mm², fusible de máx. 20 A).

Capacidad del circuito intermedio

μF	1175	1410	1880	2820	3995
----	------	------	------	------	------

Consumo

Con 24 V DC, máx.

A	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5
---	-----	-----	-----	-----	-----

Refrigeración por aire interna/externa

• Pérdidas³⁾

- Con refrigeración por aire int. en el armario eléctrico	kW	0,46	0,62	0,79	1,29	2,09
- Con refrigeración por aire externa, int./ext. ²⁾	kW	0,14/0,32	0,16/0,46	0,2/0,59	0,29/1,0	0,47/1,62

• Consumo de aire de refrigeración	m ³ /s	0,031	0,031	0,044	0,144	0,144
------------------------------------	-------------------	-------	-------	-------	-------	-------

• Nivel de presión acústica L_{pA} (1 m)	dB	< 65	< 65	< 60	< 73	< 73
--	----	------	------	------	------	------

Refrigeración Cold Plate

• Pérdidas int./ext. ³⁾	kW	0,11/0,34	0,13/0,48	0,15/0,62	0,24/1,05	0,39/1,7
• Resistencia térmica R_{th}	K/W	0,055	0,055	0,05	0,028	0,028

Refrigeración por líquido⁶⁾

• Pérdidas, int./ext.	kW	–	–	–	–	0,39/1,7
- Caudal volumétrico asignado de agua con una caída de presión de 70 kPa ⁷⁾	l/min	–	–	–	–	8
- Volumen de líquido, int.	ml	–	–	–	–	100
- Temperatura del refrigerante, máx.	°C	–	–	–	–	–
- Sin derating	°C	–	–	–	–	45
- Con derating	°C	–	–	–	–	50
- Nivel de presión acústica L_{pA} (1 m)	dB	–	–	–	–	< 73

Datos técnicos (continuación)

Tensión del circuito intermedio 510 ... 720 V DC

• Refrigeración por aire interna	6SL3120-	1TE24-5AA3	1TE26-0AA3	1TE28-5AA3	1TE31-3AA3	1TE32-0AA3
• Refrigeración por aire externa	6SL3121-	1TE24-5AA3	1TE26-0AA3	1TE28-5AA3	1TE31-3AA3	1TE32-0AA3
• Refrigeración Cold Plate	6SL3126-	1TE24-5AA3	1TE26-0AA3	1TE28-5AA3	1TE31-3AA3	1TE32-0AA3
• Refrigeración por líquido	6SL3125-	–	–	–	–	1TE32-0AA3
Nombre del producto	Single Motor Module, forma Booksize					
Intensidad de salida						
• Intensidad asignada I_n	A	45	60	85	132 (105⁵)	200 (140⁵)
Conexión del motor U2, V2, W2		Varillas roscadas M6 (X1)	Varillas roscadas M6 (X1)	Varillas roscadas M8 (X1)	Varillas roscadas M8 (X1)	Varillas roscadas M8 (X1)
• Sección de conexión, máx.	mm ²	2,5 ... 50	2,5 ... 50	2,5 ... 95, 2 × 35	2,5 ... 120, 2 × 50	2,5 ... 120, 2 × 50
Abrazadera de pantallas		Ver Accesorios	Ver Accesorios	Ver Accesorios	Ver Accesorios	Ver Accesorios
Conexión PE		Tornillo M6	Tornillo M6	Tornillo M6	Tornillo M8	Tornillo M8
Conexión del freno del motor		Conector (X11), 24 V DC, 2 A	Conector (X11), 24 V DC, 2 A	Conector (X11), 24 V DC, 2 A	Conector (X11), 24 V DC, 2 A	Conector (X11), 24 V DC, 2 A
Longitud del cable al motor, máx.						
• Apantallado	m	100	100	100	100	100
• No apantallado	m	150	150	150	150	150
Grado de protección		IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Dimensiones						
• Anchura	mm	150	150	200	300	300
• Altura	mm	380	380	380	380	380
- Con ventilador ⁴⁾	mm	–	–	–	629	629
- Con conexión a tubería	mm	–	–	–	–	553 ⁶⁾
• Profundidad						
- Con refrigeración por aire interna	mm	270	270	270	270	270
- Con refrigeración por aire externa, encima/detrás del plano de montaje	mm	226/71	226/71	226/92	226/82	226/82
- Con refrigeración Cold Plate	mm	226	226	226	226	226
- Con refrigeración por líquido	mm	–	–	–	–	226
Peso, aprox.						
• Con refrigeración por aire interna	kg	9	9	15	21	21
• Con refrigeración por aire externa	kg	13,2	13,4	17,2	27,2	30
• Con refrigeración Cold Plate	kg	9,1	9,1	12,5	18	18
• Con refrigeración por líquido	kg	–	–	–	–	21

1) Potencia asignada de un típico motor asíncrono normalizado con 400 V 3 AC.

2) Intensidad asignada del circuito intermedio para dimensionar una conexión DC externa. Los datos para el cálculo del circuito intermedio para dimensionar el Line Module figuran en la Descripción del sistema (en el CD-ROM adjunto al catálogo NC 61).

3) Pérdidas del Motor Module con potencia asignada, incluidas pérdidas por alimentación de la electrónica de control con 24 V DC.

4) El ventilador se suministra junto con el Motor Module y es necesario montarlo antes de la primera puesta en marcha del módulo.

5) Por motivos de transferencia térmica hacia el disipador externo, con refrigeración Cold Plate es preciso derating de características. Para más detalles, ver Descripción del sistema (en el CD-ROM adjunto al catálogo NC 61).

6) Las conexiones para el refrigerante se encuentran en la parte inferior de los componentes. Se garantiza la accesibilidad a todos los elementos de conexión con la herramienta adecuada. Tipo de rosca de las conexiones de agua: Rosca para tubos ISO 228 G ½ B.

7) Este valor es aplicable cuando el líquido refrigerante es agua; para otros refrigerantes, consultar el Manual de producto SINAMICS S120 (por la referencia ver la documentación).

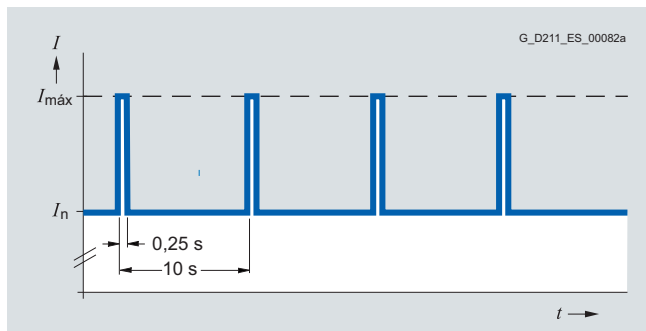
Sistema de accionamiento SINAMICS S120

Forma Booksize

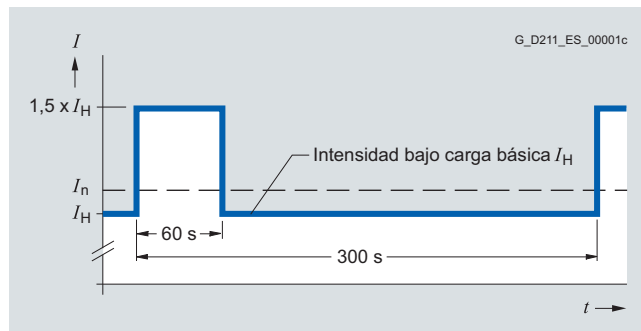
Motor Modules Single Motor Modules

Curvas características

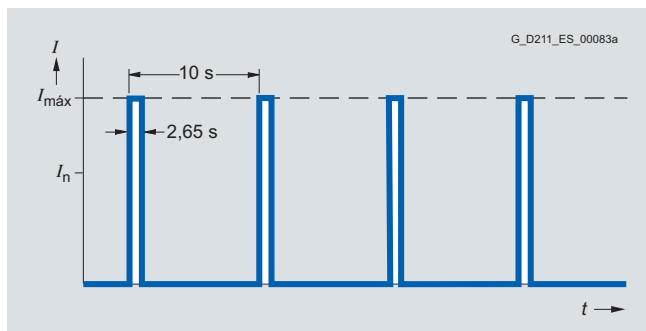
Capacidad de sobrecarga



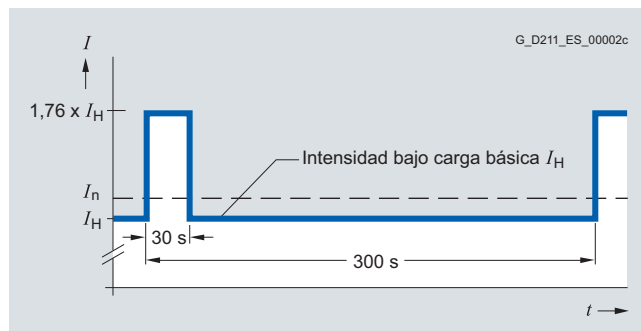
Ciclo de carga con precarga



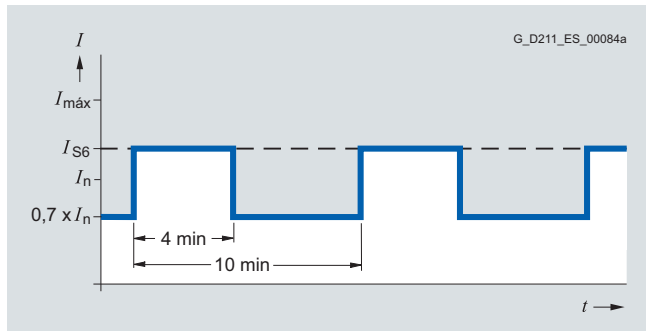
Ciclo de carga, duración 300 s, con sobrecarga durante 60 s



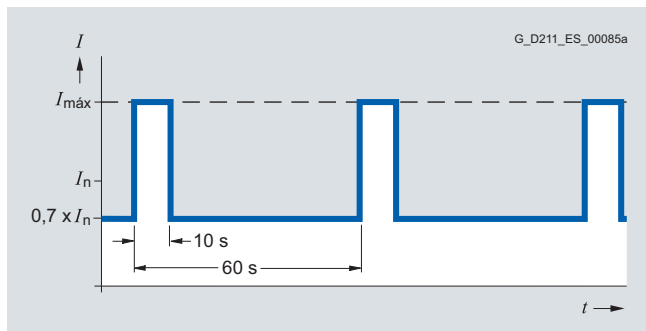
Ciclo de carga sin precarga



Ciclo de carga, duración 300 s, con sobrecarga durante 30 s



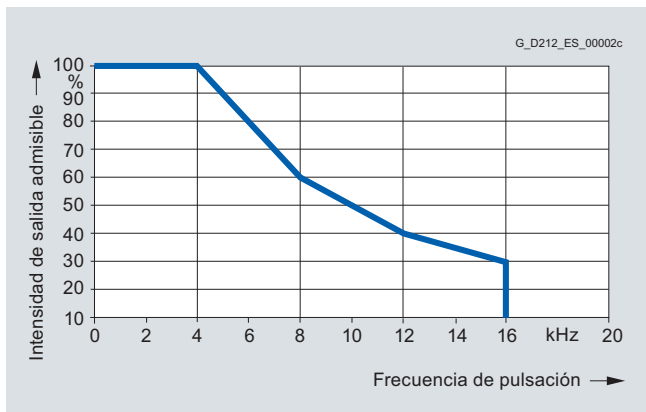
Ciclo de carga S6, duración 600 s, con precarga



