

Proyecto Fin de Carrera
Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial

Control de Ejes mediante PLC
Aplicación en Célula de Fabricación Flexible

Autor: Francisco Javier Caso Solís

Tutor: Luis Fernando Castaño Castaño

Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2016



Proyecto Fin de Carrera
Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial

Control de Ejes mediante PLC. Aplicación en Célula de Fabricación Flexible

Autor:

Francisco Javier Caso Solís

Tutor:

Luis Fernando Castaño Castaño

Profesor titular

Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2016

Proyecto Fin de Carrera: Control de Ejes mediante PLC. Aplicación en Célula de Fabricación Flexible

Autor: Francisco Javier Caso Solís

Tutor: Luis Fernando Castaño Castaño

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2016

El Secretario del Tribunal

A mis hijas, María y Ana

Agradecimientos

Sin lugar a dudas, tengo mucho que agradecer a aquellos profesores que supieron entender las particularidades en la formación, de aquellos que empezamos esta andadura del conocimiento, en un momento en el que además, teníamos otras responsabilidades de tipo familiar y profesional, que ineludiblemente teníamos que atender.

De entre todos, mi más sincero agradecimiento al profesor Dr. D. Luis Fernando Castaño Castaño por su magisterio, continuo ánimo, comprensión, y apoyo.

También a mis hijas, María y Ana, que han compartido durante este tiempo, mis ilusiones y esfuerzos.

A todos aquellos que están a y a los que ya no están, que me han apoyado y animado en todo momento y circunstancia.

Francisco Javier Caso Solís

Sevilla, 2016

Resumen

En este proyecto se desarrolla una solución particular, para la integración de equipos servomotores, en instalaciones automatizadas controladas por un PLC, de un fabricante distinto.

En determinadas ocasiones es muy conveniente conservar elementos de una instalación, plenamente operativos, pero de cierta antigüedad. Esta necesidad es más evidente, cuando los elementos están ligados a un sistema mecánico específico, tal como ocurre con los servomotores.

Al integrar estos componentes en plantas, en donde se utilizan elementos de control, más actuales y de distintos fabricantes, surge la necesidad de encontrar la solución de interconexión más adecuada, para que cumplan con la funcionalidad exigida.

En el Laboratorio de Robótica e Informática Industrial está disponible un conjunto de Servo Driver y Servo Motor de la firma OMRON.

Se quiere integrar este conjunto, en la Célula de Fabricación Flexible existente en el Laboratorio, que utiliza como elemento de control, el autómata Modicon M340 de la firma Schneider.

Sin embargo las señales que deben intercambiar ambos elementos, no son compatibles entre sí, por lo que se desarrolla la solución hardware, para la adaptación de las mismas.

En este Proyecto se diseña y construye una *interfase electrónica*, que adaptará las señales entre ambos elementos. De esta forma, autómata y servo podrán funcionar conjuntamente.

Adicionalmente se desarrollará una aplicación que servirá para comprobar el funcionamiento de la interfase, tanto de forma manual, como de forma automática.

Índice

Agradecimientos	9
Resumen	11
Índice	13
Índice de Tablas	15
Índice de Figuras	17
1 Objeto y justificación del Proyecto	26
2 Descripción de los Sistemas utilizados	28
2.1. <i>Servo Driver y Servo Motor OMRON</i>	29
2.1.1 Vista General del Conjunto	29
2.1.2 Funciones implementadas en la "OMNUC U SERIES"	31
2.1.3 Conexionado	42
2.1.4 Configuración	54
2.2 <i>Autómata MODICON M340</i>	68
2.2.1 Fuente de alimentación BMX CPS 2000	70
2.2.2 Unidad Central de Proceso BMX P34 2020	70
2.2.3 Módulo de entradas / salidas digitales BMX DDM 16022	71
2.2.4 Módulo de Conteo BMX EHC 0200	72
2.3 <i>Unity Pro</i>	75
3 Interfase Electrónica	76
3.1 <i>Distribución de Corriente Alterna</i>	77
3.2 <i>Fuentes de Alimentación</i>	78
3.2.1 Características de las Fuentes	79
3.3 <i>Distribución de Corriente Continua</i>	81
3.3.1 Relación de consumos de corriente continua que proporcionarán las fuentes.	82
3.4 <i>Módulo de Elección de Motor</i>	84
3.5 <i>Módulo Adaptador de Señales</i>	86
3.6 <i>Mando Auxiliar</i>	101
3.7 <i>Seta de Emergencias</i>	102
4 Aplicación para Pruebas	103
4.1 <i>Configuración del PLC</i>	105
4.1.1 Elementos de la Aplicación	105
4.1.2 Configuración de los Elementos	106
4.2 <i>Secciones del Proyecto</i>	112
4.2.1 Sección Principal "CHART"	113
4.2.2 Sección "Manual"	119
4.2.3 Sección "Automático"	121
4.3 <i>Códigos de las Acciones empleadas</i>	127
4.4 <i>Variables empleadas</i>	164
4.5 <i>Bloques de Funciones</i>	167
4.6 <i>Pantalla de Operador</i>	168

5	Guía de Utilización	172
5.1	<i>Objetivo</i>	172
5.2	<i>Elementos necesarios</i>	172
5.3	<i>Conexiones</i>	173
5.3.1	PC – PLC	173
5.3.2	PC – Ud Servo Driver	175
5.3.3	PLC – Interfase Electrónica	176
5.3.4	Ud Servo Driver – Interfase Electrónica	178
5.3.5	PLC – Seta de Emergencias	179
5.3.6	PLC – Mando Auxiliar	179
5.3.7	Interfase Electrónica – Finales de Carrera	179
5.3.8	Ud Servo Driver – Ud Servo Motor	180
5.3.9	Alimentación Eléctrica	180
5.4	<i>Configuración Ud de Servo Driver</i>	181
5.5	<i>Carga de Programa en PLC</i>	182
5.6	<i>Operación desde el PC</i>	183
5.7	<i>Operación con el Mando Auxiliar</i>	185
6	Planos Eléctricos	187
7	Circuitos Impresos	201
	Referencias	215

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2 - 1 Especificaciones generales servo motor OMRON	52
Tabla 2 - 2 Especificaciones generales servo driver OMRON	53
Tabla 2 - 3 Especificaciones de consumos servo driver OMRON	61
Tabla 2 - 4 Conector CN1 del Servo Driver OMRON. INPUT	62
Tabla 2 - 5 Conector CN1 del Servo Driver OMRON. OUTPUT	63
Tabla 2 - 6 Conector CN2 del Servo Driver OMRON. ENCODER	65
Tabla 2 - 7 Conector CN3 del Servo Driver OMRON. CONEXIÓN PC	65
Tabla 2 - 8 Parámetros elegidos en la configuración del Servo Driver	74
Tabla 2 - 9 Valores elegidos para Cn – 01	76
Tabla 2 -10 Valores elegidos para Cn – 02	78
Tabla 2 -11 Módulo de Conteo BMX EHC 0200. Numeración de pines	85
Tabla 3 -1 Fuentes de alimentación 24 V CC. Características	92
Tabla 3 -2 Fuentes de alimentación 5 V CC. Características	94
Tabla 3 -3 Fuentes de alimentación 5 V CC. Consumos soportados	96
Tabla 3 -4 Fuentes de alimentación 24 V CC USO GENERAL. Consumos soportados	97
Tabla 3 -5 Fuentes de alimentación 24 V CC FRENO. Consumos soportados	98
Tabla 3 -6 Cable Módulo adaptador de señales – Servo Driver	113
Tabla 3 -7 Cable Módulo elección de motor – PLC	114
Tabla 3 -8 Cable Módulo elección de motor – Módulo adaptador de señales	115
Tabla 3 -9 Cable Mando auxiliar – PLC	116
Tabla 4 - 1 Variables empleadas	183
Tabla 4 - 2 Bloques de funciones	183
Tabla 5 – 1 Cable Módulo elección de motor – PLC	193
Tabla 5 – 2 Módulo elección de motor - Módulo adaptación de señales	194
Tabla 5 – 3 Servo Driver - Módulo adaptación de señales	196
Tabla 5 – 4 Cable mando auxiliar – PLC	197
Tabla 5 – 5 Interfase electrónica – Finales de carrera	198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – 1 Vista de conjunto	39
Figura 2 – 1 Vista general de la instalación	40
Figura 2 – 2 Conjunto de elementos del fabricante OMRON	42
Figura 2 – 3 Arranque suave	44
Figura 2 – 4 Control de par	44
Figura 2 – 5 Modo de rotación inversa	45
Figura 2 – 6 Control de velocidad interno	46
Figura 2 – 7 Resolución del encoder	47
Figura 2 – 8 Bloqueo de la posición	47
Figura 2 – 9 Caja de cambio eléctrica	48
Figura 2 – 10 Distintos modos de pulsos de comandos	49
Figura 2 – 11 Función de regulación	49
Figura 2 – 12 Freno magnético	50
Figura 2 – 13 Control de par en emergencias	51
Figura 2 – 14 Interconexión de elementos	54
Figura 2 – 15 Disposición de elementos en panel de control	55
Figura 2 – 16 Esquema de interconexión eléctrica	56
Figura 2 – 17 Regleta XW28–48 F5-P	57
Figura 2 – 18 Servo Driver R88D-UP03V	57
Figura 2 – 19 Servo Motor Driver R88M-U05030VA-S1	58
Figura 2 – 20 Montaje provisional: Servo Driver e interfase electrónica	58
Figura 2 – 21 Frontal de Unidad de Servo Driver	59
Figura 2 – 22 Conexión alimentación Servo Driver	60
Figura 2 – 23 Regleta auxiliar Servo Driver	63
Figura 2 – 24 Esquemático de conexiones I / O Servo Driver	64
Figura 2 – 25 Conexión PC – Ud Servo Driver	66
Figura 2 – 26 Esquema cableado de la conexión PC – Ud Servo Driver	66

Figura 2 – 27 Acceso directo a la aplicación SIGMA WIN	67
Figura 2 – 28 Pantalla de Configuración de Comunicaciones SIGMA WIN	67
Figura 2 – 29 Pantalla de selección de Servo Driver en la aplicación SIGMA WIN	68
Figura 2 – 30 Pantalla principal de la aplicación SIGMA WIN	69
Figura 2 – 31 Pantalla de configuración del parámetro Cn – 01	70
Figura 2 – 32 Pantalla de configuración del parámetro Cn – 02	70
Figura 2 – 33 Pantalla de configuración del parámetro Cn – 24 y Cn – 25	71
Figura 2 – 34 Pantalla de alarmas en SIGMA WIN	71
Figura 2 – 35 Botón de JOG	72
Figura 2 – 36 Configuración de JOG	72
Figura 2 – 37 Pulso de Control elegido	78
Figura 2 – 38 Botón de envío de programa hacia y desde el Servo al PC	79
Figura 2 – 39 Vista general PLC	80
Figura 2 – 40 Rack Modicon M340	80
Figura 2 – 41 PLC en la Instalación	81
Figura 2 – 42 Esquemático del M340 en la aplicación Unity Pro	81
Figura 2 – 43 Fuente alimentación BMX CPS 2000. Características	82
Figura 2 – 44 CPU BMX P34 2020	82
Figura 2 – 45 Módulo de entrada / salidas digitales BMX DDM 16022. Características	83
Figura 2 – 46 Módulo de Conteo BMX EHC 0200. Características	84
Figura 2 – 47 Módulo de Conteo BMX EHC 0200. Conector de entrada	85
Figura 2 – 48 Módulo de Conteo BMX EHC 0200. Conexión con sensores y actuadores	86
Figura 2 – 49 Módulo de Conteo BMX EHC 0200. Conexión con encoder	86
Figura 2 – 50 Unity Pro. Vista explorador de proyectos	87
Figura 3 – 1 Vista general de la Interfase Electrónica	88
Figura 3 – 2 Módulo de distribución de corriente alterna	89
Figura 3 – 3 Módulo de distribución de corriente alterna. Esquemático	89
Figura 3 – 4 Fuentes de alimentación	90

Figura 3 – 5 Fuentes de alimentación 24 V CC	91
Figura 3 – 6 Fuentes de alimentación 5 V CC	93
Figura 3 – 7 Módulo de distribución de corriente continua	95
Figura 3 – 8 Módulo de distribución de corriente continua. Esquemático	95
Figura 3 – 9 Módulo de elección de motor (superior)	99
Figura 3 – 10 Módulo de elección de motor (inferior)	99
Figura 3 – 11 Módulo adaptador de señales (superior)	101
Figura 3 – 12 Módulo adaptador de señales (inferior)	101
Figura 3 – 13 Pulsos de control recibidos en el Servo Driver	103
Figura 3 – 14 Adaptador de señales. Transmisión hacia el Servo Driver	103
Figura 3 – 15 Inversión de Giro	104
Figura 3 – 16 Adaptador de señales. Transmisión hacia el Servo Driver (2)	104
Figura 3 – 17 Adaptador de señales. Señales generadas por el encoder	106
Figura 3 – 18 Adaptador de señales. Señales generadas por el encoder (2)	106
Figura 3 – 19 Adaptador de señales. Recepción de señales del Servo Driver	107
Figura 3 – 20 Adaptador de señales. Adaptación de señales del Servo Driver	107
Figura 3 – 21 Adaptador de señales. Amplificación de señales del Servo Driver	108
Figura 3 – 22 Servo Driver. Pulsos de Control. Pines	110
Figura 3 – 24 Servo Driver. Señal RUN. Pines	110
Figura 3 – 25 Servo Driver. Señal RESET ALARMA. Pines	110
Figura 3 – 26 Servo Driver. Señal ALARMA. Pines	111
Figura 3 – 27 Mando Auxiliar	116
Figura 3 – 28 Mando Auxiliar	117
Figura 4 – 1 Pantalla de Operador	118
Figura 4 – 2 Explorador de Proyectos	120
Figura 4 – 3 Esquemático M340 en Unity Pro	120
Figura 4 – 4 Pantalla de elección de elementos de M340 en Unity Pro	121
Figura 4 – 5 Pantalla de configuración de módulo de entrada / salidas digitales en Unity Pro. CH 0	122
Figura 4 – 6 Pantalla de configuración de módulo de entrada / salidas digitales en Unity Pro. CH 16	122

Figura 4 – 7 Pantalla de creación de variables en el módulo de entrada / salidas digitales en Unity Pro	123
Figura 4 – 8 Pantalla de configuración de Módulo de conteo	124
Figura 4 – 9 Pantalla de configuración de Módulo de conteo. Contador 0	125
Figura 4 – 10 Pantalla de configuración de Módulo de conteo. Contador 1	125
Figura 4 – 11 Pantalla de configuración de Módulo de conteo. Creación de variables	126
Figura 4 – 12 Pantalla de configuración de Módulo de conteo. Creación de variables (2)	126
Figura 4 – 13 Secciones del Proyecto	127
Figura 4 – 14 Hilo Principal	128
Figura 4 – 15 Hilo Emergencia	129
Figura 4 – 16 Hilo Reset alarma motor	130
Figura 4 – 17 Hilo Reset Pulsos	131
Figura 4 – 18 Hilo Elige Motor	132
Figura 4 – 19 Hilo Visualizadores	133
Figura 4 – 20 A y B. Sección Manual	134
Figura 4 – 21 Sección Homing	135
Figura 4 – 22 Sección Automático	136
Figura 4 – 23 Homing Auto	137
Figura 4 – 24 Programa 1	138
Figura 4 – 25 Home_auto_p1_m1	139
Figura 4 – 26 Programa 2	140
Figura 4 – 27 Programa 3	141
Figura 4 – 28 pwm	142
Figura 4 – 29 Decodificador	142
Figura 4 – 30 parada	143
Figura 4 – 31 reset	143
Figura 4 – 32 apagando	144
Figura 4 – 33 cero_man	145
Figura 4 – 34 inicializa_var	145
Figura 4 – 35 girarcw	146

Figura 4 – 36 girarccw	147
Figura 4 – 37 girarcw_p1_m1	148
Figura 4 – 38 girarcwp1m2	149
Figura 4 – 39 girarcwp2m2	150
Figura 4 – 40 girarcw p3m1	151
Figura 4 – 41 girarcwp3m1_2	152
Figura 4 – 42 girarcwp3m2	153
Figura 4 – 43 girarcwp3m2_2	154
Figura 4 – 44 va_motor1	155
Figura 4 – 45 va_motor2	155
Figura 4 – 46 va_motor1_auto	155
Figura 4 – 47 va_motor2_auto	156
Figura 4 – 48 va_motor1_p1	156
Figura 4 – 49 va_motor1_p1_2	156
Figura 4 – 50 va_motor2_p1	157
Figura 4 – 51 va_motor2_p1_2	157
Figura 4 – 52 va_motor1_p2	157
Figura 4 – 53 va_motor1_p2_2	158
Figura 4 – 54 va_motor2_p2	158
Figura 4 – 55 va_motor1_p3	158
Figura 4 – 56 va_motor1_p3_2	159
Figura 4 – 57 va_motor2_p3	159
Figura 4 – 58 indica_man	159
Figura 4 – 59 indica_auto	160
Figura 4 – 60 reset_pulsos_ind	160
Figura 4 – 61 apagando	161
Figura 4 – 62 resetea_parando	161
Figura 4 – 63 resetear_fuera	161
Figura 4 – 64 resetear_fuera_p1	162
Figura 4 – 65 resetear_fuera_5_auto	162

Figura 4 – 66 homingman	162
Figura 4 – 67 homingauto	163
Figura 4 – 68 homingauto2	163
Figura 4 – 69 homingauto_p1_m1	164
Figura 4 – 70 homingauto_p1_m2	164
Figura 4 – 71 homingauto_p2_m1	165
Figura 4 – 72 homingauto_p2_m2	165
Figura 4 – 73 homingauto_p3_m1	166
Figura 4 – 74 homingauto_p3_m2	166
Figura 4 – 75 llegarx1_m1	167
Figura 4 – 76 llegary1_m2	167
Figura 4 – 77 llegarx1_m1_p3	167
Figura 4 – 78 llegarx2_m1_p3	167
Figura 4 – 79 llegary1_m2_p3	168
Figura 4 – 80 llegary2_m2_p3	168
Figura 4 – 81 resetea_encoder_p2	168
Figura 4 – 82 resetea_encoder_p3	169
Figura 4 – 83 resetear_encoder_home_man	169
Figura 4 – 84 reset_encoder_home_auto	169
Figura 4 – 85 reset_encoder_home_p2_m1	170
Figura 4 – 86 reset_encoder_home_p3_m1	170
Figura 4 – 87 reset_encoder_home_auto_p1_m1	170
Figura 4 – 88 reset_encoder_home_auto_p1_m2	171
Figura 4 – 89 activar_encoder_p2	171
Figura 4 – 90 activar_encoder_p3	171
Figura 4 – 91 activar_encoder_man	172
Figura 4 – 92 activar_encoder_auto	172
Figura 4 – 93 activar_encoder_home_p1_m1	172
Figura 4 – 94 activar_encoder_home_p1_m2	173