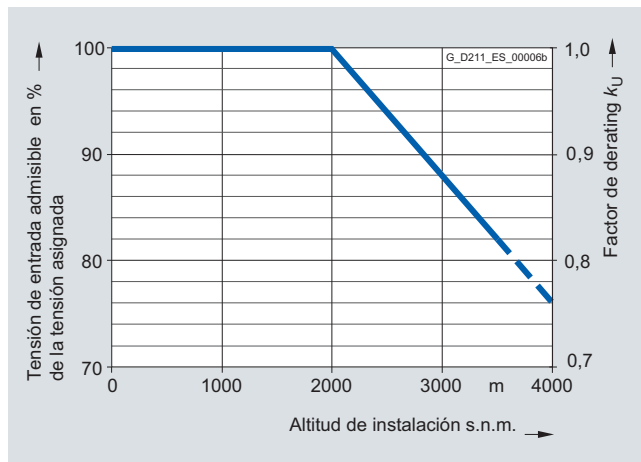
Ciclo de carga S6, duración 60 s, con precarga

Curvas características (continuación)

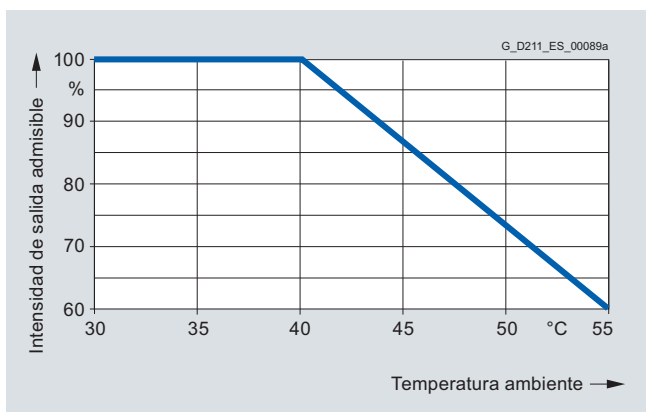
Características de derating



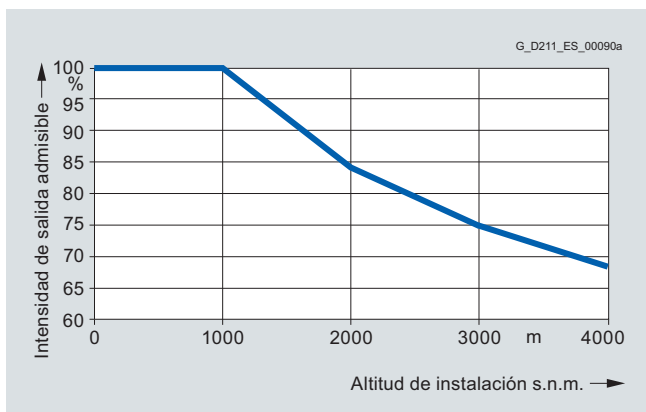
Intensidad de salida en función de la frecuencia de pulsación



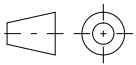
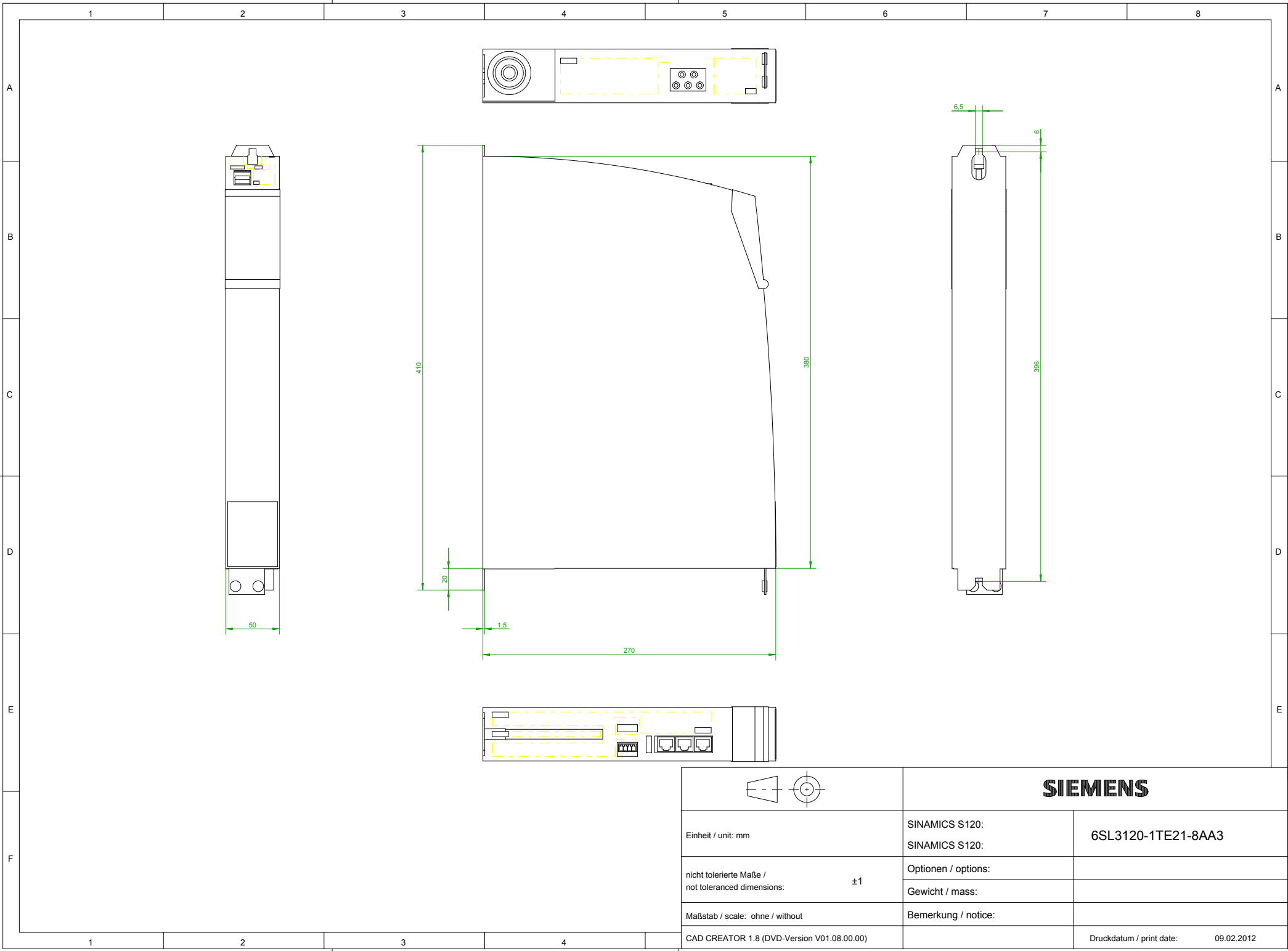
Derating de tensión en función de la altitud de instalación



Intensidad de salida en función de la temperatura ambiente

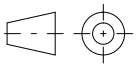
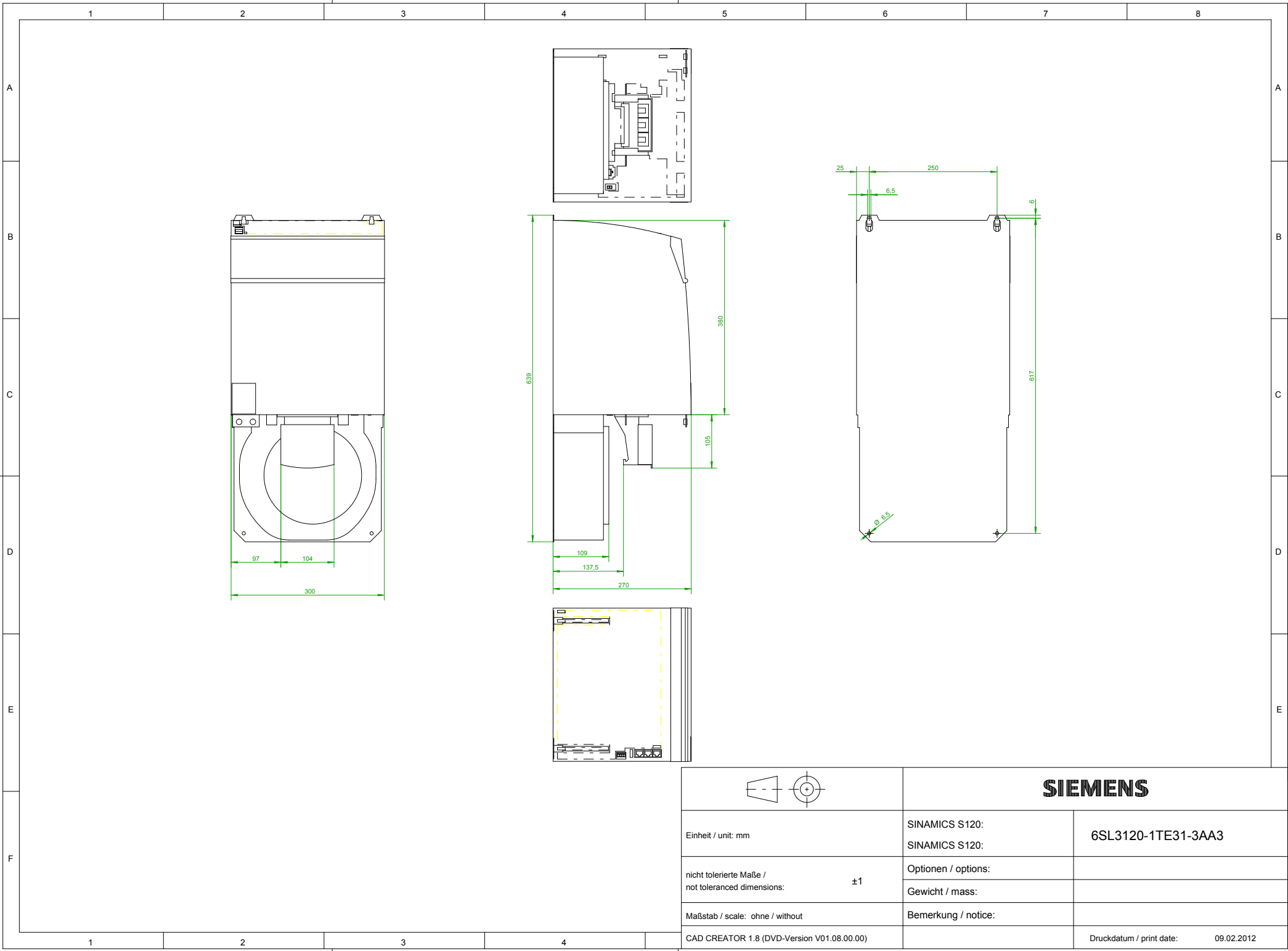


Intensidad de salida en función de la altitud de instalación



SIEMENS

Einheit / unit: mm	SINAMICS S120: SINAMICS S120:	6SL3120-1TE21-8AA3
nicht tolerierte Maße / not toleranced dimensions: ±1	Optionen / options:	
Maßstab / scale: ohne / without	Gewicht / mass:	
CAD CREATOR 1.8 (DVD-Version V01.08.00.00)	Bemerkung / notice:	
	Druckdatum / print date:	09.02.2012



SIEMENS

Einheit / unit: mm	SINAMICS S120: SINAMICS S120:	6SL3120-1TE31-3AA3
nicht tolerierte Maße / not toleranced dimensions: ±1	Optionen / options:	
	Gewicht / mass:	
Maßstab / scale: ohne / without	Bemerkung / notice:	
CAD CREATOR 1.8 (DVD-Version V01.08.00.00)	Druckdatum / print date:	09.02.2012

8.4. Anexo - Eje X

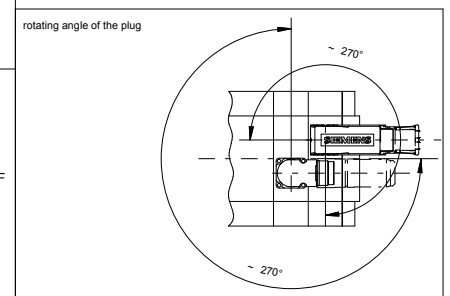
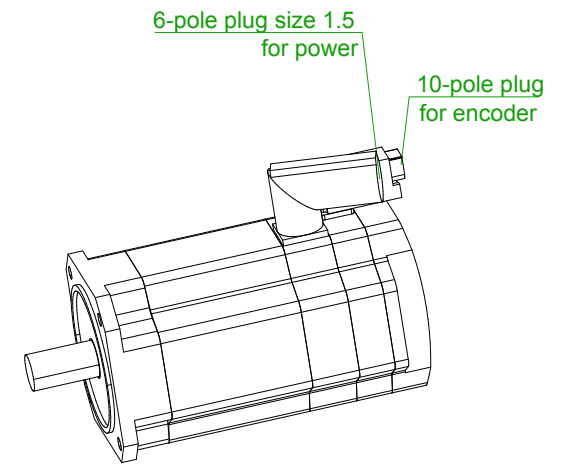
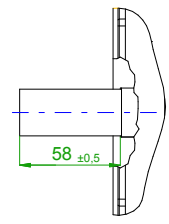
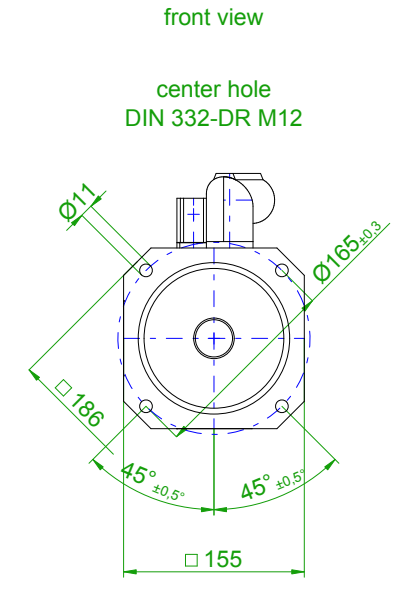
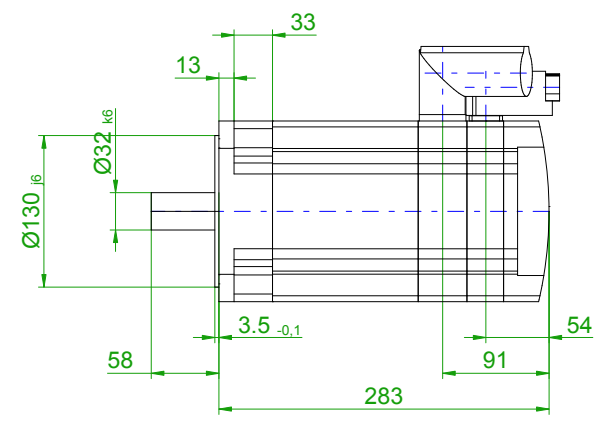
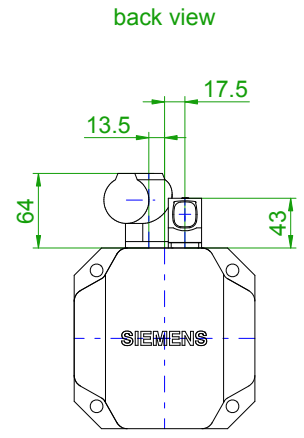
- Características del motor 1FK7086-7AF71-1FG0
- Planos del motor 1FK7086-7AF71-1FG0

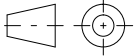
Pedido nº: **1FK7086-7AF71-1FG0****Descripción**

Tipo motor	1FK7	Motor síncrono
Tamaño motor	086	Altura de eje 80
Referencia	7	High Dynamic (generación 1)
Tipo de refrigeración	A	Refrigeración natural
Velocidad nominal	F	3000 1/min
Tensión circuito intermedio	7	600 V
Tipo constructivo	1	IM B5
Sistema de conexión	1	Conector rotativo
Sistema de encoder	F	Encóder absoluto 22 bit Singleturn + 12 bit Multiturn, con DRIVE-CLiQ
Opciones mecánicas	G	Eje sin chaveta (1PH-komp., tolerancia N excentricidad radial ,sin freno de mantenimiento
Clase de protección/pintura	0	IP64

Datos técnicos:**1FK7086-7AF71-1FG0**

Datos de encoder:			
Tipo de encoder		Encóder absoluto 22 bit	
Número de pulsos por vuelta		2048	
Dimensiones:			
Altura de eje	SH	80	mm
Eje solido		Ø 32	mm
Brida circular centrada		Ø 130	mm
Circulo de pernos de fijación		Ø 165	mm



		SIEMENS	
Einheit / unit: mm	Synchron-Servomotor Synchronous Servo Motor:	1FK7086-7AF71-1FG0	
nicht tolerierte Maße / not toleranced dimensions:	Optionen / options:	Gewicht / mass:	23.5 kg
Maßstab / scale: ohne / without	Bemerkung / notice:		
CAD CREATOR 1.8 (DVD-Version V01.08.00.00)	Druckdatum / print date:	09.02.2012	

8.5. Anexo - Eje Y

- Características del motor 1FK7083-2AF71-1EG0
- Planos:
 - Motor 1FK7083-2AF71-1EG0
 - SMC 6SL3055-0AA00-5BA3

Pedido nº: **1FK7083-2AF71-1EG0****Descripción**

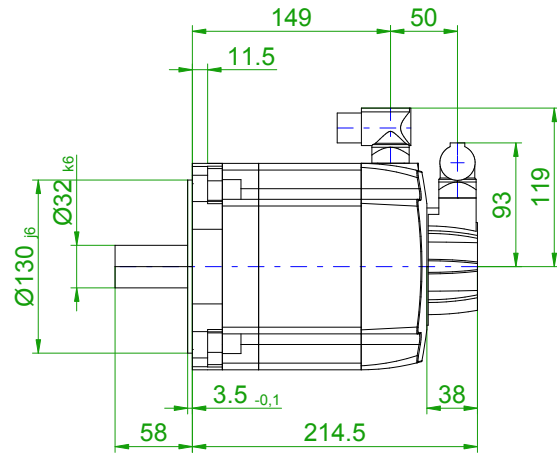
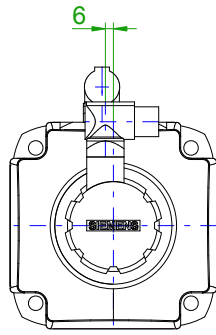
Tipo motor	1FK7	Motor síncrono
Tamaño motor	083	Altura de eje 80
Referencia	2	Compacto
Tipo de refrigeración	A	Refrigeración natural
Velocidad nominal	F	3000 1/min
Tensión circuito intermedio	7	600 V
Tipo constructivo	1	IM B5
Sistema de conexión	1	Conector rotativo
Sistema de encoder	E	Encoder absoluto EnDat 2048 pulso/vuelta, sin DRIVE CLiQ
Opciones mecánicas	G	Eje sin chaveta (1PH-komp., tolerancia N excentricidad radial ,sin freno de mantenimiento
Clase de protección/pintura	0	IP64

Datos técnicos:

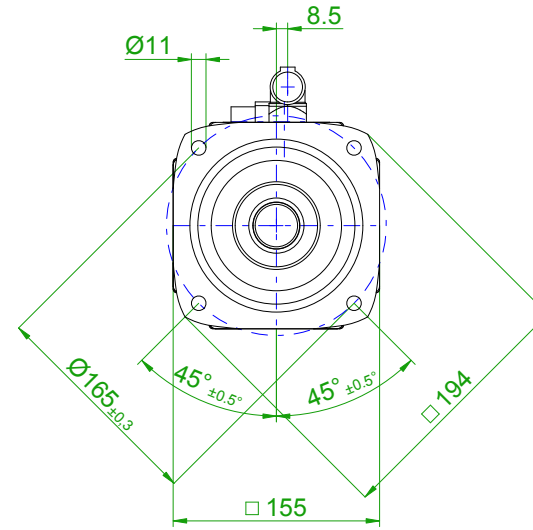
1FK7083-2AF71-1EG0

Datos de encoder:			
Tipo de encoder		Encoder absoluto EnDat	
Número de pulsos por vuelta		2048	
Dimensiones:			
Altura de eje	SH	80	mm
Eje solido		Ø 32	mm
Brida circular centrada		Ø 130	mm
Circulo de pernos de fijación		Ø 165	mm

back view

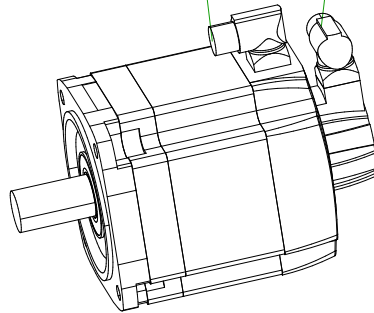
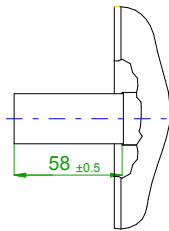