Figura 4 – 95 activar_encoder_home_p2_m1	173
Figura 4 – 96 activar_encoder_home_p3_m1	173
Figura 4 – 97 seguir	174
Figura 4 – 98 esperando_2s	174
Figura 4 – 99 esperando_2s_2	174
Figura 4 – 100 esperando_2s_3	175
Figura 4 – 101 esperando_1s_man	175
Figura 4 – 102 esperando1s_auto	175
Figura 4 – 103 esperando_1s_auto_2	175
Figura 4 – 104 esperando_1s_home_auto_p1_m1	176
Figura 4 – 105 esperando_1s_home_auto_p1_m2	176
Figura 4 – 106 esperando_1s_p2_m2	176
Figura 4 – 107 esperando_1s_home_p2	176
Figura 4 – 108 esperando_1s_p2_m1	177
Figura 4 – 109 esperando_1s_home_p2_2	177
Figura 4 – 110 esperando_1s_p3_m1	177
Figura 4 – 111 esperando_1s_p3_m2	177
Figura 4 – 112 esperando_1s_p3_m1_2	178
Figura 4 – 113 esperando_1s_p3_m2_2	178
Figura 4 – 114 esperando_1s_home_p3	178
Figura 4 – 115 esperando_1s_home_p3_m1	178
Figura 4 – 116 Pantalla de Operador	184
Figura 4 – 117 Pantalla de Operador. Bloque 1	184
Figura 4 – 118 Pantalla de Operador. Bloque 2	185
Figura 4 – 119 Pantalla de Operador. Bloque 3	186
Figura 4 – 120 Pantalla de Operador. Bloque 5	187
Figura 5 – 1 M340 CPU. Conexiones de red	189
Figura 5 – 2 Pantalla de establecimiento de dirección	189
Figura 5 – 3 Pantalla de establecimiento de dirección y comprobación	190

Figura 5 – 4 Servo Driver	191
Figura 5 – 5 Conexión PLC – Servo Driver	191
Figura 5 – 6 Pantalla de configuración de comunicaciones	191
Figura 5 – 7 Módulo de elección de motor	192
Figura 5 – 8 Módulo adaptador de señales	193
Figura 5 – 9 Conjunto de elementos OMRON	199
Figura 5 – 10 Botón de envío de parámetros desde y hacia el Servo Driver	200
Figura 5 – 11 Botón para ejecutar la aplicación en Unity Pro	201
Figura 5 – 12 Explorador de proyectos	202
Figura 5 – 13 Pantalla de Operador	202
Figura 5 – 14 Pantalla de habilitación de elementos en Pantalla de Operador	203
Figura 5 – 15 Mando auxiliar	204

1 OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto se encuadra dentro de los denominados de desarrollo. Presenta una solución particular de integración de equipos servomotores, en instalaciones automatizadas controladas por PLC, de un fabricante distinto.

Aunque cada vez los equipos de control ofertan más posibilidades de interconexión con equipos de otros fabricantes, basados en protocolos estándares, la realidad es que el uso de equipos de fabricantes distintos suele acarrear, desde el punto de vista de la ingeniería, un esfuerzo mayor en cuanto a programación y desarrollo de los proyectos. Este problema se agrava en instalaciones con cierta antigüedad o donde se tengan que realizar “retrofits” en las mismas, y tengan que convivir equipos que están operativos, pero que son antiguos, con equipos más modernos y con prestaciones de comunicación mejoradas.

Particularmente, los equipos basados en servomotores, estaban muy ligados tanto al sistema mecánico final, como a los drivers físicos, como a los controladores, dándose pocas opciones al usuario final para poder combinar, o adaptar estos equipos a los de otros fabricantes.

Este proyecto se centra en plantear la solución que se puede dar en un caso bastante desfavorable como es el de una instalación donde una de las máquinas disponga de unos servomotores, con sus drivers operativos, aunque de cierta antigüedad, y se pretenda modernizar el sistema de control (autómata más actual). En este caso se plantean los problemas que pueden existir a nivel de hardware, y se presentan soluciones de diseño de tarjetas de adaptación para este hardware.

En concreto se controlará un conjunto de Servo Driver y Servo Motor, de la firma OMRON, existente en el Laboratorio de Robótica e Informática Industrial (LIRI) de esta Escuela, mediante un PLC MODICOM M340, de la firma Schneider, también existente.

Para poder controlar el conjunto de Servo y Motor de forma automática, se necesitaría un PLC, compatible, de la misma firma comercial, equipado con una Unidad de Control de Posición propia. Al no ser posible contar con estos elementos, se realizará dicho control con otro autómata, de otra firma. Como consecuencia se pierde la posibilidad de integración inmediata de todos los elementos, ya que las señales que se intercambian entre ellos no son compatibles.

Para solucionar esta cuestión se diseñará y se realizará una interfase entre ambos sistemas: PLC y Servo Driver, que permitirá el intercambio de señales.

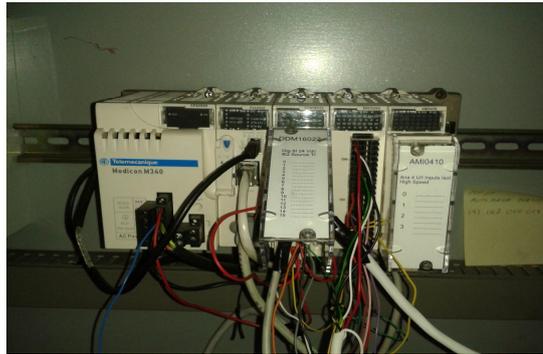
Se ensamblarán tres unidades, una de las cuales quedará bien como repuesto, o bien para su uso futuro, en una tercera unidad de Servo, ya que en este momento, sólo se cuenta con dos unidades completas.

También se programará en el PLC una aplicación, que servirá para comprobar el funcionamiento de la interfase.

Se podrá elegir entre una opción manual y otra automática, desde la pantalla de Operador del programa UNITY PRO, que es el software de programación, optimización y operación de autómatas de, entre otras, la plataforma M340. Trabaja sobre un eje. Por medio de una opción, podremos ir eligiendo entre dos ejes, que son las unidades, con las que al día de hoy, se cuenta.

Posteriormente, este conjunto, podrá ser incorporado en la Célula de Fabricación Flexible, existente en el LIRI, en una nueva estación de trabajo, que se diseñará en un futuro.

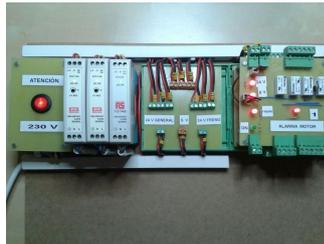
ELEMENTO DE CONTROL



PLC MODICOM M340 SCHNEIDER



INTERFASE ELECTRÓNICA



ELEMENTO CONTROLADO



CONJUNTO SERVO DRIVER Y SERVO MOTOR OMRON

Figura 1 – 1 Vista de conjunto

2 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS UTILIZADOS

Contamos con tres Sistemas independientes:

- a) Conjunto de Servo Driver, modelos R88D-UP03V y R88D-UP04V, y Servo Motor modelos R88M-U05030VA-S1 y R88M-U10030VA-S1, de la firma OMRON.
- b) PLC MODICON M340 de la firma SCHNEIDER.
- c) Interfase para integrar los dos sistemas anteriores.

El primero es el elemento a controlar: recibirá las órdenes, y las señales auxiliares necesarias para que se produzca el movimiento de los motores.

El segundo es el elemento controlador: generará los pulsos que acepta el Servo Driver como orden, y también generará las señales auxiliares, como 24V, RUN, GIRO, FRENO, etc., que necesita el Servo Motor para su funcionamiento. Leerá las señales provenientes del encoder.

También atenderá a un pequeño pupitre de mando adicional, que permitiría el uso del Sistema, sin tener un PC conectado y funcionando.

El último elemento es, en realidad, el objeto de este Proyecto, ya que al existir una incompatibilidad entre las señales de los elementos anteriores es necesaria la adaptación de las mismas, para su perfecto entendimiento.

De los dos primeros elementos se hará una referencia ligera, con el fin de destacar los puntos que nos interesan para el desarrollo del trabajo, quedando en la amplia bibliografía, el resto de detalles, también necesarios, para su consulta, si fuera necesario.



Figura 2 – 1 Vista general de la instalación

2.1. Servo Driver y Servo Motor OMRON

2.1.1 Vista General del Conjunto

En el Laboratorio de Robótica existen tres conjuntos formados cada uno por: una unidad de Servo Driver, y una unidad de Servo Motor.

Los elementos forman parte de la serie OMNUC U SERIES de **OMRON**.

Cada conjunto está compuesto por:

Servo Driver:

50 W R88D - UP03 V

100 W R88D - UP04 V

Servo Motor:

50 W sin freno R88M – U05030VA – S1

50 W con freno R88M – U05030VA – BS1

100W sin freno R88M – U10030VA – S1

Los emparejamientos se realizarán en función de la potencia nominal de cada uno.

El Sistema de OMROM al completo estaría formado por las unidades que aparecen en gráfico adjunto. En este caso sólo se dispone de la unidad de SERVO DRIVER, y la unidad de SERVO MOTOR.

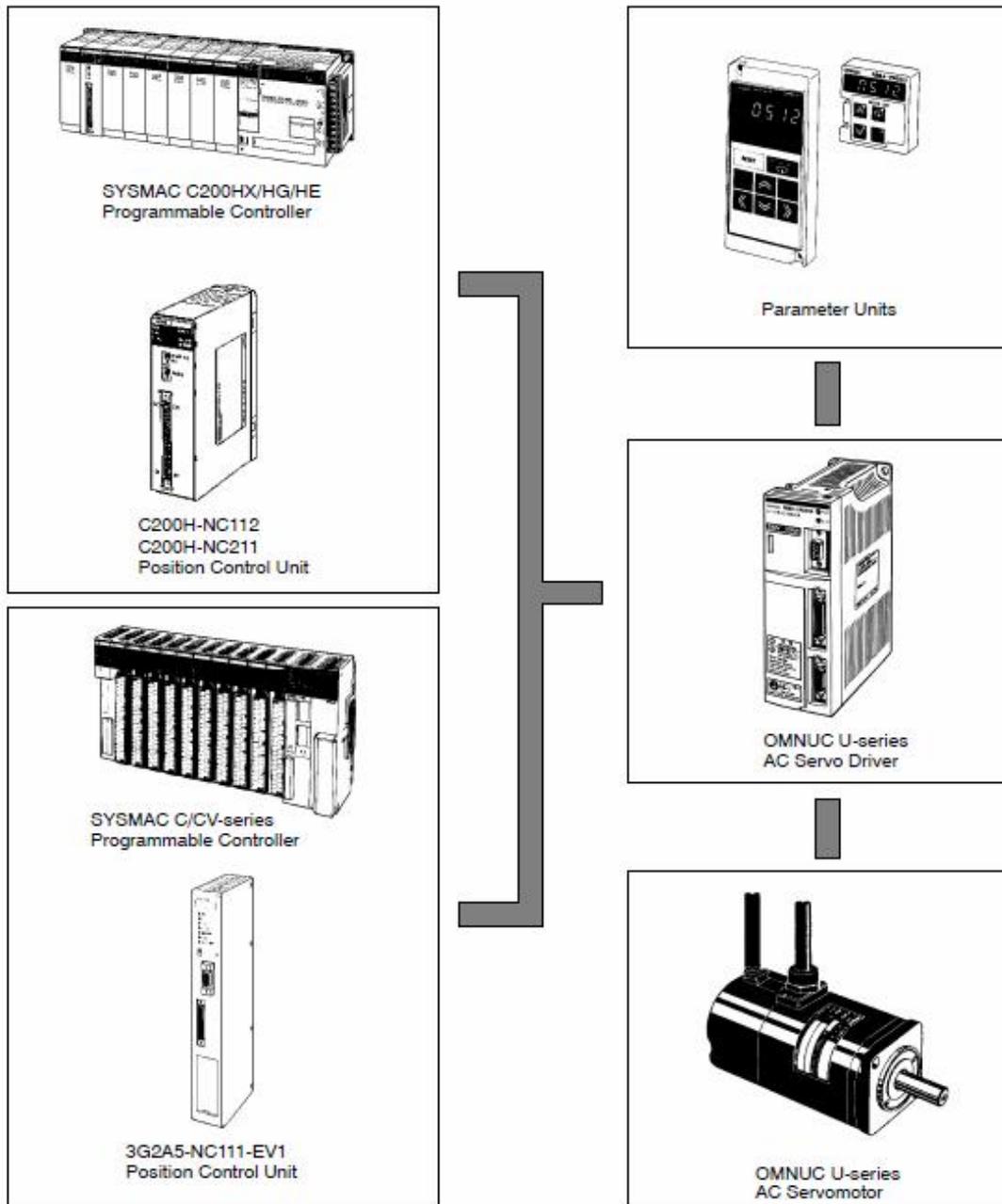


Figura 2 – 2 Conjunto de elementos del fabricante OMRON

2.1.2 Funciones implementadas en la “OMNUC U SERIES”

El conjunto cuenta con una serie de características que lo hacen idóneos para la realización de multitud de tareas,

Funciones de Control

Se puede elegir entre cuatro modelos distintos:

“Position Control”

Se puede elegir entre distintas señales de tren de impulsos de entrada, para controlar la posición y la velocidad.

“Position Control with Pulse Stop Input Enabled”

Teniendo activado el IPG impide que se sigan atendiendo señales de control durante el control de posición.

“Internal Speed Control Settings”

Se pueden configurar internamente con tres velocidades a usar durante el funcionamiento, dando lugar a un control muy fino de la misma.

“Internal Speed Control Settings + Internal Speed Control Settings”

Conjunto de las dos anteriores.

Auto-tunig

Permite ajustar automáticamente la ganancia, a las características de la carga.

Monitor

Mediante la “Parameter Unit” es posible obtener en tiempo real algunos parámetros de operación.

Jog Operation

Se puede girar en ambos sentidos el motor, a una velocidad prefijada, mediante el uso de la botonera.

Arranque suave (Soft Start)

Esta función arranca y para el servomotor, manteniendo las aceleraciones y desaceleraciones, dentro de los márgenes configurados.

Posibilita un control de posicionamiento suficientemente preciso, que incluso podría prescindir de otros sistemas de control.

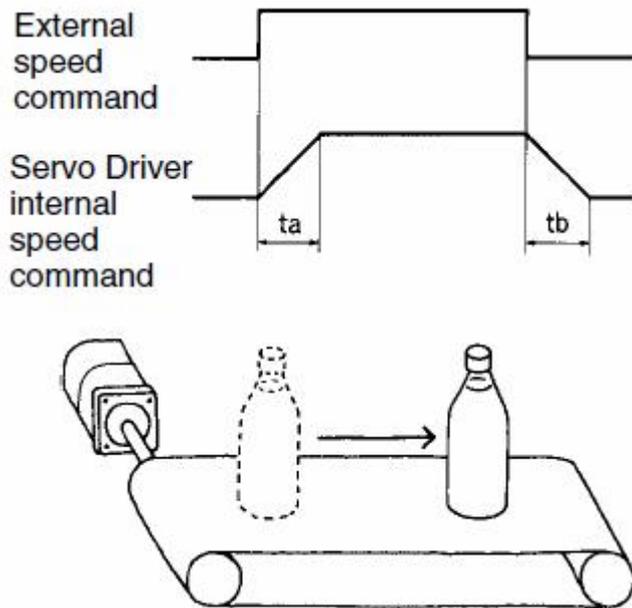


Figura 2-3 Arranque suave

Control de par (Torque Control)

Controla el servomotor usando un par proporcional a una entrada de tensión analógica. Se puede usar para controlar la tensión, y las paradas controladas en cintas transportadoras, por ejemplo.

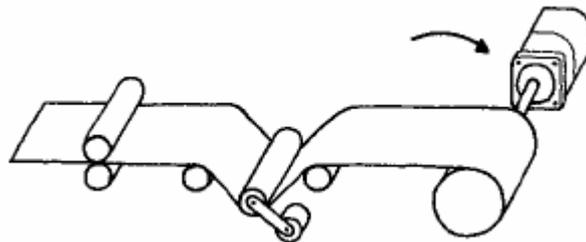


Figura 2-4 Control de par

Modo de rotación inversa (Reverse Rotation Mode)

Se puede cambiar el sentido de giro de los motores, en la configuración inicial, pudiéndose adoptar tanto una, como la contraria, simplemente conmutando los parámetros internos.

Com-mand	Default set-ting	Reverse rotation mode
Forward rotation command	CCW	CW
Reverse rotation command	CW	CCW

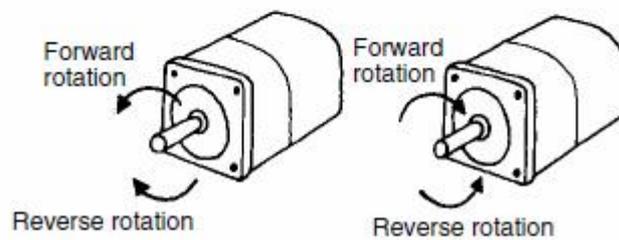


Figura 2 – 5 Modo de rotación inversa

Control de Velocidad Interno (Internal Speed Control)

Se puede conseguir que el motor pase por distintas velocidades, hasta alcanzar la final, previamente configuradas.

Speed	Rotation direction command	Internal speed setting
Speed 1	Forward rotation	First speed
Speed 2		Second speed
Speed 3		Third speed
Speed 4	Reverse rotation	First speed
Speed 5		Second speed
Speed 6		Third speed
Stop	Servolock engaged	

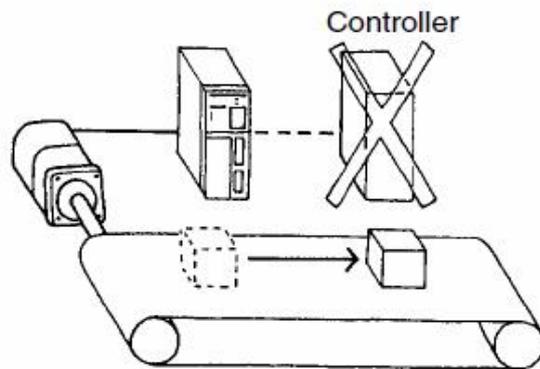


Figura 2 – 6 Control de velocidad interno

Resolución del Encoder (Encoder Resolution)

Pueden ajustarse el número de pulsos por rotación del encoder, a las necesidades del controlador general de la operación.