front view
center hole
DIN 332-DR M12

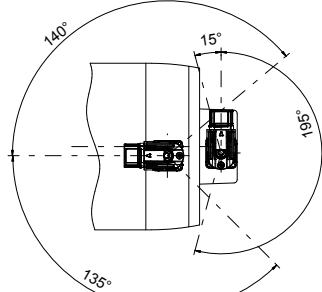


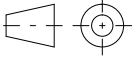
6-pole plug size 1
for power

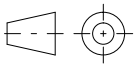
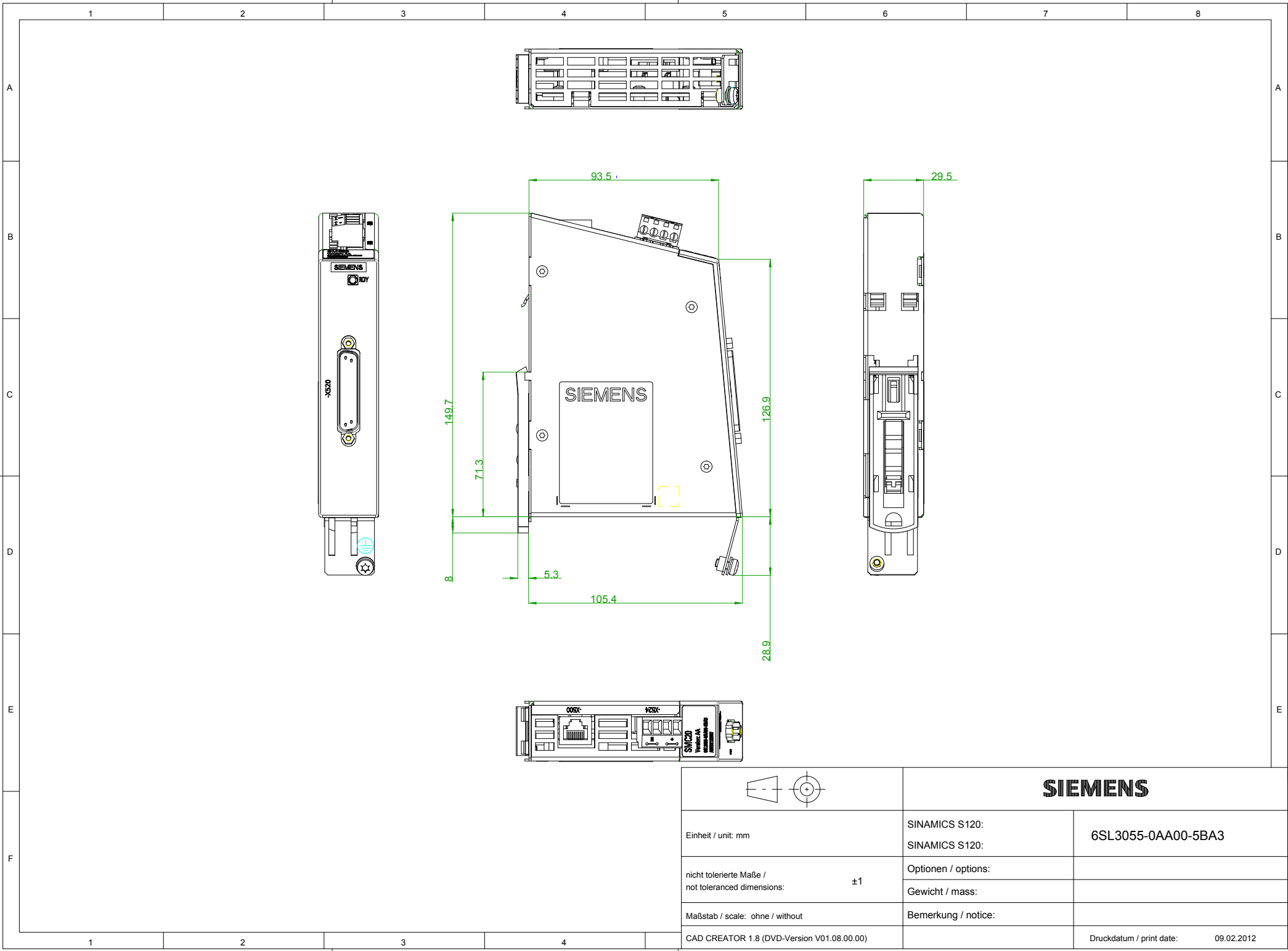
17-pole plug
for encoder



rotating angle of the plug



		SIEMENS	
Einheit / unit: mm		Synchron-Servomotor Synchronous Servo Motor:	1FK7083-2AF71-1EG0
nicht tolerierte Maße / not toleranced dimensions:		Optionen / options:	
±1		Gewicht / mass:	15.6 kg
Maßstab / scale: ohne / without		Bemerkung / notice:	
CAD CREATOR 1.8 (DVD-Version V01.08.00.00)		Druckdatum / print date:	09.02.2012



SIEMENS

Einheit / unit: mm	SINAMICS S120: SINAMICS S120:	6SL3055-0AA00-5BA3
nicht tolerierte Maße / not toleranced dimensions: ±1	Optionen / options: Gewicht / mass:	
Maßstab / scale: ohne / without	Bemerkung / notice:	
CAD CREATOR 1.8 (DVD-Version V01.08.00.00)	Druckdatum / print date:	09.02.2012

8.6. Anexo - Eje Z

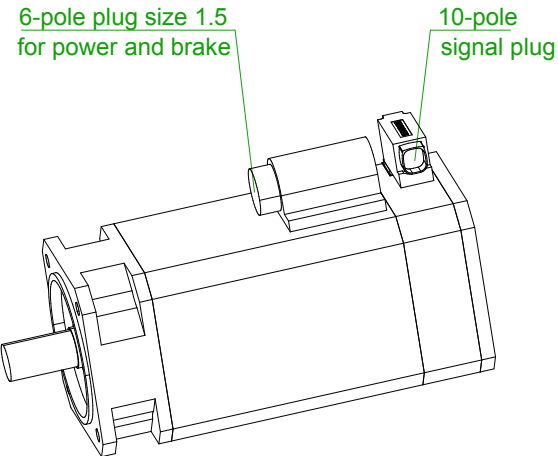
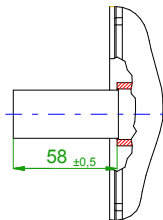
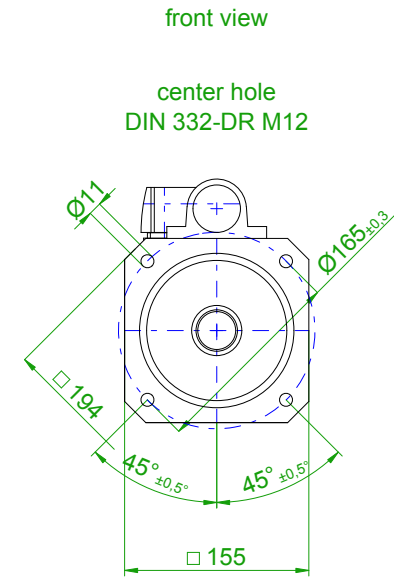
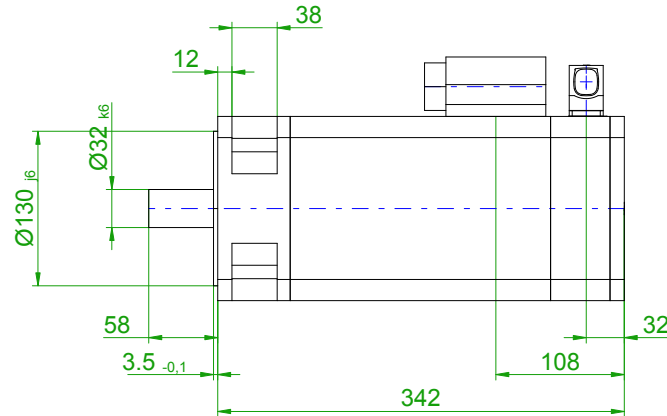
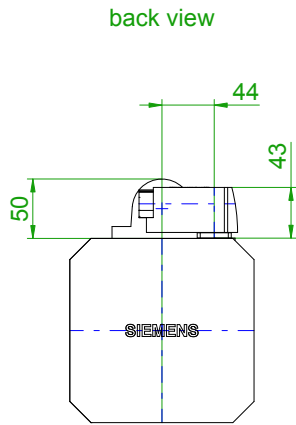
- Características del motor 1FT6084-8AF71-4FH0
- Planos del motor 1FT6084-8AF71-4FH0

Pedido nº: **1FT6084-8AF71-4FH0****Descripción**

Tipo motor	1FT6	Motor síncrono
Tamaño motor	084	Altura de eje 80
Referencia	8	Número de pares de polos 4
Tipo de refrigeración	A	Refrigeración natural
Velocidad nominal	F	3000 1/min
Tensión circuito intermedio	7	600 V
Tipo constructivo	1	IM B5
Sistema de conexión	4	Salida del conector axial hacia lado A
Sistema de encoder	F	Encóder absoluto 22 bit Singleturn + 12 bit Multiturn, con DRIVE-CLiQ
Opciones mecánicas	H	Eje sin chaveta (1PH-komp., tolerancia N excentricidad radial ,con freno de mantenimiento
grado de intensidad vibratoria/grado de protección	0	grado de intensidad vibratoria A, IP64, pintado (estándar: gris antracita RAL 7016)

Datos técnicos:**1FT6084-8AF71-4FH0**

Datos de encoder:			
Tipo de encoder		Encóder absoluto 22 bit	
Número de pulsos por vuelta		2048	
Dimensiones:			
Altura de eje	SH	80	mm
Eje solido		Ø 32	mm
Brida circular centrada		Ø 130	mm
Circulo de pernos de fijación		Ø 165	mm



		SIEMENS	
Einheit / unit: mm		Synchron-Servomotor Synchronous Servo Motor:	1FT6084-8AF71-4FH0
nicht tolerierte Maße / not toleranced dimensions:	±1	Optionen / options:	
		Gewicht / mass:	24 kg
Maßstab / scale: ohne / without		Bemerkung / notice:	
CAD CREATOR 1.8 (DVD-Version V01.08.00.00)		Druckdatum / print date:	09.02.2012

8.7. Anexo - Cabezal

- Características del motor 1PH7135-2AF00-0BA0
- Planos del motor 1PH7135-2AF00-0BA0

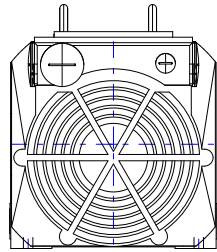
Pedido nº: **1PH7135-2AF00-0BA0****Descripción**

Tipo motor	1PH7	Motor asíncrono
Tamaño motor	135	Altura de eje 132
Ventilador	2	con ventilador independiente
Sistema de encoder	A	sin captador
Velocidad nominal	F	Velocidades asignada: 1500 1/min, 1750 1/min, 2000 1/min
Caja de bornas	0	Caja de bornes superior, entrada de cables desde derecha
Tipo constructivo	0	Forma constructiva IM B3 (IM V5, IM V6)
Freno de mantenimiento	0	sin freno
Versión de cojinetes/intensidad vibratoria/precisión de eje y brida	B	Versión de cojinetes: acoplamiento/correa, grado de intensidad vibratoria: R, precisión de eje y brida: R
Extremo del eje, sentido del aire	A	Extremo del eje: con chavetero, equilibrado con media chaveta, Sentido del aire: LA -> LB
Junta de cierre, pintura	0	Junta de cierre: sin, Color: sin

Datos técnicos: **1PH7135-2AF00-0BA0**

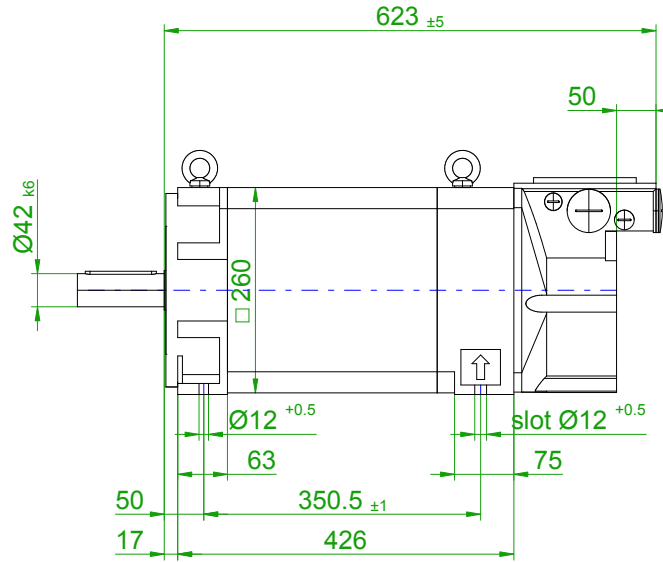
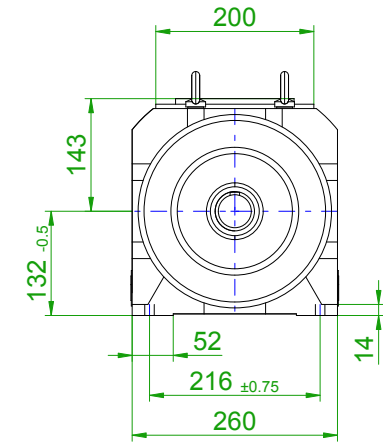
Dimensiones:			
Altura de eje	SH	132	mm
Eje solido		Ø 42	mm

back view

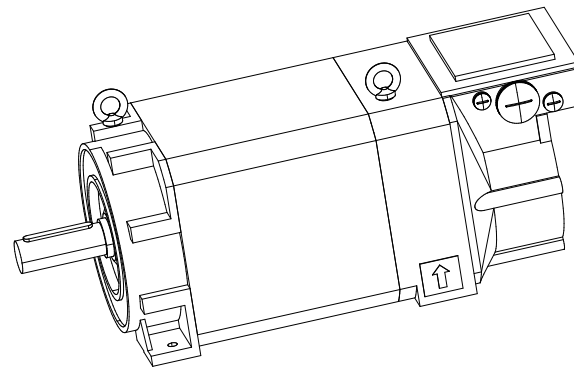
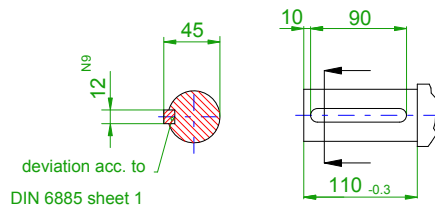


front view

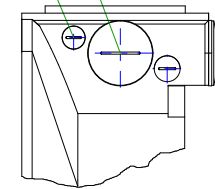
center hole
DIN 332-DR M16



version with featherkey

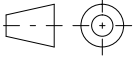


Pg11 Pg36



shaft acc. to DIN 42955-R

type of construction IM B3

		SIEMENS	
Einheit / unit: mm		Asynchron-Servomotor Asynchronous Servo Motor:	1PH7135-2AF00-0BA0
nicht tolerierte Maße / not toleranced dimensions: ±1		Optionen / options:	
Maßstab / scale: ohne / without		Gewicht / mass:	140 kg
CAD CREATOR 1.8 (DVD-Version V01.08.00.00)		Bemerkung / notice:	
		Druckdatum / print date:	09.02.2012

8.8. Anexo - Controlador

- Hoja de características:
 - SINUMERIK 828D
 - MCP 483C
 - Handwheel portable
- Planos:
 - SINUMERIK 828D
 - MCP 483C

Overview



SINUMERIK 828D BASIC M PPU 241.2, horizontal



SINUMERIK 828D BASIC M PPU 240.2, vertical

The SINUMERIK 828D BASIC M is an operator-panel-based CNC, tailored for use in modern standard milling machines.

The operator panel CNC is mounted from the rear using special clamps included in the scope of supply.

Benefits

- Compact, rugged, and maintenance-free operator-panel CNC with dedicated system software for milling technologies
- Highest machining precision with 80 bit NANO^{FP} accuracy
- The new user interface SINUMERIK Operate: same look and feel as SINUMERIK 840D sl
- Intelligent kinematic transformations for the machining of cylindrical workpieces
- Technology package SINUMERIK MDynamics with the new function Advanced Surface: Perfect workpiece surfaces and very fast machining times in the production of moldmaking workpieces
- ShopMill: Very fast programming time in the production of individual parts and small batches
- programGUIDE: Very fast machining times and maximum flexibility in the manufacture of workpieces in large batch sizes
- Unique spectrum of technology cycles – ranging from the machining of any milling contours with residual material detection to in-process measurements
- Animated Elements: Unique operating and programming support with moving picture sequences
- State-of-the-art data transmission via CompactFlash card, USB stick and plant network (Ethernet)
- Easy Message: Maximum machine availability thanks to process monitoring based on text messaging (SMS)

Function

- 2 operator panel variants for horizontal and vertical operator panel housings
- Integrated QWERTY full CNC keyboard with short-stroke keys
- CF card, USB and Ethernet interface on the operator panel front
- Additional Ethernet interface on rear of CNC for connection to factory network
- GSM/GPRS modem connection: Easy Message (option)
- Integrated PLC based on the SIMATIC S7-200 command set with ladder logic programming
- I/O interface based on PROFINET for the connection of PLC I/O devices and a machine control panel
- CNC options subject to license
- Up to 5 axes/spindles
- 1 machining channel/mode group
- Integrated tool management with tool life monitoring
- Management of replacement tools (option)
- Graphical machining step programming ShopMill (option)
- Configurable user screens Easy Screen
- Integrated data archiving procedure for simple data updates
- Faults will be remedied for a period of 24 months following 2nd commissioning on all system components in accordance with the repair service contract performance description.

CNC controls

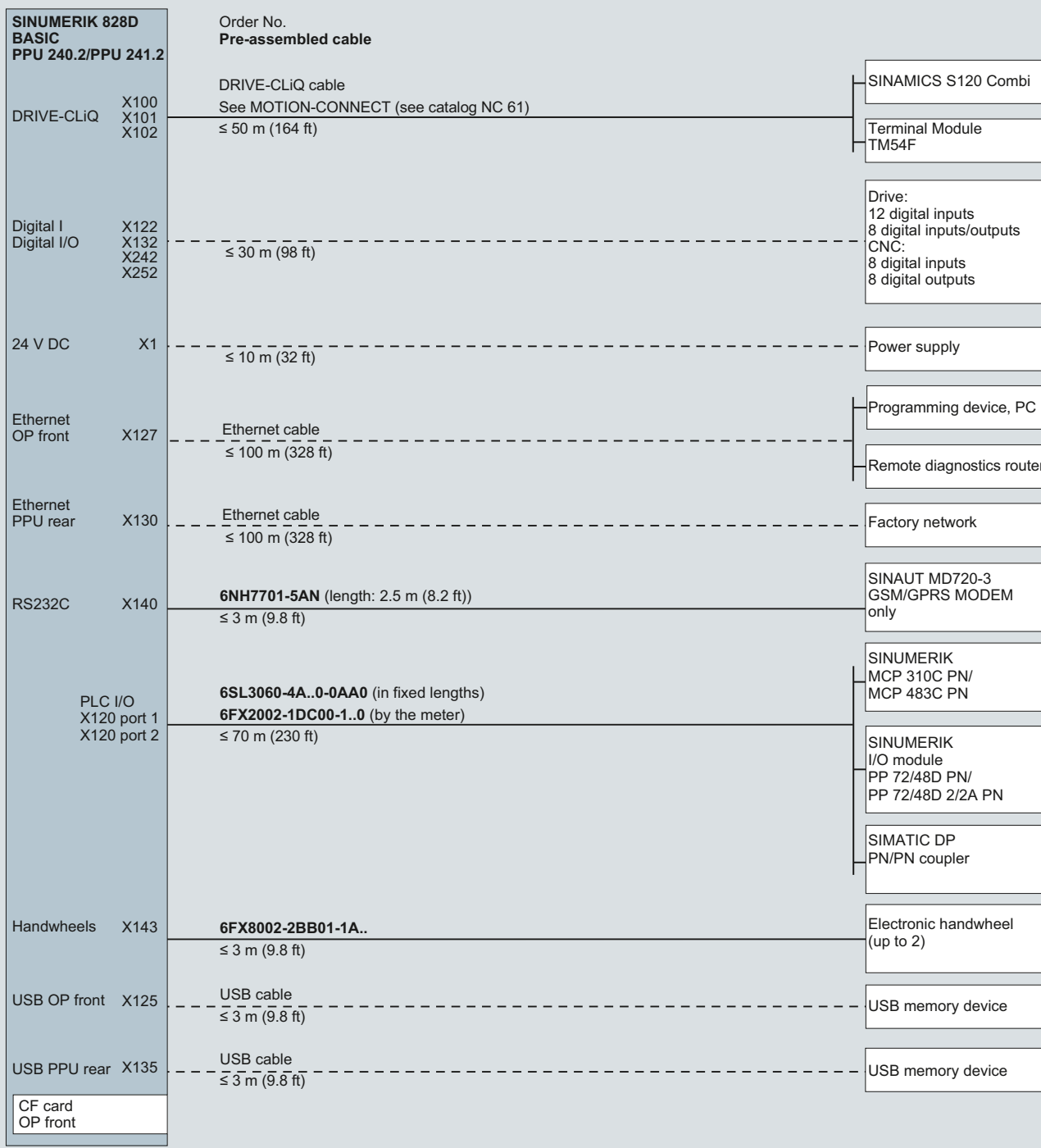
SINUMERIK 828D BASIC

SINUMERIK 828D BASIC M

Integration

The following components can be connected to the SINUMERIK 828D BASIC M:

- Up to 2 electronic handwheels
- Mini handheld unit with handwheel
- Up to 3 I/O modules PP 72/48D PN or PP 72/48D 2/2A PN
- MCP 310C PN or MCP 483C PN machine control panel
- GSM/GPRS modem
- SINAMICS S120 Combi drive system via DRIVE-CLiQ



Connection overview of SINUMERIK 828D BASIC T/BASIC M

Further information about the cables can be found in catalog NC 61.