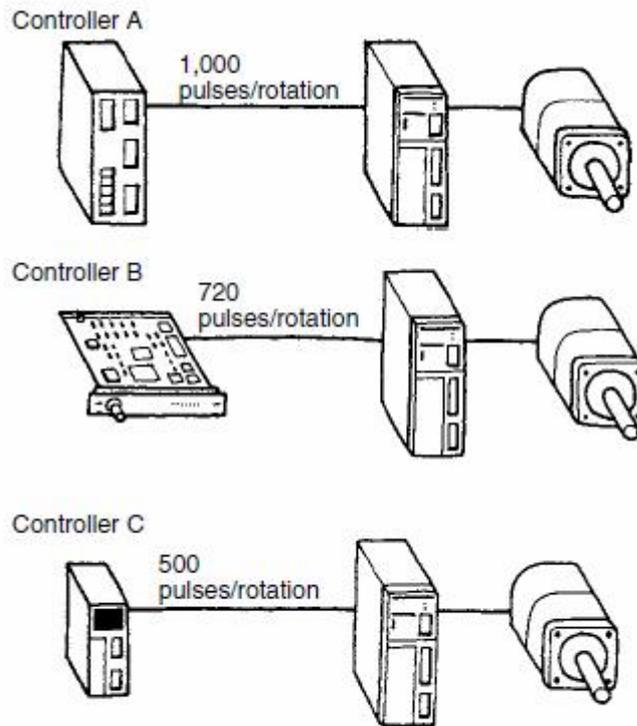


Figura 2 – 7 Resolución del encoder

Bloqueo de la posición (Position Block)

Es posible bloquear la posición del motor, desactivando el bucle de control posición, por lo que lo hace inmune a movimientos indeseados generados por entradas analógicas espúreas.

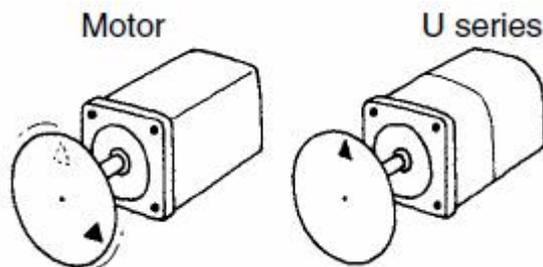


Figura 2 – 8 Bloqueo de la posición

Caja de cambio eléctrica (Electrical Gear)

Los grados de movimiento por pulsos pueden ser configurados por comando.

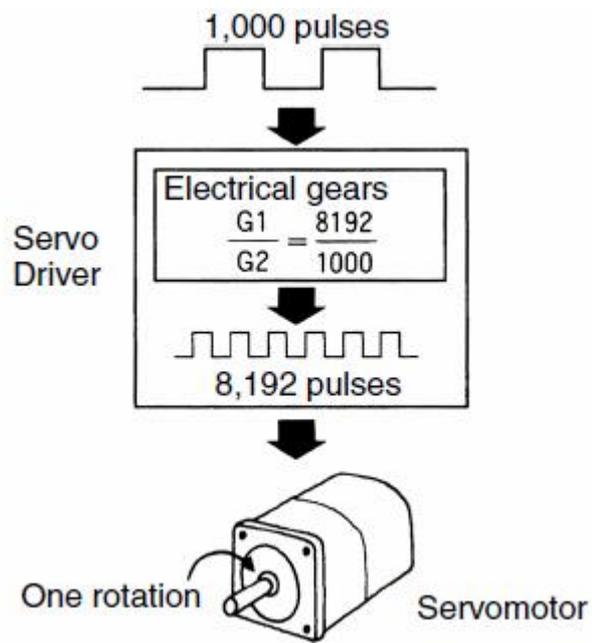


Figura 2 –9 Caja de cambio eléctrica

Distintos modos de pulsos de comandos (Rich Command Pulse Mode)

Es posible generar los pulsos de control de distintas formas.

Logic setting	Command pulse mode	Motor forward command	Motor reverse command
Positive logic setting	Feed pulse and direction signal		
	90° phase difference signals A-, B-phase feed pulse (Multiplication by 1, 2, & 4 possible)		
	Reverse pulse and forward pulse		
Negative logic setting	Feed pulse and direction signal		
	90° phase difference signals A-, B-phase feed pulse (Multiplication by 1, 2, & 4 possible)		
	Reverse pulse and forward pulse		

Figura 2 – 10 Distintos modos de pulsos de comandos

Histórico de Alarmas (Alarma History Display)

Guarda los últimos diez errores, incluso si falla la fuente de alimentación.

Función de regulación (Bias Function)

Permite reducir la duración del control de posición, de acuerdo a las condiciones de carga.

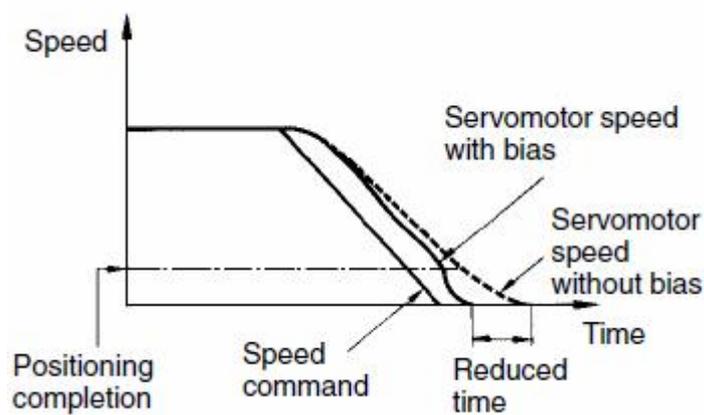


Figura 2 – 11 Función de regulación

Freno magnético (Brake Interlock)

Una señal externa permite accionar el frenado electromagnético.

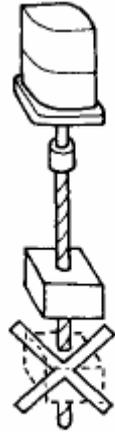


Figura 2 – 12 Freno magnético

Filtro de la orden de par (Torque Command Filter)

Configurando la constante adecuada permite disminuir o eliminar las vibraciones en la carga.

Función Feed-Forward

Utilizando esta función se reduce el periodo de estabilización.

Función Emergency Stop Torque

El control de par previene los daños en la maquinaria, producidos por sobrepasar los tiempos de funcionamiento del motor asignados.

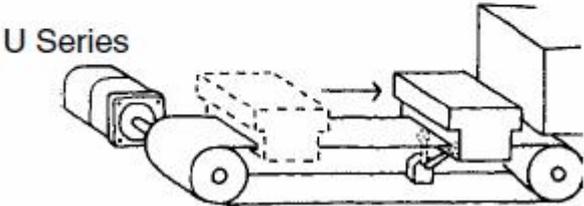
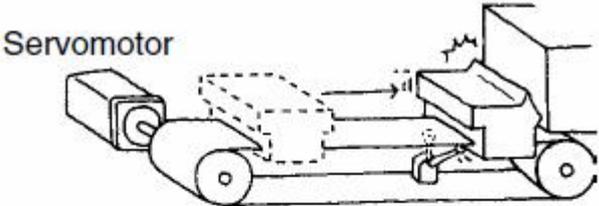


Figura 2 – 13 Control de par en emergencias

Especificaciones generales

Servo Motor

■ 200 VAC Servomotors

Item	Unit	R88M -U03030H(A) -U03030VA	R88M -U05030H(A) -U05030VA	R88M -U10030H(A) -U10030VA	R88M -U20030H(A) -U20030VA	R88M -U40030H(A) -U40030VA	R88M -U75030H(A) -U75030VA
Rated output (see note)	W	30	50	100	200	400	750
Rated torque (see note)	N•m	0.095	0.159	0.318	0.637	1.27	2.39
	kgf•cm	0.974	1.62	3.25	6.49	13.0	24.3
Rated rotational speed	r/min	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Momentary maximum rotational speed	r/min	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500
Momentary maximum torque (see note)	N•m	0.29	0.48	0.96	1.91	3.82	7.10
	kgf•cm	2.92	4.87	9.75	19.5	39.0	72.9
Momentary maximum/rated current ratio	%	310	317	322	300	308	316
Rated current (see note)	A (rms)	0.42	0.60	0.87	2.0	2.6	4.4
Momentary maximum current (see note)	A (rms)	1.3	1.9	2.8	6.0	8.0	13.9
Rotor inertia	kg•m ² (GD ² /4)	0.21 × 10 ⁻⁵	0.26 × 10 ⁻⁵	0.40 × 10 ⁻⁵	1.23 × 10 ⁻⁵	1.91 × 10 ⁻⁵	6.71 × 10 ⁻⁵
	kgf•cm•s ²	0.21 × 10 ⁻⁴	0.27 × 10 ⁻⁴	0.41 × 10 ⁻⁴	1.26 × 10 ⁻⁴	1.95 × 10 ⁻⁴	6.85 × 10 ⁻⁴
Torque constant (see note)	N•m/A	0.255	0.286	0.408	0.355	0.533	0.590
	kgf•cm/A	2.60	2.92	4.16	3.62	5.44	6.01
Induced voltage constant (see note)	mV/ (r/min)	8.89	9.98	14.0	12.4	18.6	20.6
Power rate (see note)	kW/s	4.36	9.63	25.4	32.8	84.6	85.1
Mechanical time constant	ms	1.5	0.9	0.5	0.4	0.3	0.3
Winding resistance	Ω	15.8	9.64	6.99	1.34	1.23	0.45
Winding impedance	mH	23.1	16.9	13.2	7.2	7.9	5.7
Electrical time constant	ms	1.5	1.8	1.9	5.4	6.4	13
Weight	kg	Approx. 0.3	Approx. 0.4	Approx. 0.5	Approx. 1.1	Approx. 1.7	Approx. 3.4
Corresponding Servo Driver		R88D- UP02H(A) -UP02V	R88D- UP03H(A) -UP03V	R88D- UP04H(A) -UP04V	R88D- UP08H(A) -UP08V	R88D- UP12H(A) -UP12V	R88D- UP20H(A) -UP20V

Note The values for torque and rotational speed characteristics, are the values at an armature winding temperature of 100°C, combined with the Servo Driver. Other values are at normal conditions (20°C, 65%). The

Tabla 2 - 1 Especificaciones generales servo motor OMRON

Servo Driver

■ 200-VAC Input Servo Drivers Conforming to EC Directives

Item	R88D-UP02V	R88D-UP03V	R88D-UP04V	R88D-UP08V	R88D-UP12V	R88D-UP20V
Continuous output current (0-P)	0.6 A	0.85 A	1.2 A	2.8 A	3.7 A	6.2 A
Momentary max. output current (0-P)	1.8 A	2.7 A	4.0 A	8.5 A	11.3 A	19.7 A
Input power supply	Single-phase 200/230 VAC (170 to 253 V) 50/60 Hz					
Control method	All-digital servo					
Speed feedback	Optical encoder, 2,048 pulses/revolution					
Applicable load inertia	Maximum of 30 times motor's rotor inertia				Maximum of 20 times motor's rotor inertia	
Inverter method	PWM method based on IGBT					
PWM frequency	11 kHz					7.8 kHz
Applicable Servomotor	R88M-U03030VA	R88M-U05030VA	R88M-U10030VA	R88M-U20030VA	R88M-U40030VA	R88M-U75030VA
Applicable Servomotor wattage	30 W	50 W	100 W	200 W	400 W	750 W
Weight (approximate)	0.9 kg				1.2 kg	1.5 kg
Heating value	15 W	18 W	20 W	35 W	45 W	60 W
Capacity	Maximum pulse frequency	200 kpps				
	Position loop gain	0 to 500 (1/s)				
	Electronic gear	Electronic gear ratio setting range: $0.01 \leq (G1/G2) \leq 100$ (G1, G2 = 1 to 65,535)				
	Positioning completed range	0 to 250 command units				
	Feed-forward compensation	0% to 100% of speed command amount (pulse frequency)				
	Bias setting	0 to 450 r/min				
	Position acceleration/deceleration time constant	0 to 64.0 ms (The same setting is used for acceleration and deceleration.)				
Input signals	Position command pulse input (see note)	TTL, line driver input with photoisolation, input current: 6 mA at 3 V Feed pulse and direction signal, forward pulse and reverse pulse, or 90° differential phase (A and B phases) signal (set via parameter). Pulse width: See note.				
	Deviation counter reset	TTL, line driver input with photoisolation, input current: 6 mA at 3 V				
	Sequence input	24-VDC, 5-mA photocoupler input, external power supply: 24 ± 1 VDC, 50 mA min.				
Output signals	Position feedback output	A-, B-, Z-phase line driver output (EIA RS-422A) A-phase and B-phase (dividing rate setting): 16 to 2,048 pulses/revolution Z-phase: 1 pulse/revolution				
	Speed monitor output	0.5 V/1,000 r/min				
	Current monitor output	0.5 V/rated torque				
	Sequence output	Alarm output, motor rotation detection, brake interlock, positioning completion; open-collector outputs: 30 VDC, 50 mA (except for alarm code output, which is 30 VDC, 20 mA)				
External regeneration processing	Required for regeneration of more than 30 times the motor's rotor inertia.				Required for regeneration of more than 20 times the motor's rotor inertia.	
Protective functions	Overcurrent, grounding, overload, overvoltage, overspeeding, runaway prevention, transmission errors, encoder errors, deviation counter overflow					

Note The input pulse width must meet the following conditions.

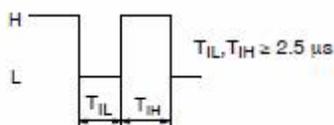


Tabla 2 - 2 Especificaciones generales servo driver OMRON

2.1.3 Conexionado

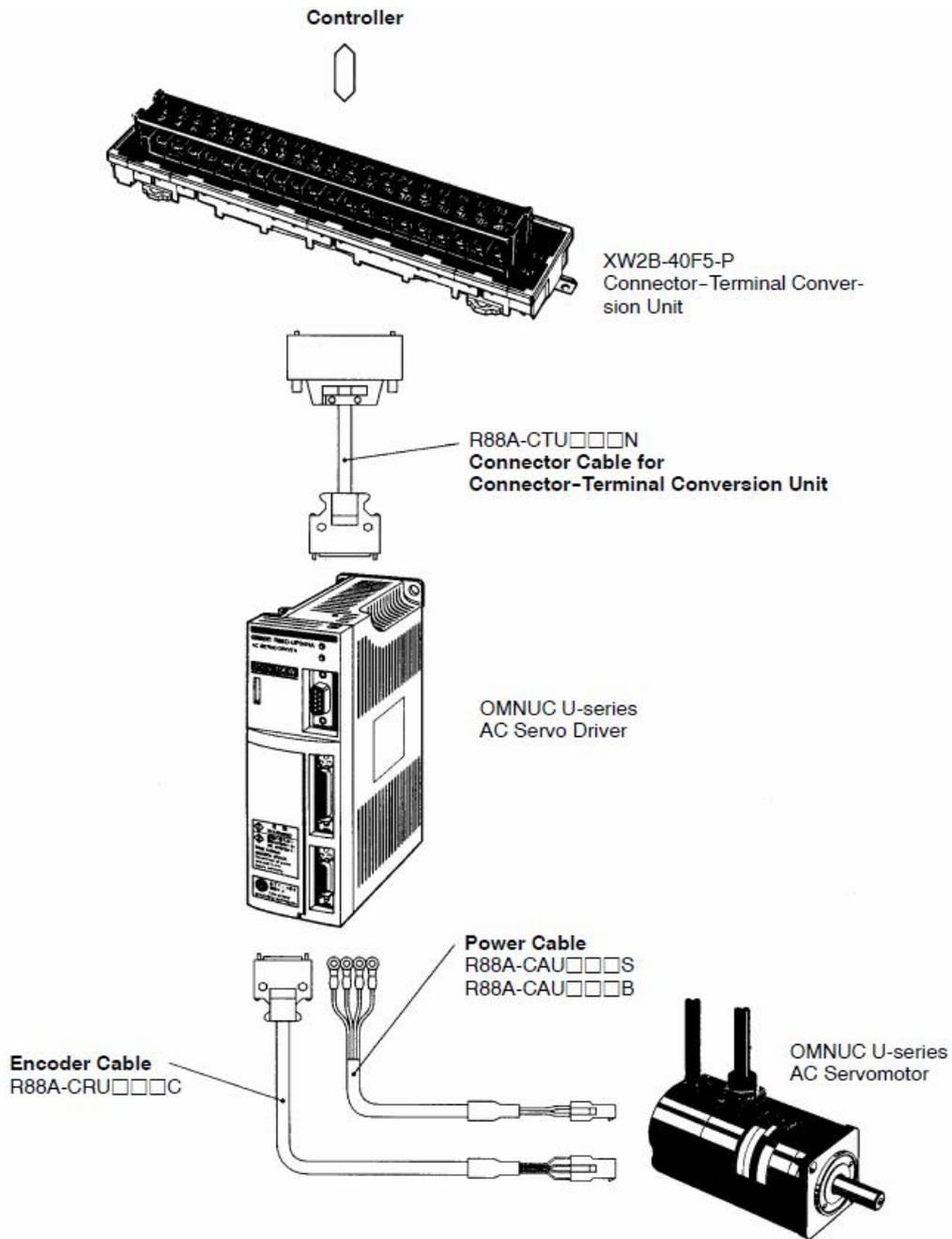


Figura 2 – 14 Interconexión de elementos

En el dibujo aparecen las distintas conexiones entre los elementos que se detallan a continuación.