Technical specifications

	SINUMERIK 828D BASIC M PPU 240.2 vertical 6FC5370-4AM20-0AA0	SINUMERIK 828D BASIC M PPU 241.2 horizontal 6FC5370-3AM20-0AA0
Input voltage	24 V DC, + 20 %/- 15 %	24 V DC, + 20 %/- 15 %
Power consumption, max.	60 W	60 W
Mains buffering time	3 ms (20 ms with SITOP smart)	3 ms (20 ms with SITOP smart)
Degree of protection according to EN 60529 (IEC 60529)		
• Operator panel front	IP65 (with closed front cover)	IP65 (with closed front cover)
• PPU	IP20 (rear)	IP20 (rear)
Relative humidity		
• Storage	5 ... 95 % at 25 °C	5 ... 95 % at 25 °C
• Transport	5 ... 95 % at 25 °C	5 ... 95 % at 25 °C
• Operation	5 ... 90 % at 25 °C (no condensation)	5 ... 90 % at 25 °C (no condensation)
Ambient temperature		
• Storage	-20 ... +55 °C	-20 ... +55 °C
• Transport	-20 ... +70 °C	-20 ... +70 °C
• Operation	0 ... 45 °C (rear 0 ... 55 °C)	0 ... 45 °C (rear 0 ... 55 °C)
Dimensions		
• Width	483 mm	310 mm
• Height	220 mm	380 mm
• Depth	105 mm	105 mm
Weight, approx.	4.5 kg	4.5 kg

Selection and ordering data

Description	Order No.
Hardware components	
SINUMERIK 828D BASIC M PPU 240.2 vertical Without system software	6FC5370-4AM20-0AA0
SINUMERIK 828D BASIC M PPU 241.2 horizontal Without system software	6FC5370-3AM20-0AA0
Software components	
System software Milling for SINUMERIK 828D BASIC M PPU 240.2/PPU 241.2 On CF card with license current software version Export	6FC5835-2GY40-0Y A0
SINUMERIK 828D toolbox On DVD-ROM	6FC5830-0CY40-0YA8
SINUMERIK HMI RCS Commander For PC/PG on CD-ROM current software version	6FC5860-7YC00-0YA0
Language extensions for operating software SINUMERIK Operate On DVD-ROM specific software version	6FC5860-0YC20-1YA8

Description	Order No.
Software components (continued)	
SIZER engineering tool For SINAMICS and MICROMASTER on DVD-ROM Languages: English, French, German, Italian	6SL3070-0AA00-0AG0
STARTER commissioning tool For SINAMICS and MICROMASTER on DVD-ROM Languages: English, French, German, Italian, Spanish	6SL3072-0AA00-0AG0
Accessories	
CompactFlash card, 1 GB, empty To expand the user memory	6FC5313-5AG00-0AA1
Set of clamps (9 units) For operating components with 2.5 mm profile, length 20 mm	6FC5248-0AF14-0AA0
Example of specific software version 4.3: 6FC5835-2GY40-0YA0	

Componentes de manejo para controles numéricos CNC

Paneles de mando de máquina

SINUMERIK MCP 483C PN

Sinopsis



El panel de mando de máquina SINUMERIK MCP 483C PN ofrece un manejo de las funciones de máquina sencillo para el operador. Es apropiado para el manejo a pie de máquina de fresadoras, tornos, rectificadoras y máquinas especiales.

Además de PROFINET, el SINUMERIK MCP 483C PN dispone de completa funcionalidad Industrial Ethernet. Se puede conmutar a la respectiva tecnología de red vía interruptores DIP.

Para adaptaciones específicas a las máquinas, todas las teclas tienen tapas recambiables. Estas tapas pueden ser rotuladas con láser. Como alternativa pueden utilizarse tapas de teclas transparentes.

El panel se fija por la parte posterior mediante elementos tensores especiales, que están incluidos en el suministro.

Construcción

Elementos de mando:

- Teclas funcionales y modos de operación
 - 50 teclas con LEDs
 - Teclas de función para fresadoras con superposición de la marcha rápida (las tapas de las teclas de dirección para fresadoras se adjuntan sueltas)
- Mando del cabezal con selector Override cabezal (selector giratorio de 16 posiciones)
- Control del avance con selector Override para avance/marcha rápida (selector giratorio de 23 posiciones)
- Interruptor de llave (4 posiciones y 3 llaves diferentes)
- Pulsador de parada de emergencia (2 × (1 NA + 1 NC))

Tipo de teclas:

- Teclas mecánicas

Interfaces:

- PROFINET/Industrial Ethernet
- 9 entradas/6 salidas para 9 aparatos de mando (se requiere juego de cables adicional para aparatos de mando)
- Para 2 volantes

Posibilidades de ampliación:

- 2 puestos preestampados para aparatos de mando ($d = 16 \text{ mm}$)

Integración

El panel de mando de máquina SINUMERIK MCP 483C PN se puede utilizar con:

- SINUMERIK 840Di sl
- SINUMERIK 840D sl

Datos técnicos

Nombre del producto	6FC5303-0AF22-0AA1 Panel de mando de máquina SINUMERIK MCP 483C PN
Tensión de alimentación	24 V DC
Potencia absorbida, máx.	5 W
Grado de protección según DIN EN 60529 (IEC 60529)	<ul style="list-style-type: none"> • Lado frontal IP54 • Lado posterior IP00
Clasificación de humedad según conformidad con DIN EN 60721-3-3	Cl. 3K5 excluidas condensación y formación de hielo. Baja temperatura del aire 0 °C.
Humedad relativa	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento 5 ... 95 % a 25 °C • Transporte 5 ... 95 % a 25 °C • Servicio 5 ... 85 % a 25 °C
Temperatura ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • en almacenamiento -25 ... +55 °C • Transporte -25 ... +55 °C • Servicio <ul style="list-style-type: none"> - Lado frontal 0 ... 45 °C - Lado posterior 0 ... 55 °C
Distancia	100 m
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • Ancho 483 mm • Altura 155 mm • Profundidad 55 mm Recorte en panel <ul style="list-style-type: none"> • Ancho 450 mm • Altura 135 mm • Tolerancia + 1 mm
Peso, aprox.	2 kg
Homologaciones, según	cULus

SINUMERIK MCP 483C PN

Datos para selección y pedidos

Descripción	Referencia
Panel de mando de máquina SINUMERIK MCP 483C PN PROFINET/Industrial Ethernet, 19" de ancho, con teclas mecánicas, parada de emergencia de 22 mm	6FC5303-0AF22-0AA1
Accesorios	
Tapas de teclas cuadradas, rotulables 1 juego compuesto por: 90 x grises ergo, 20 x rojas, 20 x amarillas, 20 x verdes, 20 x medio-grises	6FC5248-0AF12-0AA0
Tapas de teclas cuadradas, rotulables 90 x transparentes	6FC5248-0AF21-0AA0
Elemento de accionamiento de 22 mm Pulsador de seta con enclavamiento, rojo y sin iluminación; sobresale 40 mm y está protegido contra neutralización; incl. soporte	3SB3000-1HA20
Bloque de contactos con 2 contactos 1 NA + 1 NC, 2 polos, bornes de tornillo	3SB3400-0A
Juego de llaves (10 juegos) Para panel de mando de máquina	6FC5148-0AA03-0AA0
Disco graduado para corrección de la marcha rápida (1 juego = 20 unidades) para selector giratorio de 16 posiciones MCP 483C	6FC5248-0AF30-0AA0
Selector giratorio Override para cabezal/marcha rápida 1 x 16G, P=24, con tapa, botón, indicador y discos graduados para cabezal y marcha rápida	6FC5247-0AF12-1AA0
Selector giratorio Override para avance/marcha rápida 1 x 23G, P=32, con tapa, botón, indicador y discos graduados para marcha rápida y avance	6FC5247-0AF13-1AA0
Juego de cables (60 unidades) Para otros aparatos de mando del panel de mando de máquina Longitud: 500 mm	6FC5247-0AA35-0AA0
Juego de tensores (9 unidades) Para componentes de mando con perfil de 2,5 mm Longitud: 20 mm	6FC5248-0AF14-0AA0

Ejemplo:

16G: bloqueo en muesca 16

P=24: 24 muescas con 360°

Para los datos de pedido de Ethernet o PROFINET, consulte Industrial Ethernet Switches – SCALANCE.

Componentes de manejo para controles numéricos CNC

Mandos de máquina portátiles

Volante electrónico

Sinopsis

Este encóder genera señales que equivalen a las causadas por el giro del volante accionado a mano. Con ello, el eje seleccionado previamente mediante el control, se posiciona en paralelo al eje. Los volantes disponen de un sistema de muescas magnéticas que permite un desplazamiento incremental preciso.

La placa frontal puede desmontarse. Para conexión a módulos de E/S se puede suministrar una variante con 24 V DC de tensión e interfaz HTL.

La base de enchufe permite conectar el volante portátil con el cable tipo espiral. La carcasa dispone de un imán de fijación. Para fijar el volante en superficies no metálicas se puede suministrar un soporte.



Datos técnicos

	6FC9320-5DB01	6FC9320-5DC01/ 6FC9320-5DF01/ 6FC9320-5DM00	6FC9320-5DE02	6FC9320-5DH01
Nombre del producto	Volante electrónico	Volante electrónico	Volante electrónico portátil	Volante electrónico
Tensión nominal	5 V DC ± 5 %			10 ... 30 V DC
Intensidad nominal, máx.	60 mA			15 mA
Interfaz	RS 422 (TTL)			HTL
Desfase entre los canales de impulsos A y B	90° eléctricos			
Impulsos	2 × 100 señales/vuelta			
Fuerza de accionamiento	8 Ncm	4 Ncm		
Frecu. de salida, máx.	2 kHz			
Distancia a la NCU	25 m		20 m	25 m
Grado de protección según DIN EN 60529 (IEC 60529)				
• Lado frontal	IP65			
• Lado posterior	IP50			
Humedad relativa				
• Almacenamiento	10 ... 95 % a 25 °C			
• Transporte	10 ... 95 % a 25 °C			
• Servicio	5 ... 80 % a 25 °C			
Temperatura ambiente				
• Almacenamiento	-40 ... +85 °C			
• Transporte	-40 ... +85 °C			
• Servicio	0 ... 70 °C			
Peso, aprox.	0,6 kg	0,4 kg	1,3 kg	0,4 kg
Homologaciones, según	cULus			

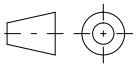
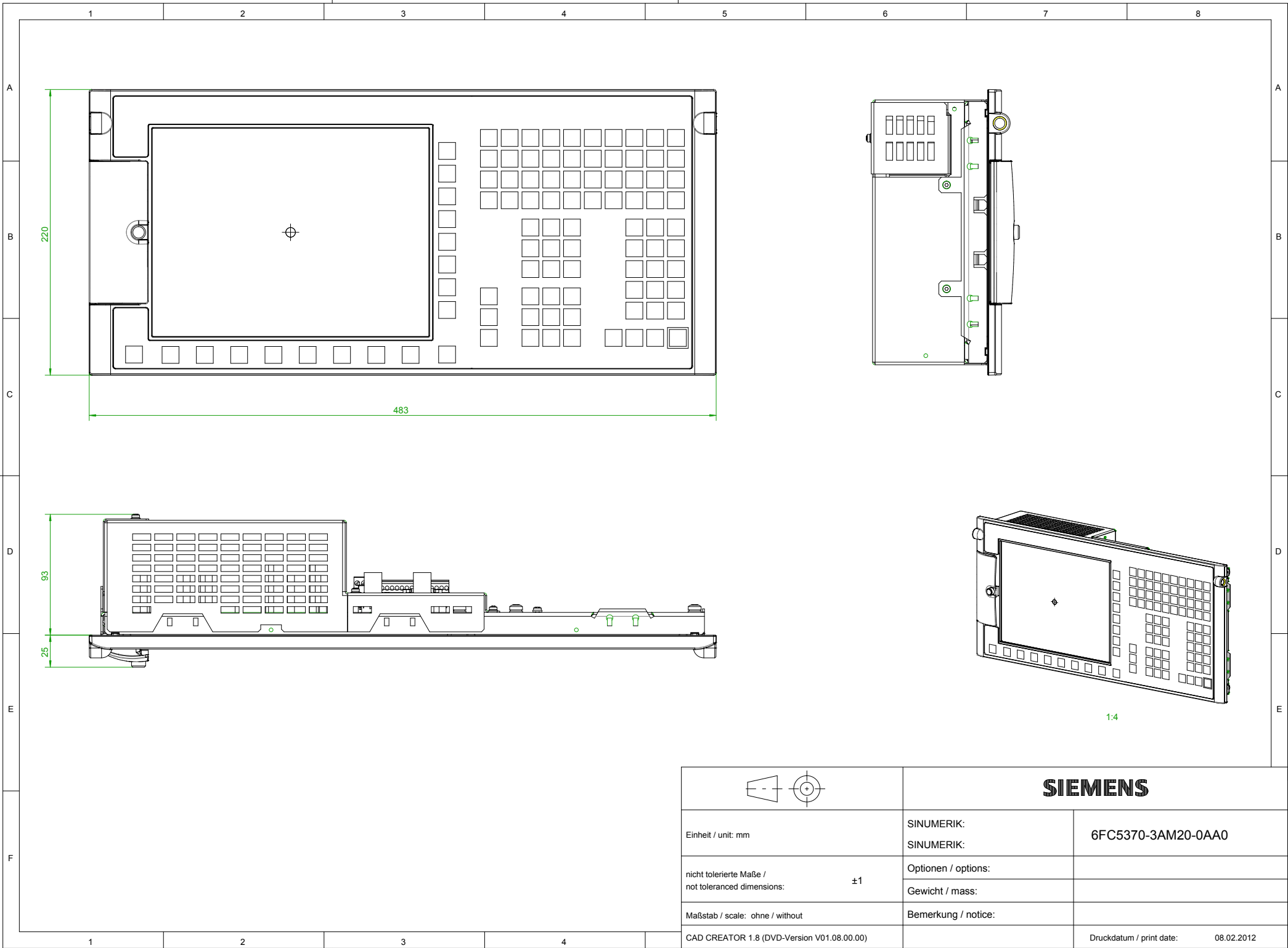
Componentes de manejo para controles numéricos CNC

Mandos de máquina portátiles

Volante electrónico

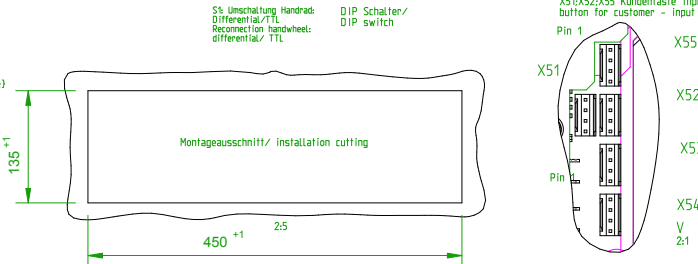
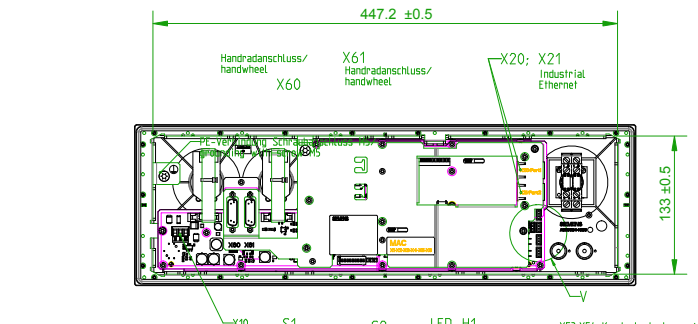
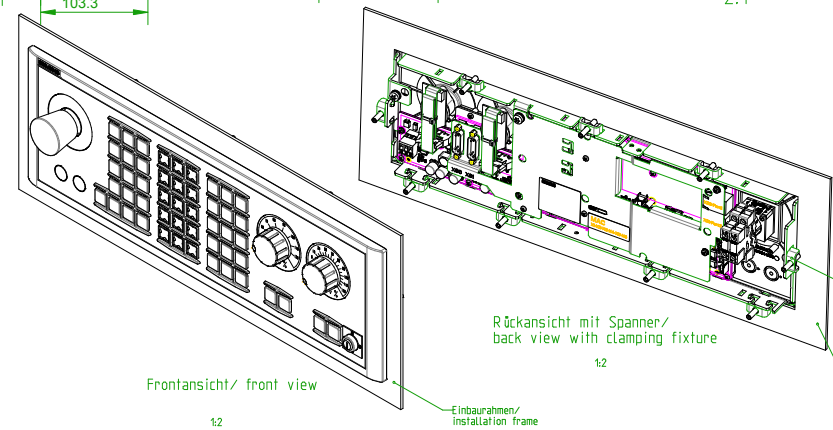
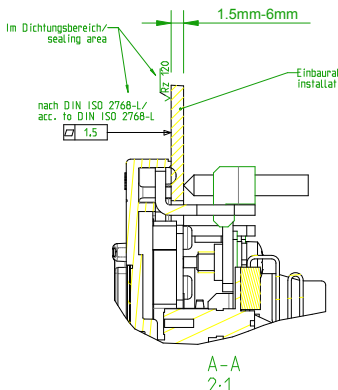
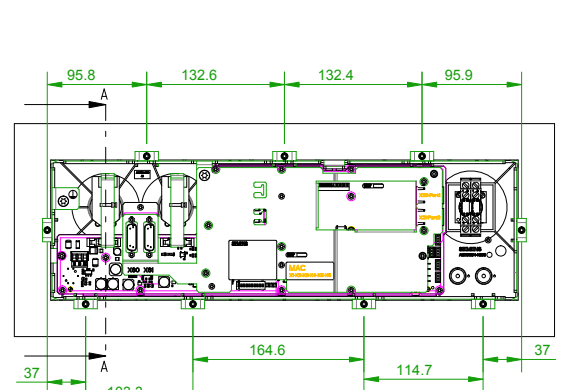
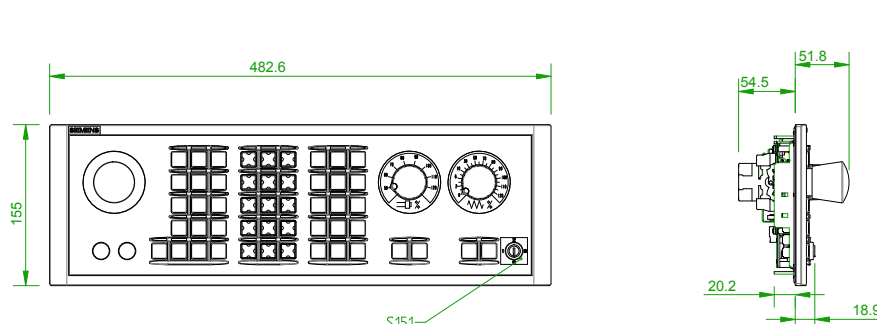
Datos para selección y pedidos

Descripción	Referencia
Volante electrónico	
• Con placa frontal 120 mm × 120 mm, con rueda de ajuste 5 V DC, RS 422	6FC9320-5DB01
• Con placa frontal 76,2 mm × 76,2 mm, con rueda de ajuste 5 V DC, RS 422	6FC9320-5DC01
• Transportable en carcasa, cable espiral de 2,5 m con rueda de ajuste 5 V DC, RS 422	6FC9320-5DE02
• Con placa frontal 76,2 mm × 76,2 mm, con rueda de ajuste 24 V DC, HTL	6FC9320-5DH01
• Sin placa frontal, con rueda de ajuste pequeña 5 V DC, RS 422	6FC9320-5DM00
• Sin placa frontal, sin rueda de ajuste, para montaje 5 V DC, RS 422	6FC9320-5DF01
Juego adaptador	6FC9320-5DN00
Para montar en la placa frontal con fijación por tres agujeros	
Base de enchufe	6FC9341-1AQ
Para volante portátil	
Soporte	6FX2006-1BG70
Para mandos de máquina portátiles simplificados 6FX2007-1AD.3 y volante electrónico en la carcasa 6FC9320-5DE02	



SIEMENS

Einheit / unit: mm	SINUMERIK: SINUMERIK:	6FC5370-3AM20-0AA0
nicht tolerierte Maße / not toleranced dimensions: ±1	Optionen / options:	
Maßstab / scale: ohne / without	Gewicht / mass:	
CAD CREATOR 1.8 (DVD-Version V01.08.00.00)	Bemerkung / notice:	
	Druckdatum / print date:	08.02.2012



Schutzart gemäß IEC529: Rückseite IP 00
Frontseite IP 54
DIN VDE 0106, Teil 1
DIN 40050
DIN 40053, Teil 4

Klimatische Bedingungen:
Temperatur geprüft nach DIN EN 60068-2-2:1994,
DIN IEC 68-2-1, DIN IEC 68-2-14
in Betrieb 0°C bis +55°C innen
0°C bis +45°C außen
Lagerung / Transport -25°C bis +55°C
Temp.-Gradient max. 10°C/h (keine Betauung)
Relative Feuchte geprüft nach DIN IEC 68-2-3
DIN IEC 68-2-56
in Betrieb 5% bis 80% bei 25°C (keine Betauung)
Lagerung / Transport 5% bis 95% bei 25°C (keine Betauung)

Mechanische Umgebungsbedingungen:
Schwingbeanspruchung im Betrieb geprüft nach DIN IEC 68-2-6
10 bis 50Hz: 0,075mm; 50 bis 500Hz: 9,8m/s²
Anforderungsnorm DIN EN 60721-3-3, Kl. 3M4
Prüfnorm DIN EN 60068-2-6, IEC 60068-2-6
10 bis 50Hz: 0,075mm; 50 bis 500Hz: 9,8m/s²
Klassifizierung 3M4

Schwingbeanspruchung bei Transport:
Anforderungsnorm DIN EN 60721-3-2, Kl. 2M2, IEC 60721-3-2, Kl. 2M2
Prüfnorm DIN EN 60068-2-6, IEC 60068-2-6
10 bis 50Hz: 0,075mm; 50 bis 500Hz: 9,8m/s²

Stoßfestigkeit (Schock) geprüft nach DIN IEC 68-2-29
Betrieb 50m/s², 30ms, 100 Schocks
Transport / Lagerung 250m/s², 6ms, 1000 Schocks

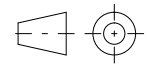
Protective class acc. to IEC 529: backside IP 00
frontside IP54
DIN VDE 0106, part 1
DIN 40050
DIN 40053, part 4

Climate conditions:
Temperature tested acc. to DIN EN 60068-2-2: 1994
DIN IEC 68-2-1, DIN IEC 68-2-14
operating state 0°C to +55°C inside
0°C to +45°C outside
storage / transport -25°C to +55°C
gradient of temperature max. 10°C/h no moisture condensation
Relative moisture tested acc. to DIN IEC 68-2-3
DIN IEC 68-2-56
operating state 5% to 80% at 25°C (no moisture condensation)
storage / transport 5% to 95% at 25°C (no moisture condensation)

Mechanical environment conditions:
load of vibration in operating state tested acc. to DIN IEC 68-2-6
10 to 50Hz: 0.075mm; 50 to 500Hz: 9.8m/s²
standard or requirement DIN EN 60721-3-3 class 3M4
standard of review DIN EN 60068-2-6, IEC 60068-2-6
classification 3M4

Vibration load at transport:
10 to 50Hz: 0.075mm; 50 to 500Hz: 9.8m/s²
standard of requirements DIN EN 60721-3-2 class 2M2,
IEC 60721-3-2 class 2M2
standard of review DIN EN 60068-2-6, IEC 60721-3-2 class 2M2
classification 2M2

shock resistance tested acc. to DIN IEC 68-2-29
operating state 50m/s², 30ms, 100 shocks
storage / transport 250m/s², 6ms, 1000 shocks
standard of requirement DIN EN 60721-3-3 class 3M4
standard of review DIN EN 60068-2-6, IEC 68-2-6, test Fc
classification 3M4