2.1.3.1 Vista general del conexionado

La disposición de los elementos, aconsejada por el fabricante, en una envolvente adecuada, sería la siguiente:

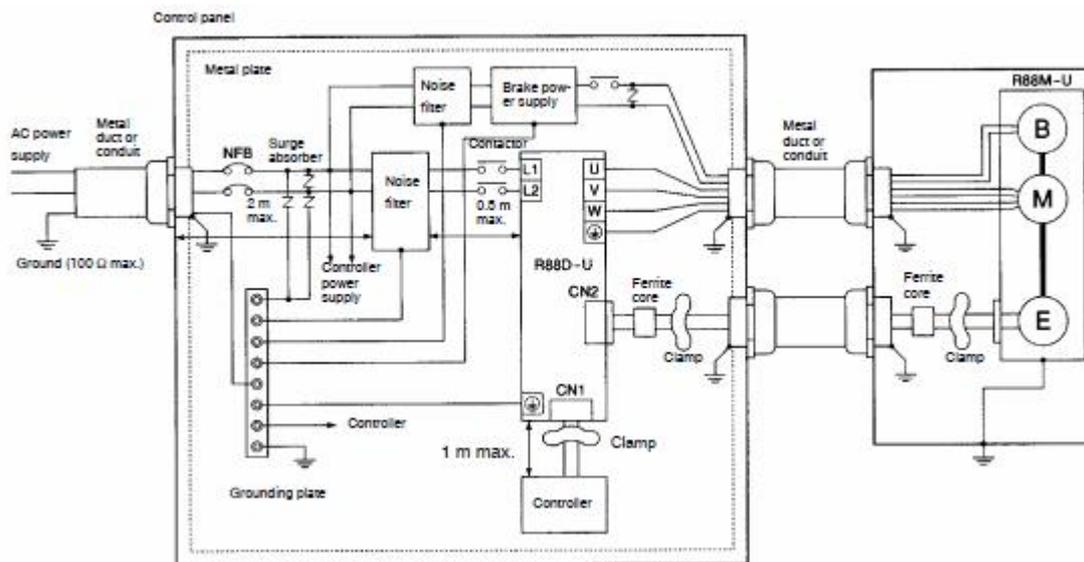


Figura 2 – 15 Disposición de elementos en panel de control

El esquema eléctrico quedaría así:

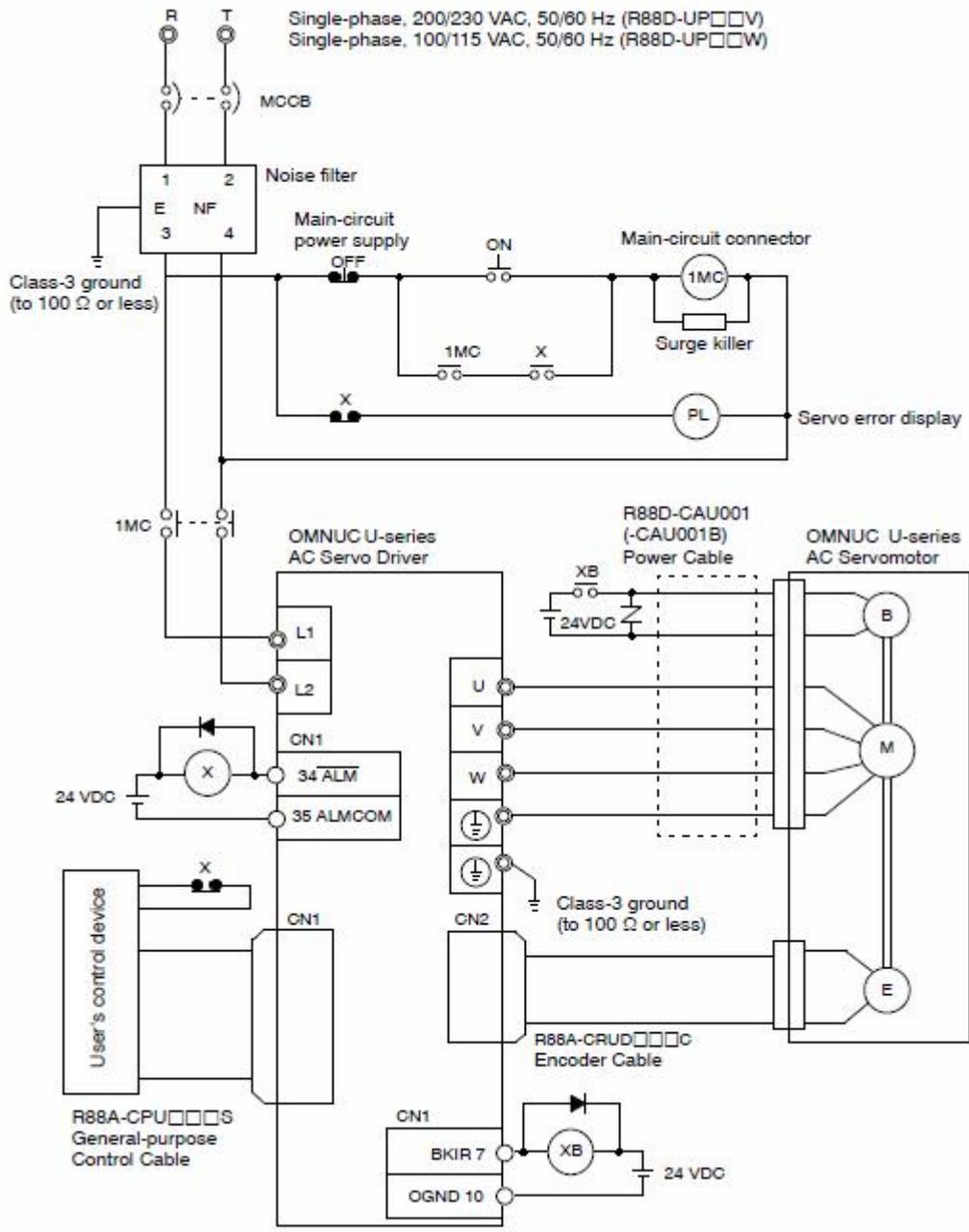


Figura 2 – 16 Esquema de interconexión eléctrica

En este caso, los elementos se disponen sobre una base provisional, a fin de darle estabilidad, hasta que se determine su ubicación definitiva.

Una vista de las conexiones realizadas en el Laboratorio sería la siguiente:



Figura 2 – 17 Regleta XW28–48 F5-P



Figura 2 – 18 Servo Driver R88D-UP03V



Figura 2 – 19 Servo Motor Driver R88M-U05030VA-S1

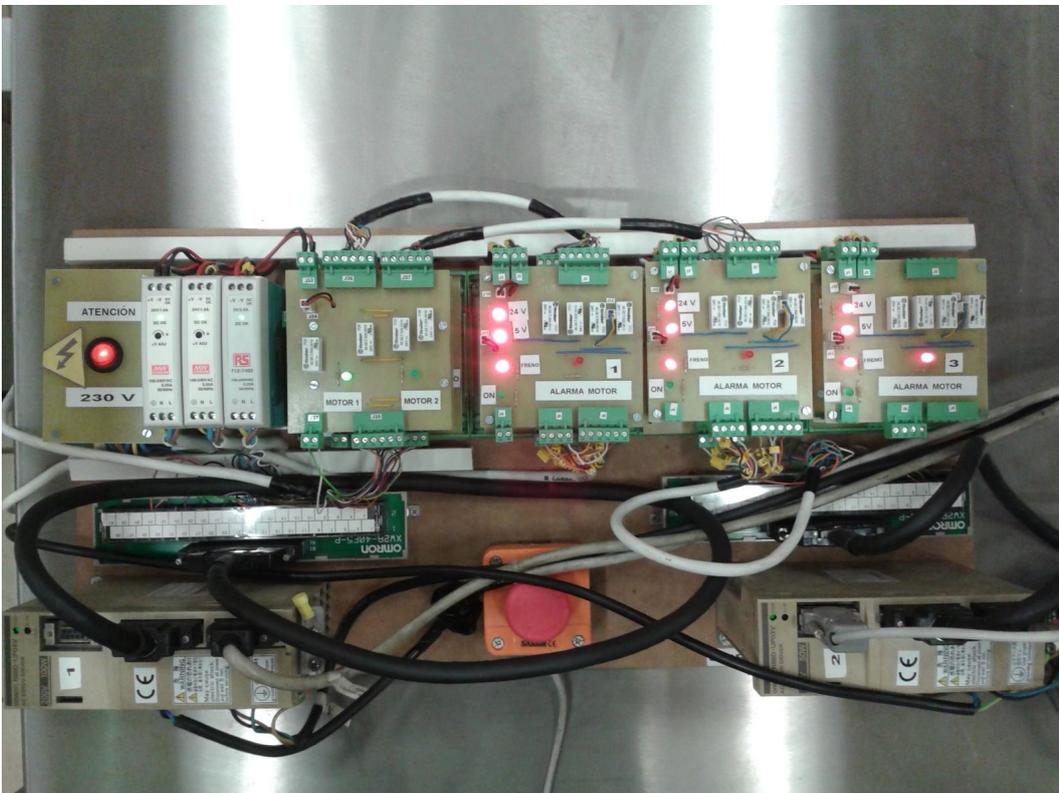


Figura 2 – 20 Montaje provisional: Servo Driver e interfase electrónica

En el Servo Driver se conectarán los cables de unión, tanto a la alimentación de corriente alterna, al Servo Motor, al encoder del Servo Motor y las entradas salidas de control. También se conectará el PC que servirá para configurar el Servo Driver.

Estas conexiones se harán con los cables proporcionados por el fabricante.

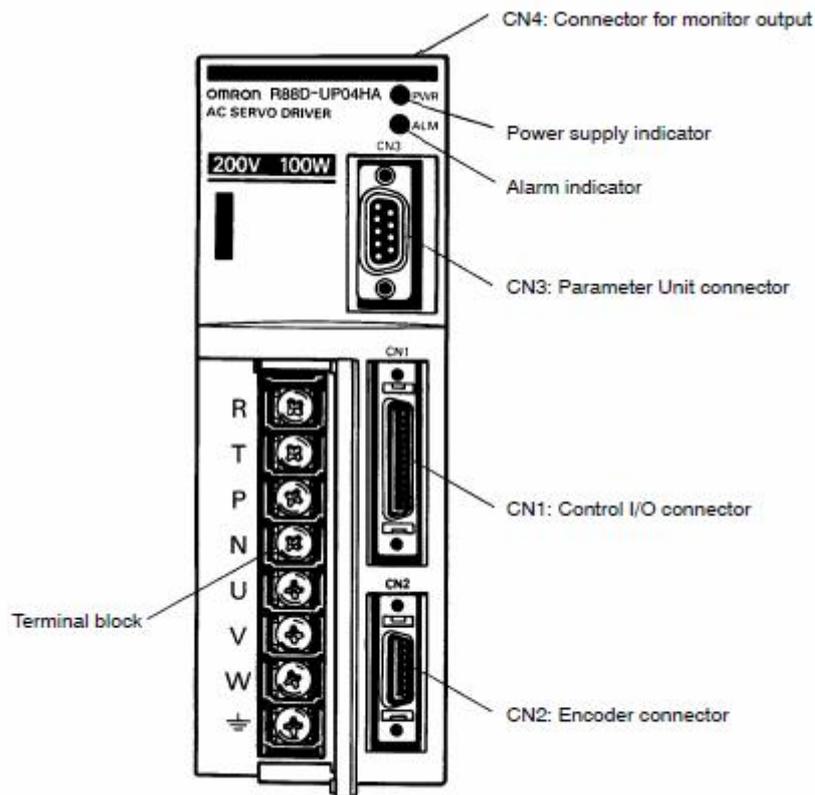


Figura 2 – 21 Frontal de Unidad de Servo Driver

En nuestro caso, se utilizan los siguientes:

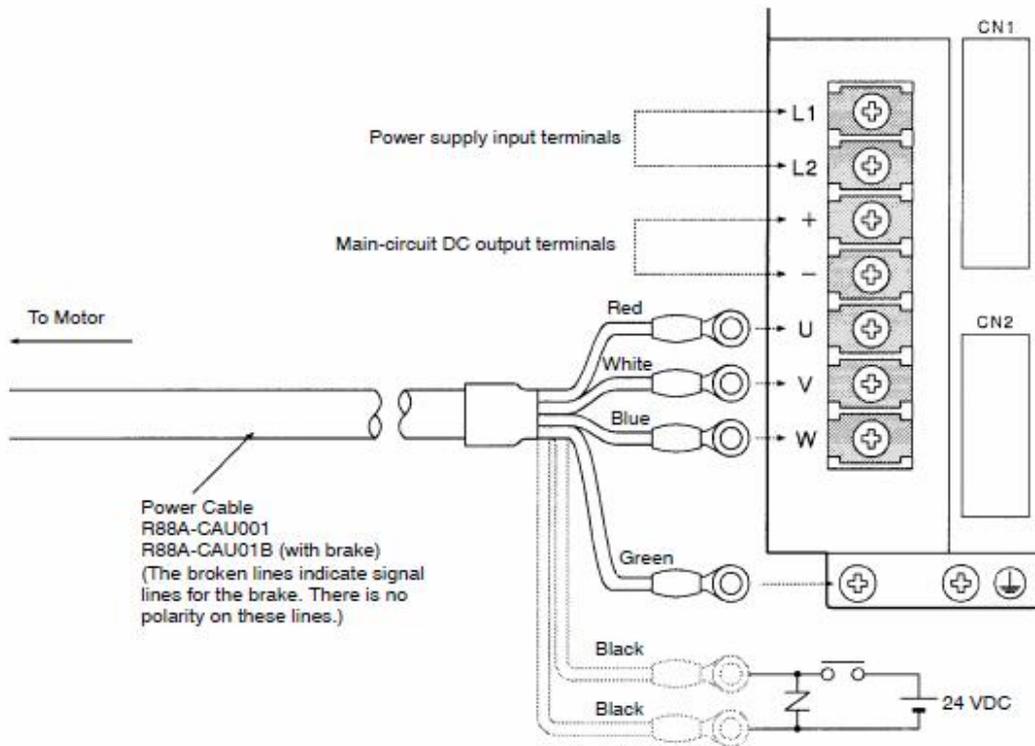
Conector CN1, en el que terminará el cable, que proviene de la regleta auxiliar.

Conector CN2, que recoge la señal proveniente del encoder, solidario con el motor.

Conector CN3, que se usará para conectar el Servo Driver a un PC, y poder acceder a la configuración del mismo.

Conector CN4 no se usa.

2.1.3.2 Conexión de alimentación general y del Servo Motor



Terminal label	Name	Function	
L1	Power supply input	The commercial power supply input terminals for the main circuit and the control circuitry. R88D-UP□□V: Single-phase 200/230 VAC (170 to 253 V) 50/60 Hz R88D-UP□□W: Single-phase 100/115 VAC (85 to 127 V) 50/60 Hz	
L2			
+	Main circuit DC output	When there is a high level of regenerative energy in a multi-axis system, the + terminals can be connected together and the - terminals can be connected together to increase the ability to absorb regenerative energy	
-			
U	Motor connection terminals	Red	These are the output terminals to the Servomotor. Be careful to wire them correctly.
V		White	
W		Blue	
⊥	Frame ground	Green	Ground to a class-3 ground (to 100 Ω or less) or better.

Figura 2 – 22 Conexión alimentación Servo Driver

Se utilizarán los terminales L1 y L2 para la Fase y Neutro de nuestro Sistema Eléctrico (230 V, 50 Hz).

En los terminales U, V y W se conectará el cable que alimenta el Servo Motor. Los terminales P y N no son utilizados.

En el caso de que el Servo Motor cuente con freno magnético, se conectarán los dos hilos negros que se indican, a la fuente de 24 V exterior, que lo desenchava.

Los consumos previstos en cada uno de los elementos, y la sección de los cables recomendados por el fabricante, se indican a continuación.

● **Servo Drivers with 200-VAC Input (R88D-UP□□V)**

Driver (Watts)	R88D-UP02V (30 W)	R88D-UP03V (50 W)	R88D-UP04V (100 W)	R88D-UP08V (200 W)	R88D-UP12V (400 W)	R88D-UP20V (750 W)
Power supply input current (L1, L2)	1.3 A	1.5 A	2.5 A	4.0 A	6.0 A	11.0 A
Motor output current (U, V, W)	0.42 A	0.6 A	0.87 A	2.0 A	2.6 A	4.4 A
Power supply input terminal wire size	0.75 mm ² or AWG 18 min.				1.25 mm ²	2.0 mm ²
Motor output terminal wire size	0.5 mm ² or AWG 20			AWG 20 (see note) to AWG 18		
	Use OMRON standard cable. The applicable wire size for motor connectors is AWG22 to AWG18.					
Protective earth terminal wire size	Use 2.0-mm ² external ground wires. Use the same wire as used for the motor output.					

Note If the cable length is 15 meters or longer for a 750-W Servomotor, the momentary maximum torque at rotation speeds of 2,500 r/min or higher may drop by approximately 7%.

Tabla 2 - 3 Especificaciones de consumos servo driver OMRON

2.1.3.3 Conexiones de I / O

Se utilizará el cable de “control de propósito general” suministrado por el fabricante. Este elemento se conectará a la unidad del Servo Driver, por un lado, y por otro a la regleta de conexión, también proporcionada por el fabricante, de tal forma que existe una asignación rígida entre los pines del conector CN1 y la numeración indicada en la regleta.

Las conexiones se indican en la siguiente tabla adjunta.

• CN1: Control Input

Pin No.	Signal name	Function	Contents
1	+PULS/CW/A	Feed pulse, reverse pulse, 90° differential phase pulse (A phase)	Line driver input: 6 mA at 3V Open collector input: 15 mA at -5V
2	-PULS/CW/A	90° differential phase pulse (A phase)	Switched between feed pulse and direction signal, reverse pulse and forward pulse, and 90° differential phase pulse (A and B phases) using bits 3, 4, and 5 of the Cn-02 setup parameter Maximum frequency: 200 kpps
3	+SIGN/CCW/B	Direction signal, forward pulse, 90° differential phase pulse (B phase)	
4	-SIGN/CCW/B	90° differential phase pulse (B phase)	
5	+ECRST	Deviation counter reset	Line driver input: 6 mA at 3V ON: Disables command input and resets deviation counter.
6	-ECRST		Operation can be switched between a status signal (high level) and a differential signal (rising edge) using bit A in setup parameter Cn-02.
11	PCL/SPD1	Forward rotation current limit input / Speed selection command 1 input	Forward/reverse rotation current limit (PCL/NCL) when setup parameter Cn-02 bit no. 2 = 0. (ON: Current limit)
12	NCL/SPD2	Reverse rotation current limit input / Speed selection command 2 input	Internal setting speed (Cn-1F, 20, 21) selector switch when setup parameter Cn-02 bit no. 2 = 1.
13	+24VIN	+24-V power supply input for control DC	Power supply for pin nos. 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18; +24-V input
14	RUN	Run command input	ON: Servo ON, when setup parameter Cn-01 bit no. 0 = 0. When setup parameter Cn-01 bit no. 0 = 1, this signal is not used. (Automatically set to Servo ON.)
15	MING	Gain deceleration input	ON: Decrease speed loop gain, when setup parameter Cn-02 bit no. 2 = 0 and Cn-01 bit no. F = 0.
	IPG (HA/LA/V/W Models)	Pulse stop input	ON: Stop input command pulses, when setup parameter Cn-02 bit no. 2 = 0 and Cn-01 bit no. F = 1.
	RDIR	Rotation direction command inputs	When setup parameter Cn-02 bit no. 2 = 1, this is the rotation direction command for internal speed settings 1 to 3. (OFF: Forward, ON: Reverse)
16	POT	Forward drive prohibit input	Forward rotation overtravel input (OFF when prohibited). When setup parameter Cn-01 bit no. 2 = 1, this signal is not used.
17	NOT	Reverse drive prohibit input	Reverse rotation overtravel input (OFF when prohibited). When setup parameter Cn-01 bit no. 3 = 1, this signal is not used.
18	RESET	Alarm reset input	ON: Servo alarm status is reset.
28	---	---	Do not connect.
29	---	---	

Tabla 2 - 4 Conector CN1 del Servo Driver OMRON. INPUT

● CN1: Control Output

Pin No.	Signal name	Function	Contents
7	BKIR	Brake interlock output	Outputs external brake interlock signal.
8	INP	Positioning competed output	Turned ON when the pulse count remaining in the deviation counter is equal to or less than the positioning completed range set in user parameter Cn-1b.
9	TGON	Servomotor rotation detection output	When setup parameter Cn-01 bit no. 4 = 0, this turns ON if the Servomotor rotational speed exceeds the value set for the Servomotor rotation detection speed (Cn-0b).
	CLIMT	Current limit detection output	When setup parameter Cn-01 bit no. 4 = 1, this turns ON if the forward/reverse rotation current limit (PCL/NCL) is ON and the output torque reaches either the external current limit (Cn-18, 19) or the level of the lowest value set for the torque limit (Cn-08, -09). If the forward/reverse rotation current limit (PCL/NCL) is OFF, this output turns ON when the output torque reaches the value set for the torque limit (Cn-08, -09).
10	OGND	Output ground common	Output ground common for BKIR, VCMP, INP, TGON/CLIMT
19	EGND	Encoder signal output GND	This is the ground for encoder signal outputs.
20	+A	Encoder A-phase + output	Outputs encoder pulses divided according to user parameter Cn-0A. Line driver output (conforming to RS-422A).
21	-A	Encoder A-phase - output	
22	-B	Encoder B-phase - output	Outputs encoder pulses divided according to user parameter Cn-0A. Line driver output (conforming to RS-422A).
23	+B	Encoder B-phase + output	
24	+Z	Encoder Z-phase + output	Encoder Z-phase output (1 pulse/revolution). Line driver output (conforming to RS-422A).
25	-Z	Encoder Z-phase - output	
26	---	---	Do not connect.
27	---	---	
30	ALO1	Alarm code output 1	When an alarm is generated for the Servo Driver, the contents of the alarm are output in code. Open collector output: 30 VDC, 20 mA max.
31	ALO2	Alarm code output 2	
32	ALO3	Alarm code output 3	
33	ALOCOM	Alarm code output GND	
34	ALM	Alarm output	When an alarm is generated for the Servo Driver, the output is OFF. Open collector output.
35	ALMCOM	Alarm output GND	
36	FG	Frame ground (see note)	Ground terminal for shield wire of cable and FG line.

Tabla 2 - 5 Conector CN1 del Servo Driver OMRON. OUTPUT

No se emplearán todas las señales. Al tener que adaptar la mayoría de ellas, se ha tratado de minimizar el uso de las mismas. Solo se tratan aquellas que son imprescindibles para el funcionamiento del Sistema.

Se recuerda que la numeración del conector CN1 es coincidente con la de la regleta auxiliar:

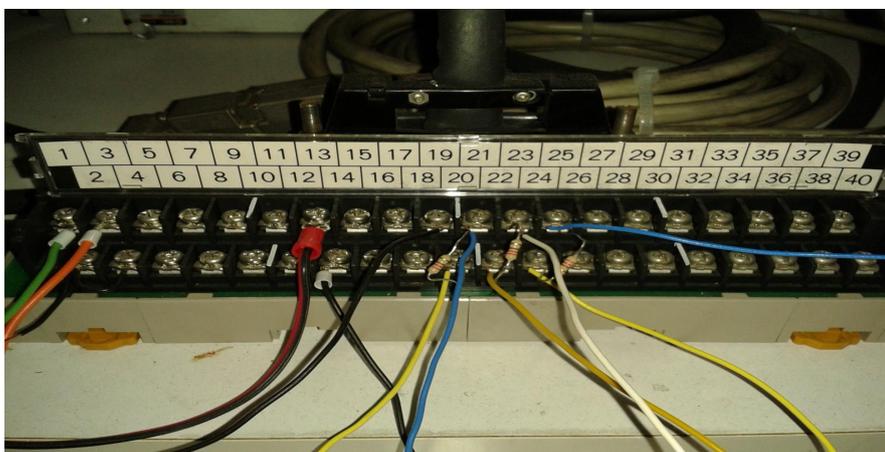


Figura 2 – 23 Regleta auxiliar Servo Driver

Esquemáticamente queda de la siguiente forma:

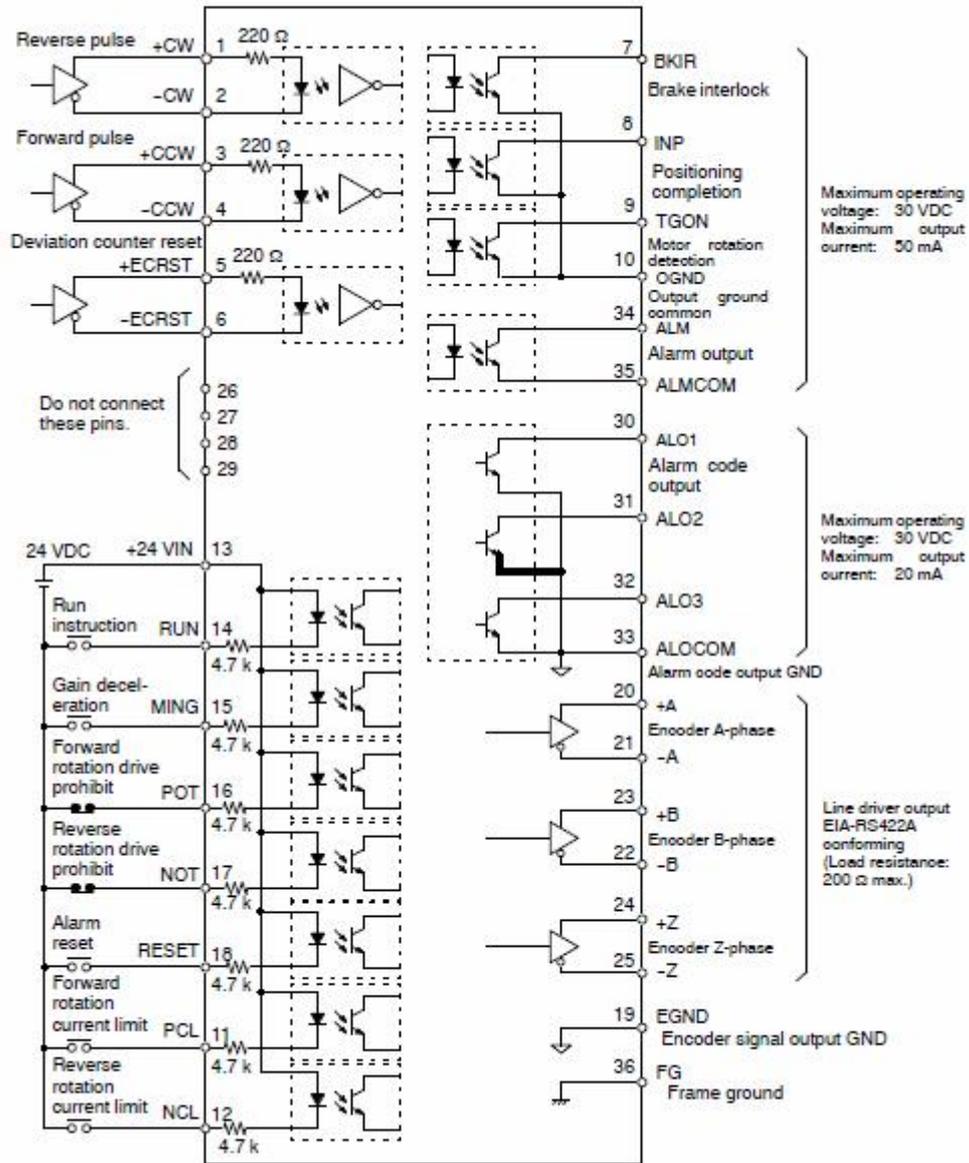


Figura 2 – 24 Esquemático de conexiones I / O Servo Driver

2.1.3.4 Conexiones de ENCODER

El cable proveniente del Conjunto SM y ENCODER se conecta en CN 2

Las conexiones se indican en la siguiente tabla adjunta.

■ CN2: Encoder Input Specifications

Pin No.	Signal name	Function	Interface
1, 2, 3	E0V	Encoder power supply GND	Power supply outlet for encoder: 5 V, 120 mA
4, 5, 6	E5V	Encoder power supply +5 V	
7	DIR	Rotation direction switch input	Connects to E0V when reverse rotation is executed by + input.
8, 9	NC	Not used	Do not connect.
10, 11	NC	Not used	Do not connect.
12, 13	NC	Not used	Do not connect.
14	S+	Encoder + S-phase input	Line driver input (conforming to EIA-RS422A) (Input impedance: 220 Ω)
15	S-	Encoder - S-phase input	
16	A+	Encoder + A-phase input	Line driver input (conforming to EIA-RS422A) (Input impedance: 220 Ω)
17	A-	Encoder - A-phase input	
18	B+	Encoder + B-phase input	Line driver input (conforming to EIA-RS422A) (Input impedance: 220 Ω)
19	B-	Encoder - B-phase input	
20 (see note)	FG	Shielded ground	Cable shielded ground

Tabla 2 - 6 Conector CN2 del Servo Driver OMRON. ENCODER

2.1.3.5 Conexiones de PC para configuración de la unidad de Servo Driver

Las conexiones se indican, en la siguiente tabla adjunta.

■ CN3: Parameter Unit Input Specifications

Pin No.	Signal name	Function	I/O interface
1	TXD+	Transmission data +	This is the send data line-driver output to the Parameter Unit (or a personal computer).
2	TXD-	Transmission data -	
3	RXD+	Reception data +	This is the send data line-driver input from the Parameter Unit (or a personal computer).
4	RXD-	Reception data -	
5	PRMU	Unit switching	This is the switching terminal for a Parameter Unit or personal computer. If the pin is open, it is for a personal computer. If connected to +5V, it is for a Parameter Unit.
6	RT1	Termination resistance enabled/disabled	This is the termination resistance terminal for the line receiver. For 1-to-1 communications or for the final Servo Driver, short-circuit RT1-RT2.
7	RT2		
8	+5V	+5 V output	This is the +5 V output to the Parameter Unit.
9	GND	Ground	

Tabla 2 - 7 Conector CN3 del Servo Driver OMRON. CONEXIÓN PC

2.1.4 Configuración

Una vez se tenga conectada la unidad, se procederá a su configuración.

Este proceso conlleva elegir entre diferentes opciones que afectan tanto al modo de trabajo, como a la forma en que se comunica con el exterior.

Existe un total de 38 parámetros, de entre los cuales, dos de ellos son los parámetros de “Set Up”.

Estos últimos son esenciales. Incluso su configuración se realiza de forma distinta, ya que en realidad se elige una acción, mientras que en el resto se elige un valor, entre los valores máximos y mínimos permitidos.

Para la comunicación con la unidad de Servo Driver, se usará un software específico para ello. En este caso será el “SIGMA WIN” de la firma YASKAWA, al ser de uso libre.

La firma OMRON proporciona el software WMON. Ambos realizan las mismas funciones y tiene las mismas prestaciones.

2.1.4.1 YASKAWA SIGMA WIN: Software de configuración y explotación

Una vez instalado el software en un PC, se conecta mediante el cable típico para conexiones RS-232, al conector CN3.

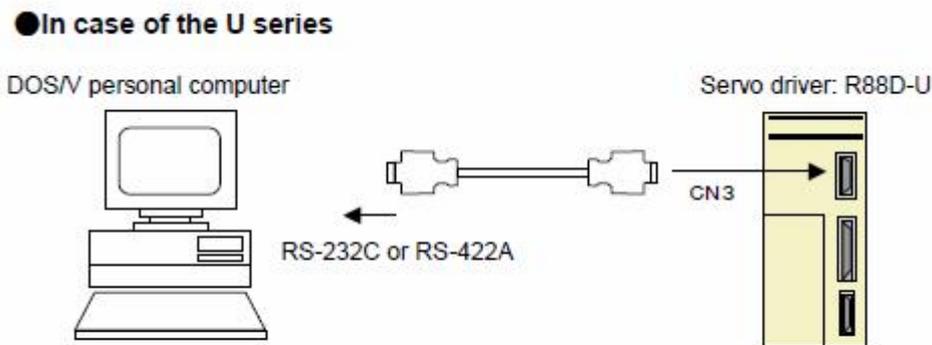


Figura 2 – 25 Conexión PC – Ud Servo Driver

El cable se puede fabricar siguiendo las indicaciones del manual:

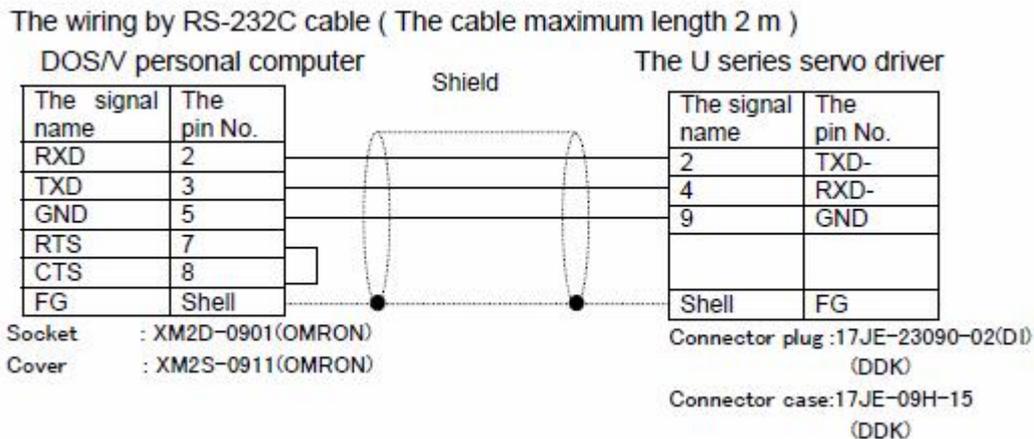


Figura 2 – 26 Esquema cableado de la conexión PC – Ud Servo Driver

Una vez se ha instalado, se lanzará mediante el acceso directo, creado al efecto:



Figura 2 – 27 Acceso directo a la aplicación SIGMA WIN

En primer lugar se ajustarán los parámetros de comunicaciones. Sólo es necesario realizarlo una vez:

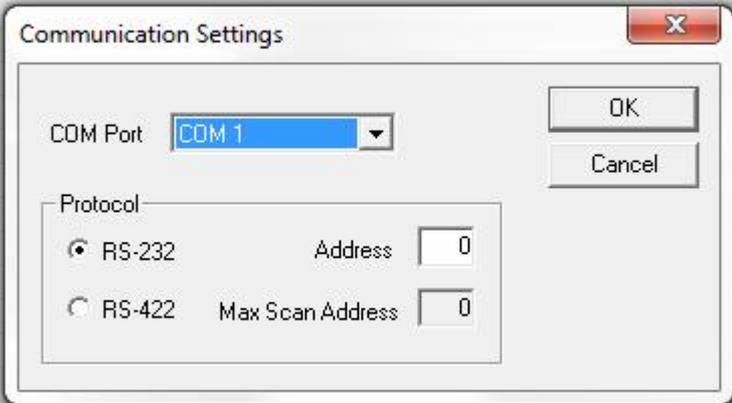


Figura 2 – 28 Pantalla de Configuración de Comunicaciones SIGMA WIN

La primera pantalla que aparece será la de conexión a la unidad de Servo Driver:

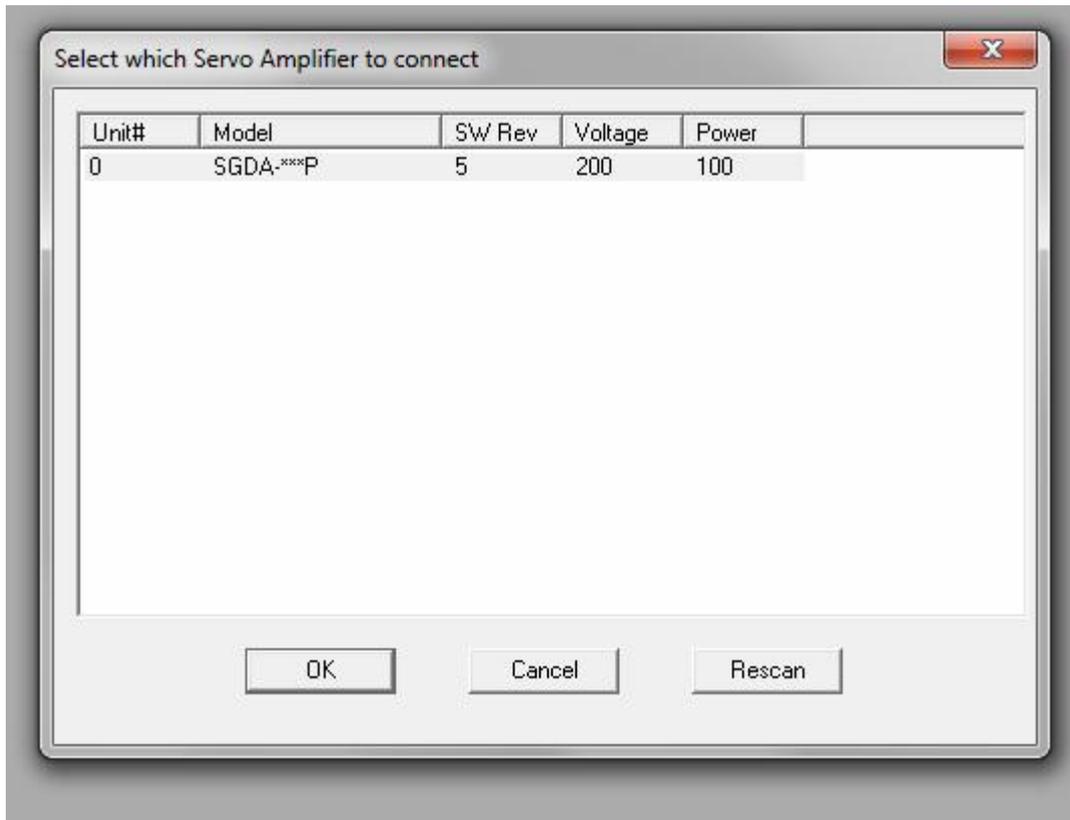


Figura 2 – 29 Pantalla de selección de Servo Driver en la aplicación SIGMA WIN

En caso de haber elegido el protocolo de conexión RS-422, que permite mas de una unidad conectada, tendríamos que elegir entre las mismas.