SIEMENS

Einheit / unit: mm	SINUMERIK: SINUMERIK:	6FC5303-0AF22-0AA1
nicht tolerierte Maße / not toleranced dimensions: ±1	Optionen / options:	
Maßstab / scale: ohne / without	Gewicht / mass:	
CAD CREATOR 1.8 (DVD-Version V01.08.00.00)	Bemerkung / notice:	
	CAD CREATOR 1.8 (DVD-Version V01.08.00.00)	Druckdatum / print date: 08.02.2012

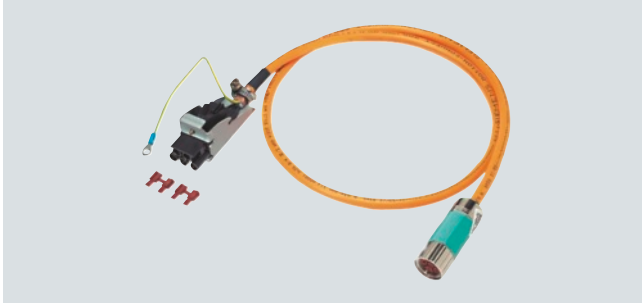
8.9. Anexo - Motion Connect

- Hojas de características

Cables de conexión MOTION-CONNECT

Cables de potencia para SINAMICS S120

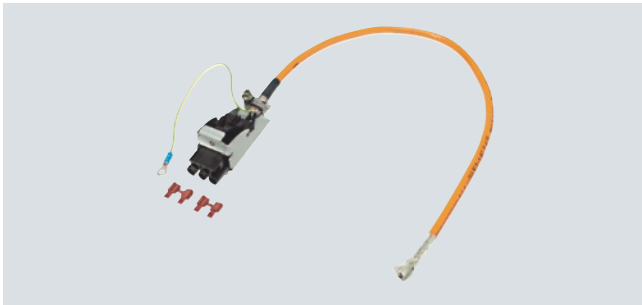
Sinopsis



Cables con conector para Motor Module y conector redondo



Cable con terminales de ojal y conector redondo



Cable con conector para Motor Module y extremos libres

Los motores síncronos o asíncronos se conectan con los Motor Modules o Power Modules por medio de los cables de potencia MOTION-CONNECT.

Los cables de potencia confeccionados MOTION-CONNECT ofrecen alta calidad y, por ello, la seguridad de un servicio sin problemas.

Según la ejecución deseada, los cables de potencia MOTION-CONNECT pueden tener confeccionado uno o ambos extremos.

Nota:

Todos los cables de potencia **6FX.002-5....-....** se pueden suministrar previa consulta también con contactos crimpados y con carcacas de conectores sueltas por el **lado del módulo**.

En dicho caso es necesario modificar la referencia en la 6ª posición de 0 a 1 :
6FX.012-5....-....

Una vez insertados los contactos en su soporte aislante ya no es posible volverlos a sacar.



Cable de conexión con conector redondo para Power Module

Forma de suministro

Los cables confeccionados se entregan con longitudes exactas escalonadas por decímetros hasta 299,8 m.

Los cables de 1,5 mm² y 2,5 mm² se entregan en longitudes de 50 m, 100 m, 200 m y 500 m y los de 4 mm² en longitudes exactas escalonadas por metros hasta 100 m.

A partir de 30 kg ó 100 m se usan tambores en lugar de rollos.

Cables de conexión MOTION-CONNECT

Cables de potencia para SINAMICS S120

Cables de potencia para motores
1FT/1FK/1PH8 con conectores

Datos para selección y pedidos

Cables de potencia MOTION-CONNECT sin conductores de freno para motores 1FT/1FK/1PH8 con conectores SPEED-CONNECT o a rosca y cables por metros para motores con caja de bornes para Motor Modules SINAMICS S120

Sistema de conexión, lado Motor Module	Nº conduct. × sección mm ²	Tamaño conector, lado motor	Cable confeccionado Referencia	D _{máx}		Cables por metros ¹⁾ Referencia	Peso (sin conectores)		Radio de flexión mínimo admisible ²⁾		
				6FX5 mm	6FX8 mm		6FX5 kg/m	6FX8 kg/m	6FX5 mm	6FX8 mm	
Conector ³⁾	4 × 1,5	1	6FX 002-5C 01-....	8,4	10,4	6FX 008-1BB11-....	0,12	0,16	155	100	
		1,5	6FX 002-5C 21-....								
		e. l. ⁴⁾	6FX 5 002-5CS02-....								
	4 × 2,5	1	6FX 002-5C 11-....	10,0	12,1	6FX 008-1BB21-....	0,21	0,23	180	120	
		1,5	6FX 002-5C 31-....								
		e. l. ⁴⁾	6FX 5 002-5CS12-....								
	4 × 4	1,5	6FX 002-5C 41-....	11,4	13,2	6FX 008-1BB31-....	0,27	0,31	210	130	
		e. l. ⁴⁾	6FX 5 002-5CS42-....								
	4 × 6	1,5	6FX 002-5C 51-....	13,6	16,0	6FX 008-1BB41-....	0,37	0,42	245	170	
		e. l. ⁴⁾	6FX 5 002-5CS52-....								
	4 × 10	1,5	6FX 002-5C 61-....	20,0	19,4	6FX 008-1BB51-....	0,73	0,63	360	210	
		3 ⁵⁾	6FX 002-5CS13-....								
e. l. ⁴⁾		6FX 5 002-5CS62-....									
Terminales de ojal ⁶⁾	4 × 6	1,5	6FX 002-5C 54-....	13,6	16,0	6FX 008-1BB41-....	0,37	0,42	245	170	
		3 ⁵⁾	6FX 002-5CS14-....								
	4 × 10	1,5	6FX 002-5C 64-....	20,0	19,4	6FX 008-1BB51-....	0,73	0,63	360	210	
		3 ⁵⁾	6FX 002-5CS14-....								
4 × 16	1,5	6FX 8 002-5CS24-....	24,2	23,6	6FX 008-1BB61-....	1,10	0,95	440	260		
	3 ⁵⁾	6FX 002-5CS23-....									
	Venta por metros	4 × 25	–	–	28,0	–	6FX 5 008-1BB25-....	1,62	–	505	–
		4 × 35	–	–	31,5	–	6FX 5 008-1BB35-....	1,93	–	570	–
4 × 50		–	–	38,0	–	6FX 5 008-1BB50-....	3,04	–	685	–	
4 × 70		–	–	42,6	–	6FX 5 008-1BB70-....	3,96	–	770	–	
4 × 95	–	–	51,7	–	6FX 5 008-1BB05-....	5,55	–	935	–		
4 × 120	–	–	56,0	–	6FX 5 008-1BB12-....	6,69	–	1010	–		
4 × 150	–	–	63,0	–	6FX 5 008-1BB15-....	8,21	–	1135	–		
4 × 185	–	–	66,2	–	6FX 5 008-1BB18-....	9,82	–	1195	–		

MOTION-CONNECT 500

5

MOTION-CONNECT 800

8

Conector lado motor SPEED-CONNECT

N

Conector lado motor a rosca

S

Códigos para longitudes

....

....

¹⁾ Tener en cuenta la forma de suministro.

²⁾ Válido para tendido en una cadena portacables.

³⁾ Para Motor Modules, forma Booksize, 3 A a 30 A.

⁴⁾ e.l. = extremos de cable libres; para motores con caja de bornes.

⁵⁾ Conector lado motor sólo a rosca.

⁶⁾ Para Motor Modules, forma Booksize, 45 A y 60 A.

Cables de conexión MOTION-CONNECT

Cables de potencia para SINAMICS S120

Cables de potencia para motores
1FT/1FK/1PH8 con conectores

Datos para selección y pedidos (continuación)

Cables de potencia MOTION-CONNECT con conductores de freno para motores 1FT/1FK con conectores SPEED-CONNECT o a rosca y cables por metros para motores con caja de bornes para Motor Modules SINAMICS S120

Sistema de conexión, lado Motor Module	Nº conduct. x sección mm ²	Tamaño conector lado motor	Cable confeccionado Referencia	D _{máx}		Cables por metros ¹⁾ Referencia	Peso (sin conectores)		Radio de flexión mínimo admisible ²⁾	
				6FX5 mm	6FX8 mm		6FX5 kg/m	6FX8 kg/m	6FX5 mm	6FX8 mm
Conector ³⁾	4 × 1,5+2 × 1,5	0,5 ⁵⁾	6FX 5 002-5DA20-....	10,8	12,9	6FX5008-1BA11-....	0,22	0,25	195	125
		1	6FX 002-5D 01-....			6FX 008-1BA11-....				
		1,5	6FX 002-5D 21-....							
	4 × 2,5+2 × 1,5	1	6FX 002-5D 11-....	12,4	14,2	6FX 008-1BA21-....	0,25	0,31	225	140
		1,5	6FX 002-5D 31-....							
	4 × 4+2 × 1,5	1,5	6FX 002-5D 41-....	14,0	15,3	6FX 008-1BA31-....	0,35	0,40	255	150
4 × 6+2 × 1,5	1,5	6FX 002-5D 51-....	16,1	17,8	6FX 008-1BA41-....	0,49	0,53	290	195	
4 × 10+2 × 1,5	1,5		6FX 002-5D 61-....	21,7	20,8	6FX 008-1BA51-....	0,81	0,78	395	230
		3 ⁵⁾	6FX 002-5DS13-....							
Terminales de ojal ⁶⁾	4 × 6+2 × 1,5	1,5	6FX 002-5D 54-....	16,1	17,8	6FX 008-1BA41-....	0,49	0,53	290	195
		3 ⁵⁾	6FX 002-5D 64-....	21,7	20,8	6FX 008-1BA51-....	0,81	0,78	395	230
	4 × 10+2 × 1,5	3 ⁵⁾	6FX 002-5DS14-....							
Extremos de cables libres ⁴⁾	4 × 16+2 × 1,5	3 ⁵⁾	6FX 002-5DS23-....	25,0	24,7	6FX 008-1BA61-....	1,12	1,05	450	275
	4 × 25+2 × 1,5	3 ⁵⁾	6FX 002-5DG33-....	29,4	27,9	6FX 008-1BA25-....	1,62	1,51	530	325
	4 × 35+2 × 1,5	3 ⁵⁾	6FX 002-5DG43-....	32,6	32,0	6FX 008-1BA35-....	2,06	2,00	590	380
	4 × 50+2 × 1,5	3 ⁵⁾	6FX 002-5DG53-....	38,0	35,8	6FX 008-1BA50-....	3,04	2,66	685	420
MOTION-CONNECT 500			5			5				
MOTION-CONNECT 800			8			8				
Conector lado motor SPEED-CONNECT				N						
Conector lado motor a rosca				S						
Códigos para longitudes			

1) Tener en cuenta la forma de suministro.

2) Válido para tendido en una cadena portacables.

3) Para Motor Modules, forma Booksize, 3 A a 30 A.

4) Logitud de extremos libres: 300 mm.

Con los cables se entregan 4 terminales M8, 1 terminal M6 y 1 borne de resorte.

5) Conector lado motor sólo a rosca.

6) Para Motor Modules, forma Booksize, 45 A y 60 A.