Marcando sobre la unidad y pulsando “OK”, se pasará a la siguiente pantalla:

Category	Cn No.	Code	Description	Value	Units	Servo	Min	Max	Default
Switches	Cn-01	MEM1	Memory Switch	08EC	--	08EC			0000
Switches	Cn-02	MEM2	Memory Switch	0408	--	0408			0000
Gain	Cn-04	LOOPHZ	Speed Loop G	80	Hz	80	1	2000	80
Gain	Cn-05	PITIME	Speed Loop In	20	1 ms	20	2	1000	20
Gain	Cn-1A	POSGN	Position Loop I	40	1/s	40	1	200	40
Gain	Cn-1C	BIASLV	Bias Level	0	rpm	0	0	450	0
Gain	Cn-1D	FFGN	Feed Forward	0	%	0	0	100	0
Gain	Cn-26	ACCTIM	Position Refere	0	0.1ms	0	0	640	0
Gain	Cn-27	FFFILT	Feed Forward I	0	0.1ms	0	0	640	0
Torque	Cn-06	EMGTRQ	Emergency Stc	314	%	314	0	314	314
Torque	Cn-08	TLMTF	Forward Rotati	314	%	314	0	314	314
Torque	Cn-09	TLMTR	Reverse Rotat	314	%	314	0	314	314
Torque	Cn-17	TRQFIL	Torque Refere	4	0.1ms	4	0	250	4
Torque	Cn-18	CLMIF	Forward Exterr	100	%	100	0	314	100
Torque	Cn-19	CLMIR	Reverse Extent	100	%	100	0	314	100
Sequence	Cn-07	SFSACC	Soft Start Time	0	ms	0	0	10000	0
Sequence	Cn-23	SFSDEC	Soft Start Time	0	ms	0	0	10000	0
Sequence	Cn-08	TGONLV	Zero Speed Le	20	rpm	20	1	4500	20
Sequence	Cn-12	BRKTIM	Brake to Base	0	10ms	0	0	50	0
Sequence	Cn-15	BRKSPD	Brake Speed	100	rpm	100	0	4500	100
Sequence	Cn-16	BRKWAI	Brake Waiting	50	10ms	50	10	100	50
Sequence	Cn-18	COINLV	Positioning Cor	3	ref units	3	0	250	7
Pulse	Cn-0A	PGRAT	PG Division Rz	1000	P/R	1000	16	32768	2048
Pulse	Cn-11	PULSNO	Encoder Pulse	2048	P/R	2048	513	32768	2048
Pulse	Cn-24	RATB	Electronic Gea	32	--	32	1	65535	4
Pulse	Cn-25	RATA	Electronic Gea	1	--	1	1	65535	1
Other	Cn-0C	TRQMSW	Mode Switch (I	200	%	200	0	314	200
Other	Cn-0D	REFMSW	Mode Switch (I	0	rpm	0	0	4500	0
Other	Cn-0E	ACCMSW	Mode Switch (I	0	10rpm/s	0	0	3000	0
Other	Cn-0F	ERPMSW	Mode Switch (I	10	ref units	10	0	10000	10000
Other	Cn-10	JOGSPD	Jog Speed	500	rpm	500	0	4500	500
Other	Cn-1E	OVERLV	Overflow Leve	1024	256 ref units	1024	1	32767	1024
Other	Cn-1F	SPEED1	Internal Set Sp	100	rpm	100	0	4500	100
Other	Cn-20	SPEED2	Internal Set Sp	200	rpm	200	0	4500	200
Other	Cn-21	SPEED3	Internal Set Sp	300	rpm	300	0	4500	300
Other	Cn-28	NFBCC	Speed Loop Ci	0	--	0	0	100	0
Other	Cn-29	AXISNO	Axis Address	0	--	0	0	14	0

Figura 2 – 29 Pantalla principal de la aplicación SIGMA WIN

En ella se podrá consultar y ajustar la totalidad de los parámetros de usuario, incluidos los “Set Up Parameters”.

En la mayoría de los casos, se elige entre los valores máximos y mínimos permitidos, en función de la actividad que se realiza.

Sin embargo en el caso de los parámetros cn-01 y cn-02, así como los cn-24 y cn-25, se dispone de unos cuadros de diálogos emergentes, para poder ser modificados.

En el caso de los últimos, cn-24 y cn-25, que se corresponde con la desmultiplicación de la caja de cambio electrónica, puede ser más evidente el significado de las cifras, pero en el caso de los dos primeros, cn-01 y cn-02, se puede recurrir a las pantallas de ayuda, que emergen al pulsar dos veces, sobre el rectángulo oscurecido, ya que en realidad se trata de elegir, no una cantidad, sino un modo de funcionamiento.

Tanto en cn-01, como en cn-02, al poner el check en una casilla, se está poniendo a “1” el valor de un bit, que luego formará una palabra. Por tanto, a distintos valores de bits, distintos valores de la palabra.

Cn – 01:

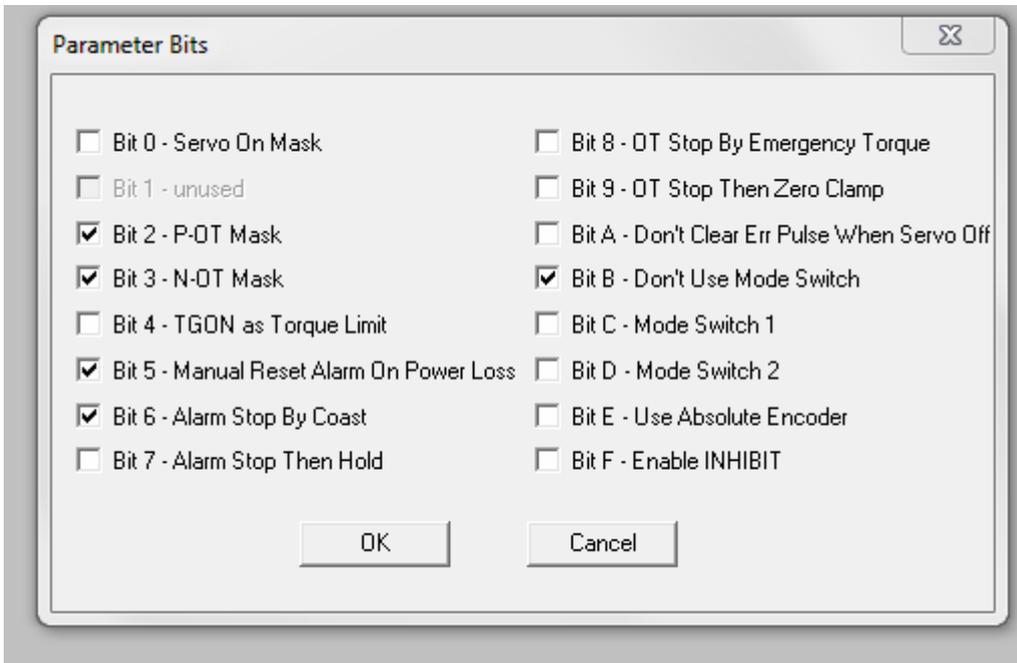


Figura 2 – 31 Pantalla de configuración del parámetro Cn – 01

Cn – 02

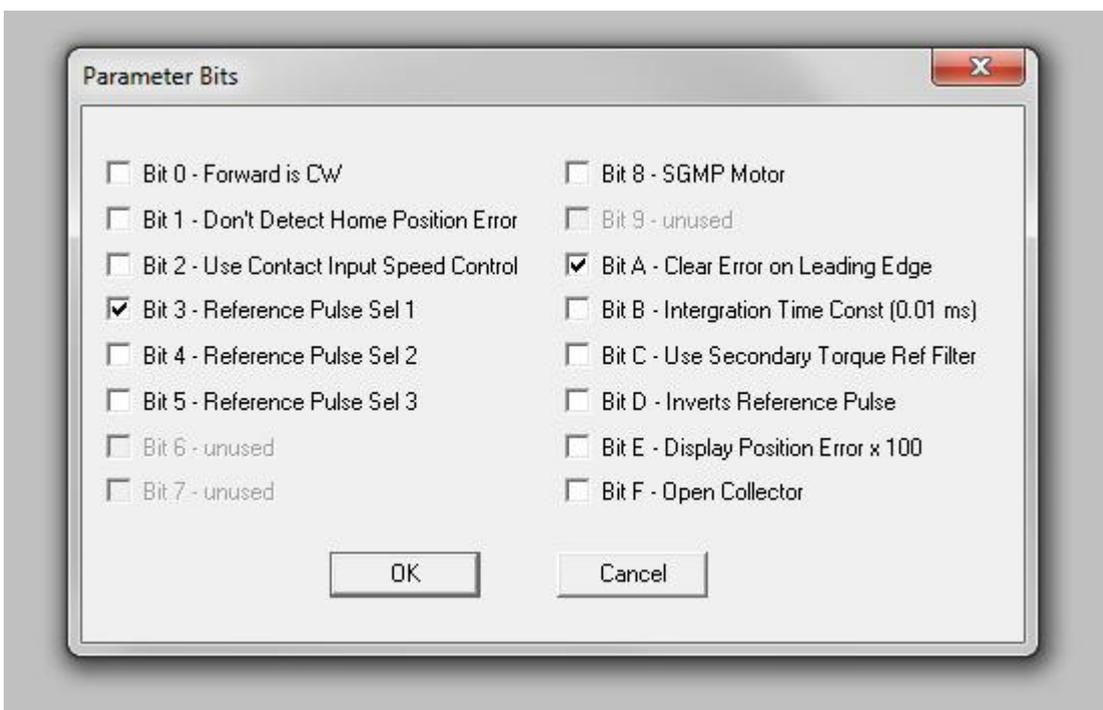


Figura 2 – 32 Pantalla de configuración del parámetro Cn – 02

Cn – 24 y Cn – 25:

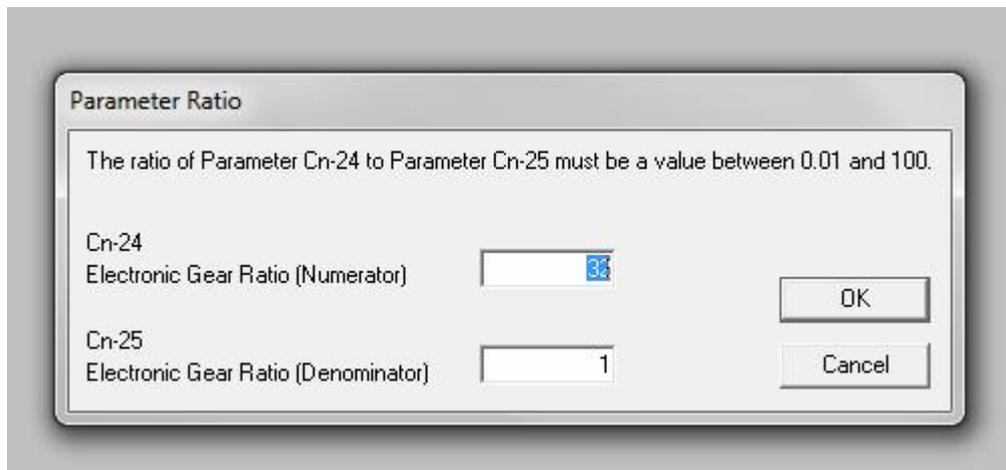


Figura 2 – 33 Pantalla de configuración del parámetro Cn – 24 y Cn – 25

La pantalla que se obtiene al pulsar sobre la solapa **ALARMS**, indica las alarmas activas, y las inactivas, proporcionando una información, tanto en los códigos origen, como traducidas, de las mismas:

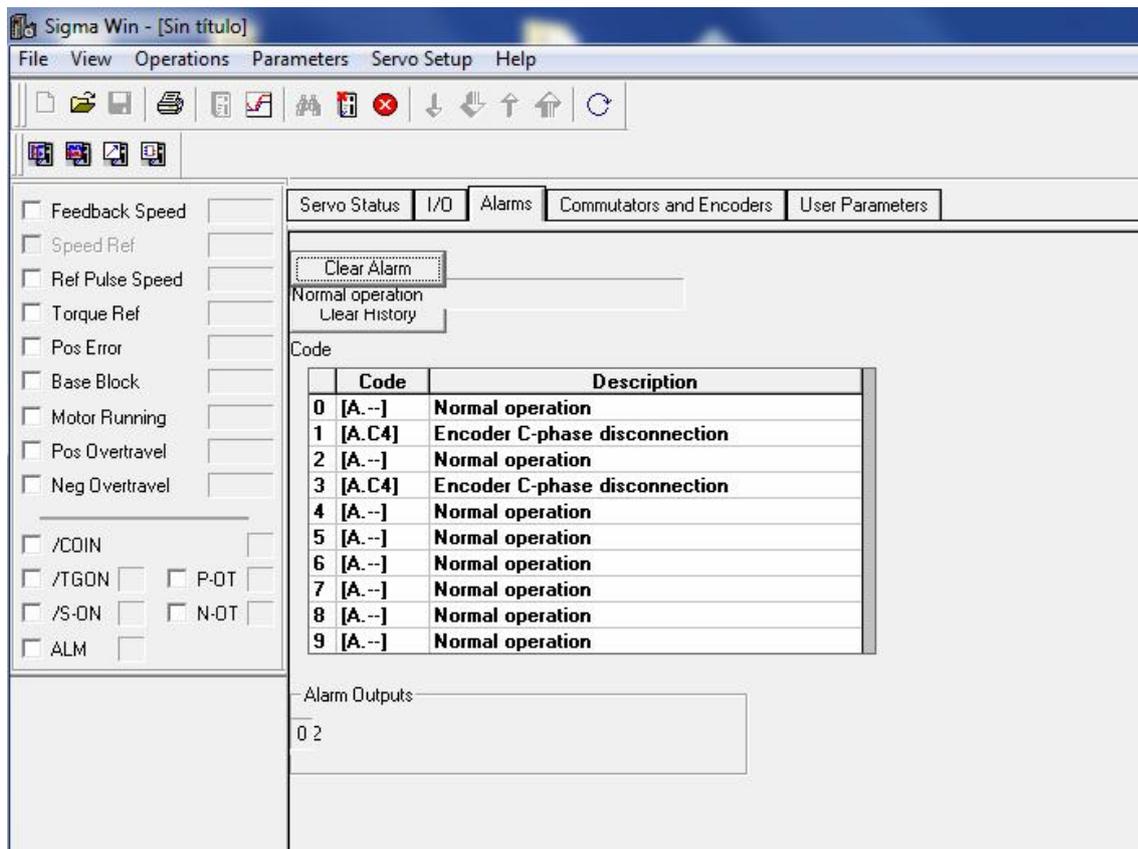


Figura 2 – 34 Pantalla de alarmas en SIGMA WIN

JOG

Botón común en las unidades de control de servos.

Permite hacer girar el motor a la velocidad que se indique, lo que permitirá en los momentos de ajustes, verificar si funciona correctamente la unidad de Servo Motor, así como llevarlo a una posición determinada.

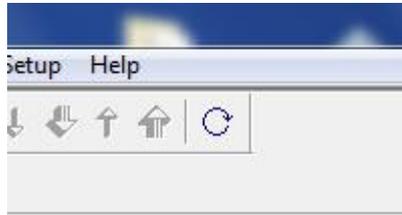


Figura 2 – 35 Botón de JOG

La pantalla que aparece al pulsar en el símbolo de “JOG”, sería la siguiente:

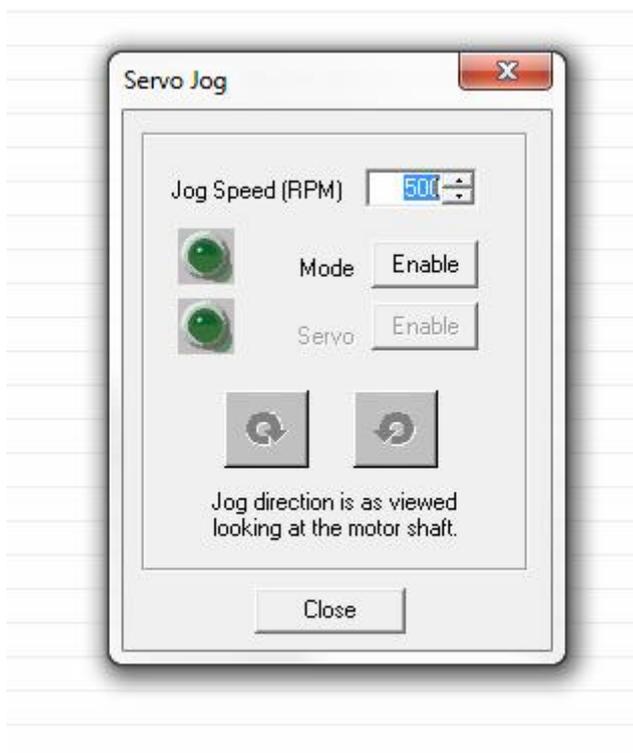


Figura 2 – 36 Configuración de JOG

2.1.4.2 Parámetros elegidos

De entre todos los parámetros que son posibles de configurar, se han modificado un grupo de ellos que nos permitirán actuar sobre la unidad de Servo Driver, pudiendo gobernar adecuadamente el Servo Motor. Se identificarán y se comentarán los valores elegidos. El resto pueden ser ajustados, en función del uso específico que se le da al conjunto.

Cn nº	Código	Descripción	Valor M1	Valor M2	Uds
Cn - 01	MEM1	Parámetros de setup nº1	08EC	08EC	-
Cn - 02	MEM2	Parámetros de setup nº2	0409	0408	-
Cn - 04	LOOPHZ	Ajusta la respuesta del lazo velocidad	250	250	Hz
Cn - 05	PITIME	Constante integración lazo velocidad	120	120	ms
Cn - 1A	POSGN	Ajusta la respuesta del lazo de posición	40	40	1/s
Cn - 1C	BIASLV	Ajusta la ayuda del control de posición	0	0	r/min
Cn - 1D	FFGN	Ajuste de realimentación positiva en el control	0	0	%
Cn - 26	ACCTIM	Ajusta la constante de tiempo para el suavizado	0	0	x 0,1 ms
Cn - 27	FFFILT	Configura el filtro del comando de	0	0	x 0,1 ms
Cn - 06	EMGTRO	Configura el par de parada en emergencias	314	317	%
Cn - 08	TLMTF	Límite de par hacia adelante	314	317	%
Cn - 09	TLMTR	Límite de par hacia atrás	314	317	%
Cn - 17	TROFIL	Constante de tiempo en el filtro de la orden de	4	5	100 us
Cn - 18	CLMIF	Par para la corriente máxima	100	100	%
Cn - 19	CLMIR	Idem para giro hacia atrás	100	100	%
Cn - 07	SFSACC	Ajuste de la aceleración software en el arranque	0	0	ms
Cn - 23	SFSDEC	Idem desaceleración	0	0	ms
Cn - 0B	TGONLV	Velocidad de rotación detectable	20	20	r/min
Cn - 12	BRKTIM	Tiempo de frenado 1	0	0	10 ms
Cn - 15	BRKSPD	Velocidad para la orden de freno	100	100	r/min
Cn - 16	BRKWAI	Tiempo de frenado 2	50	50	10 ms
Cn - 1B	COINLV	Rango de órdenes para completar el	3	3	uds
Cn - 0A	PGRAT	Indica el número de pulsos de salida del	2048	2048	Pulsos /
Cn - 11	PULSNO	Indica el número de pulsos de salida del encoder	2048	2048	Pulsos /
Cn - 24	RATB	Numerador de la relación de cambio electrónica	4000	8000	-
Cn - 25	RATA	Denominador de la relación de cambio	1000	1000	-
Cn - 0C	TROMSW	Límite de par para cambiar de PI a P	200	200	%
Cn - 0D	REFMSW	Límite de velocidad para cambiar de PI a P	0	0	r/min
Cn - 0E	ACCMSW	Límite de aceleración para cambiar de PI a P	0	0	10 (r/min) /
Cn - 0F	ERPMSW	Límite de desviación de pulsos para cambiar de	10000	10000	uds
Cn - 10	JOGSPD	Ajuste de la velocidad de giro manual	500	600	r/min
Cn - 1E	OVERLV	Nivel de rebosamiento del contador de	1024	1024	x 256
Cn - 1F	SPEED1	Configuración de velocidad 1	100	100	r/min
Cn - 20	SPEED2	Configuración de velocidad 2	200	200	r/min
Cn - 21	SPEED3	Configuración de velocidad 3	300	300	r/min
Cn - 28	NFBCC	Ajuste de la ganancia en el posicionamiento	0	40	-

Cn - 29	AXISNO	Índice en la comunicaciones multiejes	0	0	-
---------	--------	---------------------------------------	---	---	---

Tabla 2 - 8 Parámetros elegidos en la configuración del Servo Driver

Los parámetros cn-01 y cn-02, son en realidad palabras, que agrupan un modo de operación concreto.

■ Setup Parameters No. 1 (Cn-01)

Item	Bit No.	Factory setting	Setting	Explanation	Setting
Sequence input signal switching	0	0	0	Servo turned ON or OFF by Run command (externally input).	0 =
			1	Servo always ON.	
	1	0	---	No used.	1 = 0
	2	1	0	Enables forward drive prohibit input (POT).	2 =
			1	Permits always-forward drive.	
	3	1	0	Enables reverse drive prohibit input (NOT).	3 =
1			Permits always -reverse drive.		
Sequence output signal switching	4	0	0	Takes TGON/CLIMT signal as motor rotation detection output.	4 =
			1	Takes TGON/CLIMT signal as current limit detection output.	
Processing at time of recovery from momentary stop	5 (see note 1)	1	0	Servo alarm set at time of recovery from momentary stop.	5 =
			1	Servo alarm automatically cleared at time of recovery from momentary stop.	

Abnormal stop	6	1	0	Motor stopped by dynamic brake.	6 =
			1	Motor stopped with free run.	
	7 (see note 2)	1	0	Dynamic brake OFF after motor stopped.	7 =
			1	Dynamic brake ON after motor stopped.	
	8	0	0	Method for stopping when over-travel occurs depends on bit no. 6 setting.	8 =
			1	When over-travel occurs, motor is stopped at the torque set by user parameter Cn-06 (emergency stop torque).	
	9	0	0	When over-travel occurs, motor comes to deceleration stop and servo turns OFF.	9 =
			1	When over-travel occurs, motor comes to deceleration stop and position is locked. (see note 6)	
Deviation counter with Servo OFF	A	0	0	Clear counter for alarms occurring while Servo is OFF.	A =
			1	Do not clear counter for alarms occurring while Servo is OFF.	
P control switch selection	b	1	0	Switch control according to bits C and d.	b =
			1	Do not switch.	
P control switch conditions	d, C (see note 3)	0, 0	0, 0	The torque command value (Cn-0C) is taken as the condition.	C = d =
			0, 1	The speed command value (Cn-0d) is taken as the condition	
			1, 0	The acceleration command value (Cn-0E) is taken as the condition.	
			1, 1	The deviation pulse (Cn-0F) is taken as the condition.	
	E	0	---	Not used.	E = 0

Item	Bit No.	Factory setting	Setting	Explanation	Setting
Pulse stop switching (HA/LA/V/W Models)	F	0	0	Position Control (Cn-02 bit 2 = 0) Disables the pulse stop input. Internal speed control settings (Cn-02 bit 2 = 1) Command pulses aren't received when PCL and NCL are OFF.	F =
			1	Position Control (Cn-02 bit 2 = 0) Enables the pulse stop input. Internal speed control settings (Cn-02 bit 2 = 1) Command pulses aren't received when PCL and NCL are OFF. (Position control is performed with the internal speed control settings and the pulse-train input.)	

Valores elegidos para Cn - 01:

ítem	bit	elección	Explicación
Señal de funcionamiento	0	0	Servo arranca o para por la orden RUN
-	1	-	No usado
Máscara POT	2	1	Permite girar hacia adelante siempre
Máscara NOT	3	1	Permite girar hacia atrás siempre
TGON como límite de par	4	0	TGON/CLIMT sirven para detectar el giro del motor
Procedimiento una vez recuperado de una parada	5	1	La alarma se limpia automáticamente, una vez
Parada no planeada	6	1	Motor se para, girando libremente
Parada no planeada	7	1	Freno dinámico se activa después de la parada
Parada no planeada	8	0	Cuando hay sobreviraje se hace lo que indica el bit 6
Parada no planeada	9	0	Cuando hay sobreviraje el servo se desconecta
Acción sobre el contador de desviación cuando el servo	A	0	Se resetea el contador de alarmas cuando el Servo se
Selección del conmutador de control P	b	1	No conmuta
Condiciones de la conmutación del control P	d, C	0,0	Orden de Par
-	E	0	No usado
Conmutación de Pulso de Stop	F	0	Pulso de Stop deshabilitado

Tabla 2 - 9 Valores elegidos para Cn – 01

Palabra de 8 bits resultante => **08EC**

La palabra se conforma mediante la agrupación de 4 bits. Los primeros son (F, E, D, C), los segundos son (B, A, 9, 8), los terceros son (7, 6, 5, 4) y el último grupo es (3, 2, 1, 0)

Fundamentalmente lo que se ha escogido es que:

Es necesario la señal externa RUN, para que el Servo Motor gire (bit 0 = 0)

Se permite el giro hacia delante y atrás siempre (bit 2 = bit 3 = 1)

En caso de parada no planificada, se activa el freno dinámico (bit 7 = 1)

En caso de detección de sobreviraje, el servo se desconecta.

■ Setup Parameters No. 2 (Cn-02)

Item	Bit no.	Factory setting	Setting	Explanation	Setting
Reverse rotation mode	0	0	0	Rotates in CCW direction with a + command. (See note 3.)	0 =
			1	Rotates in CW direction with a + command.	
Origin error mask	1	0	---	No used.	1 = 0
Input command mode (see note 2)	2	0	0	Position control with pulse-train input: CN1-11 and 12 are used as forward and reverse current command inputs (PCL, NCL). In the H/L Models, CN1-15 will be the gain reduction (MING). In the HA/LA/V/W Models, CN1-15 will be the gain reduction (MING) if Cn-01 bit F is set to "0" or the pulse stop input (IPG) if Cn-01 bit F is set to "1."	2 =
			1	[Internal speed control settings] CN1-11 and 12 are used as speed selection command 1 and 2 inputs (SPD1, SPD2). CN1-15 is used as rotation direction command (RDIR).	
Command pulse mode	5, 4, 3	0, 0, 1	0, 0, 0	Feed pulse and Forward/reverse signal	3 =
			0, 0, 1	Forward rotation pulse and Reverse rotation pulse	4 =
			0, 1, 0	90° phase difference (A/B phase) signal (1X)	5 =
			0, 1, 1	90° phase difference (A/B phase) signal (2X)	
			1, 0, 0	90° phase difference (A/B phase) signal (4X)	
	6	0	---	Not used	6 = 0
	7	0	---	Not used	7 = 0
	8	0	---	Not used	8 = 0
	9	0	---	Not used	9 = 0

Valores elegidos para Cn - 02:

ítem	bit	elección	Explicación
Modo de inversión del giro	0	0	CCW es el sentido positivo
-	1	-	No usado
Forma de la orden en entrada	2	0	Control de posición con tren de impulsos
Forma del pulso de orden	5,4,3	0,0,1	Tipo de pulso
-	6	-	No usado
-	7	-	No usado
-	8	-	No usado
-	9	-	No usado
Reseteo del contador de desviación	A	1	Resetea el contador con el flanco de subida de la señal de orden
Unidades de la constante de integración de	b	0	1 ms
Constante de tiempo para el filtro de la orden de	c	0	Filtro primario
Inversión de la lógica en los pulsos de orden	d	0	Lógica positiva
Salida de la unidad de monitor de parámetros	E	0	Un solo comando
-	F	-	No usado

Tabla 2 -10 Valores elegidos para Cn – 02

Palabra de 8 bits resultante => **0408**

Estos parámetros eligen la forma de comunicación y control sobre el Servo.

Se ha elegido que CCW es el sentido de giro positivo (bit 0 = 0)

Que se controla la posición por medio de un tren de impulsos. Es decir hay control de posición, no de velocidad. (bit 2 = 0)

La forma del tren de impulsos que gobierna el Servo es la siguiente

(bits 5, 4, 3 = 0, 0, 1)

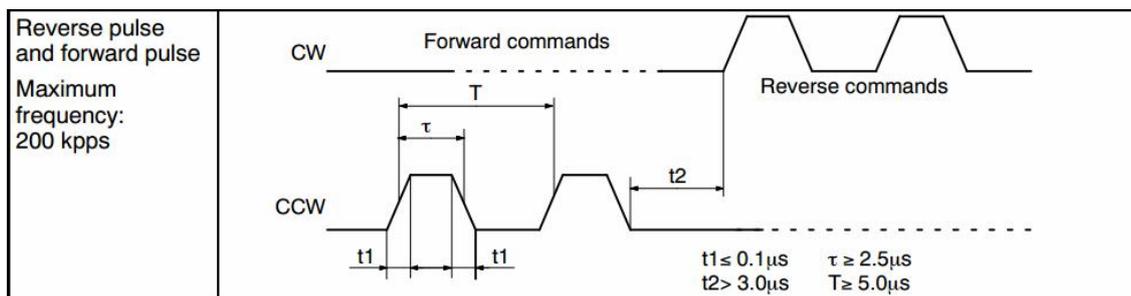


Figura 2 – 37 Pulso de Control elegido

Otros parámetros:

En función de la “dureza” de la mecánica asociada se pueden ajustar los parámetros Cn-04, Cn-05 y Cn-1A.

Cn-04 es ganancia en el bucle de velocidad.

Cn-05 es la constante de integración del bucle de velocidad.

Cn-1A es la ganancia en el bucle de posición.

El parámetro Cn-04 afecta a la respuesta en todo el ancho de banda. A medida que crece, aumenta la respuesta. Se aconseja subirlo, hasta que la mecánica vibre.

El parámetro Cn-05 afecta en baja frecuencia. Se aumenta hasta que vibre la mecánica. En los Servos de la serie “U”, como es este caso, el Fabricante aconseja bajar el valor, en vez de subirlo.

El parámetro Cn-1A como en los caso anteriores se aumentará, hasta que vibre.

Siempre que sea posible se utilizará la capacidad de ”autotuning” del Sistema.

Se iniciará a través de la pantalla de operación, solapa “Servo Setup”.

Es muy útil ajustar el número de pulsos que proporciona el servo driver a su salida, por cada giro del motor. Se ajusta con Cn – 0A.

El engranaje electrónico produce un número de pulsos en función de los recibidos, y de la relación (numerador / denominador) que se indique con los parámetros Cn -24 y Cn – 25. Se usa cuando el sistema produce un número bajo de pulsos, como es este caso (4 kHz máximo).

Otros parámetros son ajustables, solo si están incluidos en la configuración elegida.

Una vez se ha hecho la elección de los parámetros, se pueden guardar en un fichero tipo ”*.ybm”, que puede ser exportado e importado desde un sistema de almacenamiento, con las funciones de “guardar como” o “abrir”.

Se recuerda que determinados parámetros, además de enviarlos a la unidad de Servo Driver, se necesita provocar un reset total de la misma, desconectándolo de la alimentación hasta que se descarguen los condensadores, unos 5 segundos, pudiéndose entonces volver a conectar.



Figura 2 – 38 Botón de envío de programa hacia y desde el Servo al PC

2.2 Autómata MODICON M340

Para el Control de los Servo Driver se cuenta con el autómata programable PLC MODICON M340.

Es un autómata de gama media, que cuenta con los módulos necesarios para cubrir con garantía las necesidades del Proyecto.



Figura 2 – 39 Vista general PLC

Las funciones implementadas de control, conteo, entrada-salida, comunicaciones, etc., lo dotan de la potencia suficiente para gestionar muchos mas elementos de los que se van a usar en esta aplicación, pero que dejan abierta la posibilidad de crecimiento para futuras tareas, integradas en la Célula de Fabricación Flexible.

Los M340 se presentan con una arquitectura basada en rack. Las unidades que lo componen se disponen sobre unos elementos de sujeción, de los que se pueden extraer e instalar con facilidad, incluso en tensión, salvo los elementos críticos: fuente de alimentación y CPU.

Racks Modicon M340

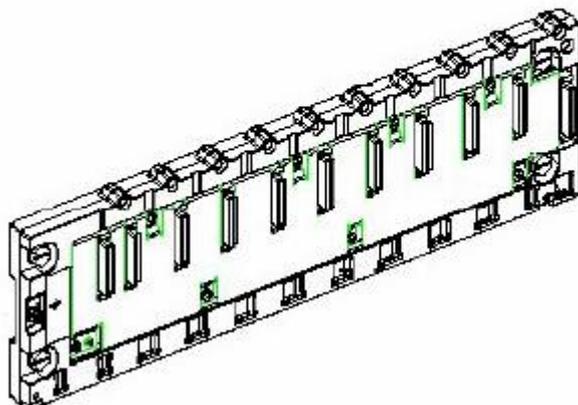


Figura 2 – 40 Rack Modicon M340

En este caso la configuración adoptada está compuesta por los siguientes módulos:

- 1 módulo de alimentación CPS 2000
- 1 módulo BMX P34 2020, CPU con conexión Ethernet.
- 1 módulo BMX DDM 1602 de 8 entradas y 8 salidas digitales.
- 1 módulo BMX EHC 0200, o módulo de Conteo.

Foto del equipo en el Laboratorio

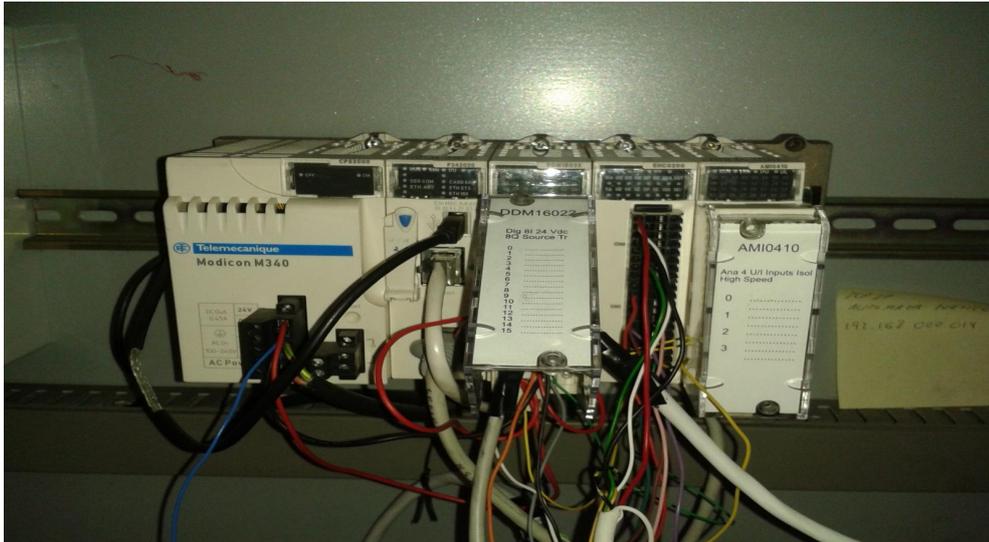


Figura 2 – 41 PLC en la Instalación

Esquemático en la aplicación UNITY

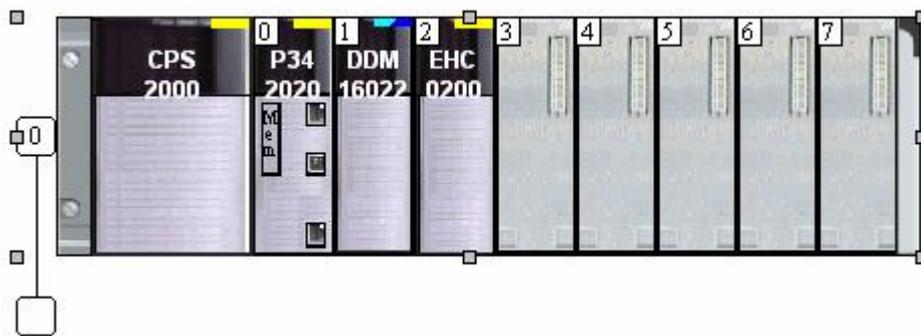


Figura 2 – 42 Esquemático del M340 en la aplicación Unity Pro

2.2.1 Fuente de alimentación BMX CPS 2000

Con este módulo se alimenta los módulos incluidos en el bastidor, hasta un máximo de 12. En este caso, además, dará la tensión de 24 V para las señales del módulo de entrada-salida.



Características y rendimiento	
Tipos	BMX CPS 2000
Descripción	20 Watts 115 a 230 Vac Fuente de alimentación
Protección	Sobrecarga : si Cortocircuito: si Sobretensión : si
Máx. salida 24Vdc sensor	0.45 Amperios

Figura 2 – 43 Fuente alimentación BMX CPS 2000. Características

2.2.2 Unidad Central de Proceso BMX P34 2020

El procesador con el que se cuenta es el CPU BMX P34 2020, que cubre sobradamente las necesidades de procesamiento, almacenamiento, y gestión de entradas-salidas.



Figura 2 – 44 CPU BMX P34 2020

En cuanto a las posibilidades de comunicación cuenta con un puerto ModBus, un puerto Ethernet, y un puerto USB.

La aplicación de pruebas que se ha desarrollado no necesita de comunicación con otros dispositivos. Solo se utilizará la conexión con el PC, para programación y control, con el PLC.

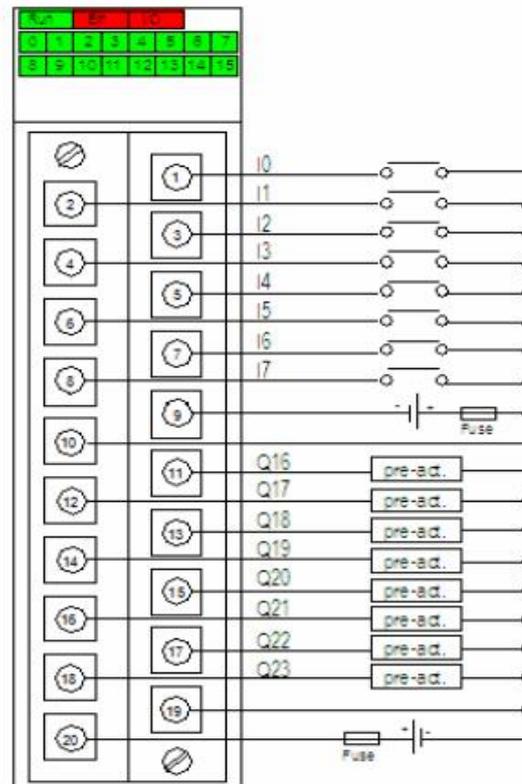
2.2.3 Módulo de entradas / salidas digitales BMX DDM 16022

Reciben señales de 24 V CC, de los sensores externos, y generan el mismo tipo de señal, para actuar sobre relés, que fundamentalmente servirán, en esta aplicación, para permitir el paso de las señales generadas en el módulo de conteo, así como interpretar el resto de órdenes que provienen de la Pantalla de Operador.



Características y rendimiento	
Tipos	BMX DDI 1602
Descripción	Módulo de entradas digitales para PLC
	16 Canales, 24 Vdc,
	Sink (lógica positiva),
	20 bornes bloque de terminales

Figura 2 – 45 Módulo de entrada / salidas digitales BMX DDM 16022. Características



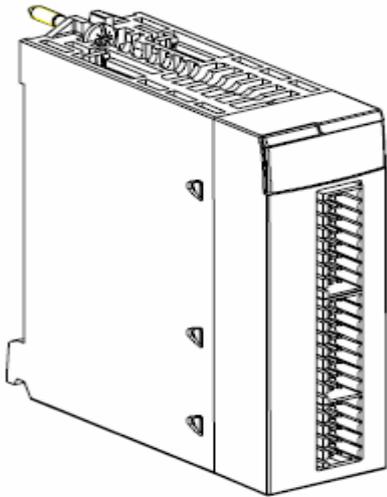
powe24 VDC
 supply
 input fast blow fuse of 0.5 A
 fuse
 outputfast blow fuse of 6.3 A
 fuse
 pre- pre-actuator
 act

2.2.4 Módulo de Conteo BMX EHC 0200

Este elemento realiza dos funciones:

Generará una señal de 4 KHz máximo, que serán las órdenes que se transmitirán al Servo Driver.

Recibirá los pulsos del encoder del Servo Motor, teniendo una lectura de los mismos en la Pantalla de Operador. Se usará para determinar la posición de ambos motores.



Tipo	Aplicación	Número de canales por módulo	Número de entradas físicas por canal	Número de salidas físicas por canal	Frecuencia máxima
BMX EHC 0200	<ul style="list-style-type: none">• Conteo• Conteo regresivo• Medición• Medidor de frecuencia• Generador de frecuencia• Monitorización de ejes	2	6	2	60 KHz

Figura 2 – 46 Módulo de Conteo BMX EHC 0200. Características

La siguiente figura muestra la ubicación física de los números de pins para el conector de 16 pins:

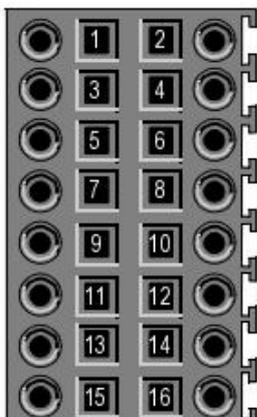


Figura 2 – 47 Módulo de Conteo BMX EHC 0200. Conector de entrada

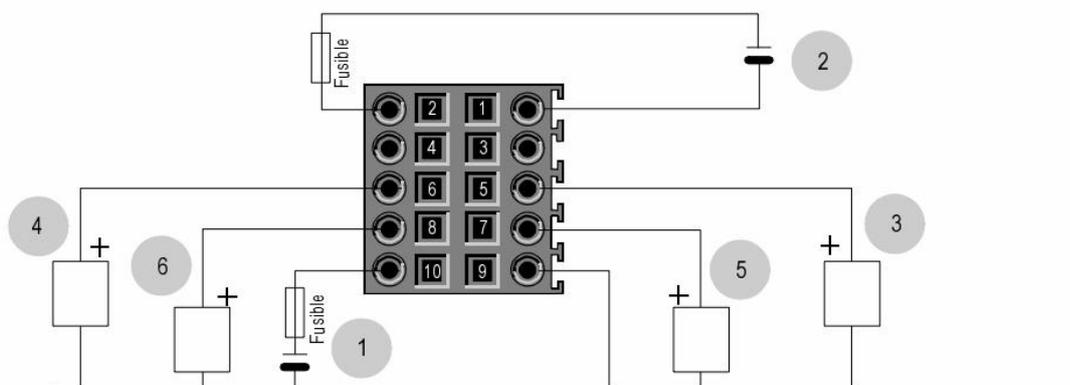
El símbolo y la descripción de cada pin se describen en la siguiente tabla:

Número de pins	Símbolo	Descripción
1, 2, 7, 8	24V_SEN	Salida de 24 V CC para alimentación de sensores
5, 6, 13, 14	GND_SEN	Salida de 24 V CC para alimentación de sensores
15, 16	FE	Conexión a tierra funcional
3	IN_A	Entrada A
4	IN_SYNC	Entrada de sincronización
9	IN_B	Entrada B
10	IN_EN	Entrada de habilitación seleccionada
11	IN_REF	Entrada de posición de inicio
12	IN_CAP	Entrada de captura

Tabla 2 -11 Módulo de Conteo BMX EHC 0200. Numeración de pines

Conexión de salidas y alimentación de salidas

La imagen siguiente muestra la conexión de alimentación y actuadores de conectores de 10 pins:

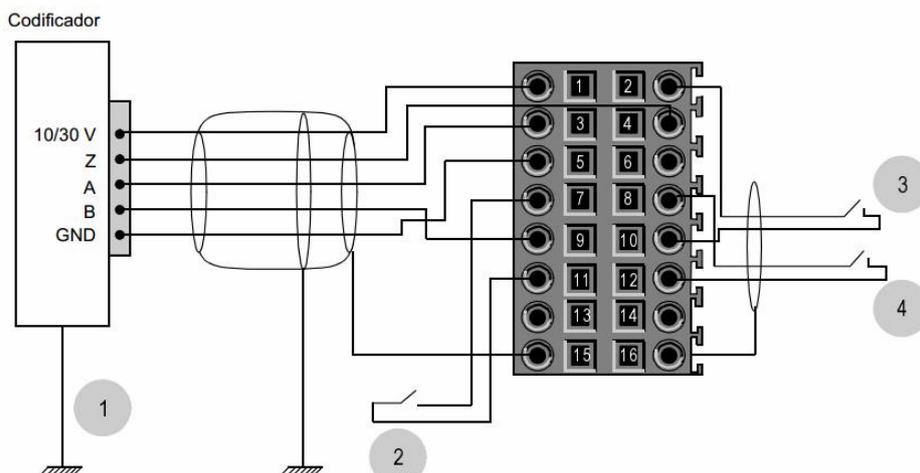


- 1 Alimentación de 24 V para actuadores
- 2 Alimentación de 24 V para sensores
- 3 Actuadores para la salida Q0 del canal de conteo 0
- 4 Actuadores para la salida Q1 del canal de conteo 0
- 5 Actuadores para la salida Q0 del canal de conteo 1
- 6 Actuadores para la salida Q1 del canal de conteo 1

Figura 2 – 48 Módulo de Conteo BMX EHC 0200. Conexión con sensores y actuadores

Conexión de codificador

El ejemplo siguiente muestra un codificador incremental para control de ejes y las tres entradas auxiliares utilizadas, especialmente para la modalidad de contador de 32 bits:



- 1 Codificador (entradas A, B y Z)
- 2 Entrada IN_REF (entrada de posición de inicio)
- 3 Entrada IN_EN (entrada de habilitación)
- 4 Entrada IN_CAP (entrada de captura)

Figura 2 – 49 Módulo de Conteo BMX EHC 0200. Conexión con encoder

2.3 Unity Pro

Es el software de programación utilizado para desarrollar los códigos utilizados con este autómata. En concreto la versión UNITY PRO XL V4.0, de Schneider Electric.

Permite la selección de los módulos con los que se trabaja, y su posterior programación, estructura del proyecto, depuración del mismo, así como la utilización de la pantalla de operador, elemento clave en el Proyecto.

Ofrece una estructura jerarquizada del proyecto, con gran fuerza visual, que facilita la ubicación de los distintos códigos desarrollados.

Estos pueden ser escritos en distintos lenguajes: ST, LD, FBD y SFC.

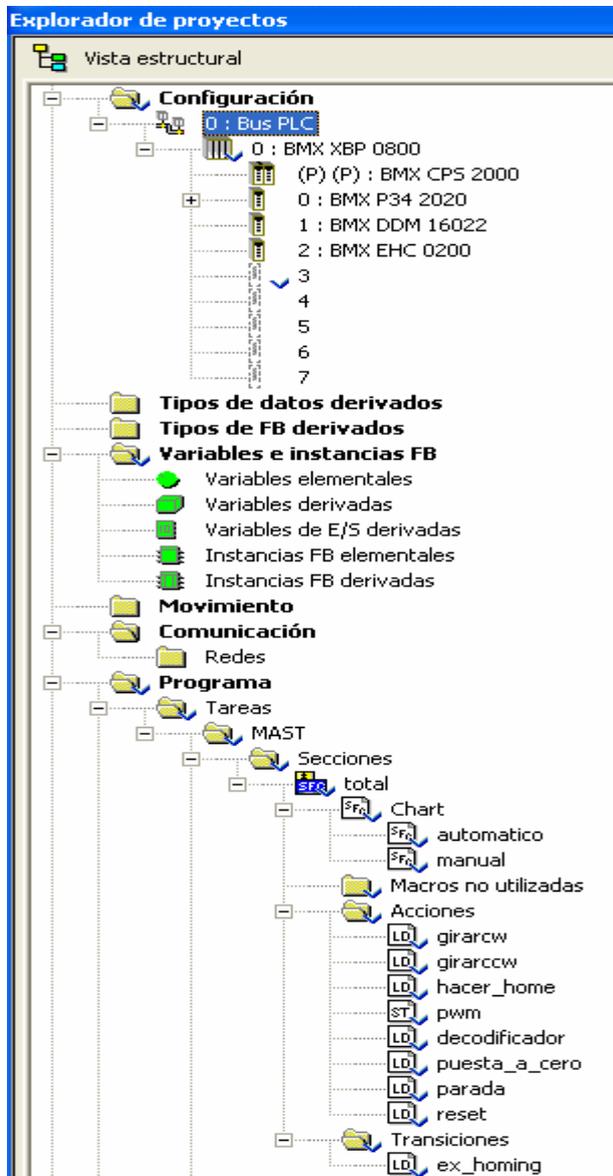


Figura 2 – 50 Unity Pro. Vista explorador de proyectos

3 INTERFASE ELECTRÓNICA

La interfase desarrollada cuenta con los siguientes elementos :

- Distribución de corriente alterna.
- Fuentes de alimentación de 24 V y 5 V CC.
- Distribución de corriente continua.
- Módulo de elección de motor.
- Módulo de adaptación de señales.
- Mando auxiliar.
- Seta de emergencias.

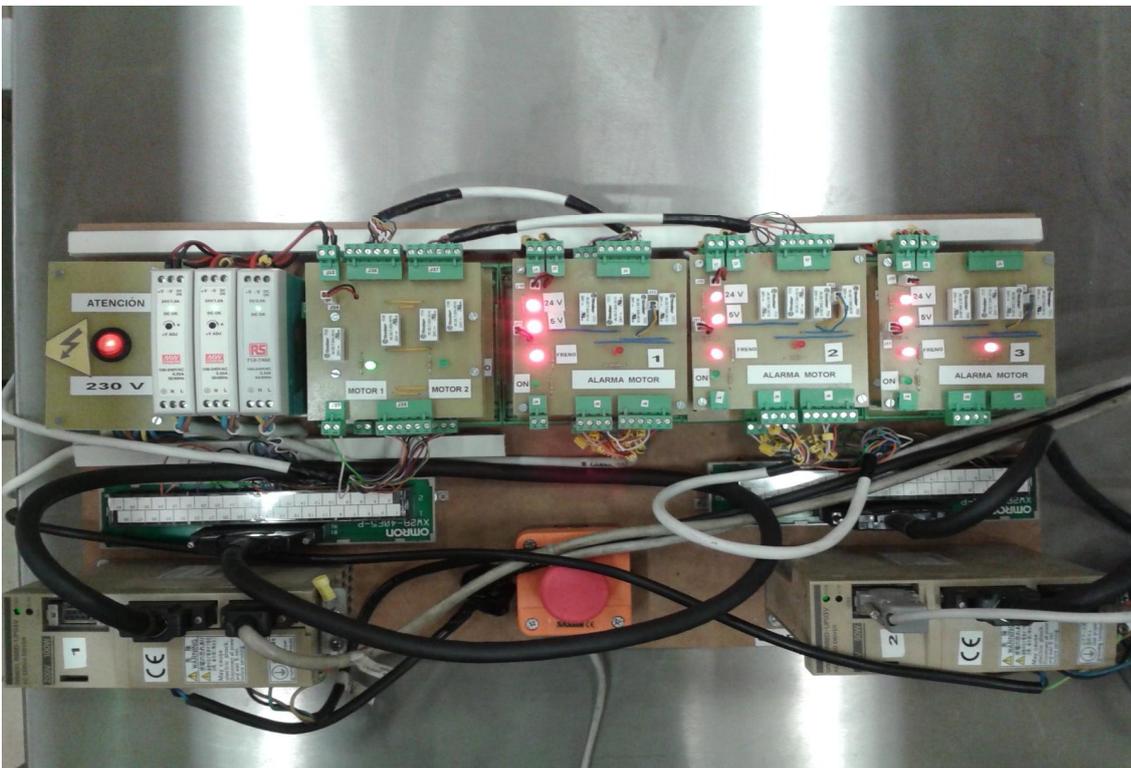


Figura 3 – 1 Vista general de la Interfase Electrónica

Los elementos se encuentran dispuestos sobre una superficie auxiliar, hasta el momento en que se decida su ubicación definitiva. En ella hay un carril DIN, sobre el que se han insertado los distintos módulos.

3.1 Distribución de Corriente Alterna



Figura 3 – 2 Módulo de distribución de corriente alterna

En este módulo se encuentra el interruptor principal de corriente alterna. Es luminoso, como medida de seguridad, y permite que la tensión llegue a las fuentes de alimentación que se encuentran junto a él.

Tiene tres salidas que llegan a cada una de las fuentes, de forma independiente, por si fuera necesario sustituir o prescindir de alguna de ellas.

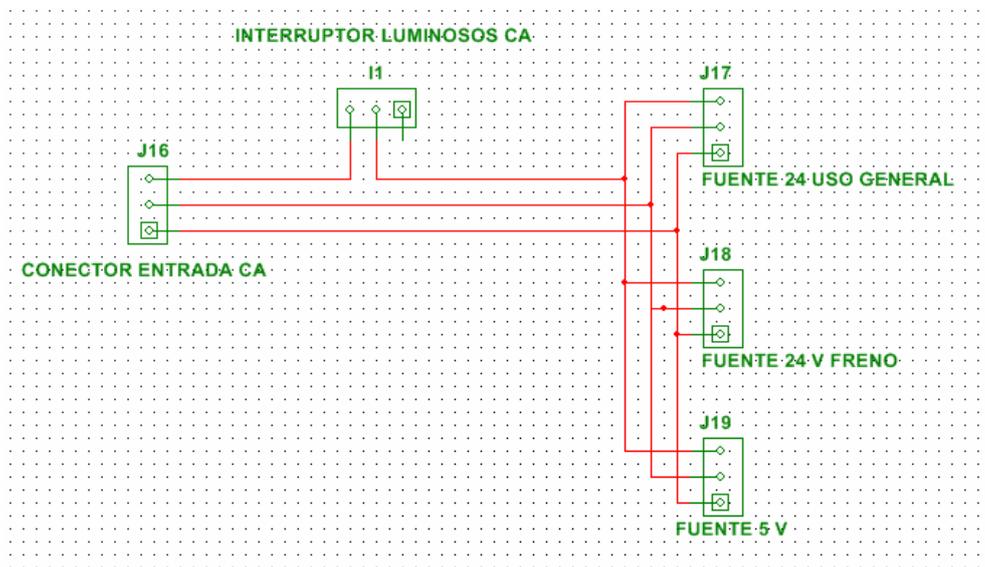


Figura 3 – 3 Módulo de distribución de corriente alterna. Esquemático

3.2 Fuentes de Alimentación



Figura 3 – 4 Fuentes de alimentación

Hay de dos tipos: de 24 V CC y 1 A, y de 5 V CC y 2A.

Son fuentes comerciales, conmutadas. Al no incorporar transformadores necesitan menos espacio.

Cuentan con la potencia suficiente para atender todas las necesidades previstas.

Se cuenta con dos fuentes de 24 V, para que en el caso de usar el Servo Motor con freno, tener un suministro independiente, tanto por su criticidad, como por la corriente necesaria. En caso de no usarse este tipo de motor, queda de repuesto.

La de 24 V proporciona alimentación a las unidades de Servo Driver, ya que lo requieren para el tratamiento de las señales de de control.

Por capacidad, podrían, si así se determinará, alimentar el módulo de entrada / salida digitales del PLC.

También alimenta el juego de transistores que elevan la señal proveniente de los encoder de los Servo Motores, para que sea entendida por el módulo de conteo.

La de 5 V alimenta los circuitos integrados ubicados en el módulo adaptador de señales: los drivers, y las puertas NOR.

3.2.1 Características de las Fuentes

- Fuente 24 V CC, 1 A



Figura 3 – 5 Fuentes de alimentación 24 V CC

Tensión de entrada	85 \Rightarrow 264 V ca
Tensión de salida	24 V cc
Corriente de salida	1 A
Potencia nominal	24 W
Número de salidas	1
Fase eléctrica	1
Tipo	Conmutada
Longitud	100 mm
Ancho	22.5 mm
Profundidad	90 mm
Dimensiones	100 x 22.5 x 90 mm
Temperatura mínima	- 20° C
Temperatura máxima	+ 70° C
Eficiencia	84%
Peso	0.19 Kg
Regulación de línea	\pm 1%
Rizado y ruido	150 mV pp
Regulación de carga	\pm 1%
MTBF	236900 horas

Tabla 3 -1 Fuentes de alimentación 24 V CC. Características

- Fuente 5 V CC, 2 A



Figura 3 – 6 Fuentes de alimentación 5 V CC

Tensión de entrada	85 => 264 V ca
Tensión de salida	5 V cc
Corriente de salida	2 A
Potencia nominal	10 W
Número de salidas	1
Fase eléctrica	1
Tipo	Conmutada
Longitud	100 mm
Ancho	22.5 mm
Profundidad	90 mm
Dimensiones	100 x 22.5 x 90 mm
Temperatura mínima	- 20° C
Temperatura máxima	+ 70° C
Eficiencia	76%
Peso	0.17 Kg
Regulación de línea	±1%
Rizado y ruido	80 mV pp
Regulación de carga	±5%
MTBF	584000 horas

Tabla 3 -2 Fuentes de alimentación 5 V CC. Características

3.3 Distribución de Corriente Continua

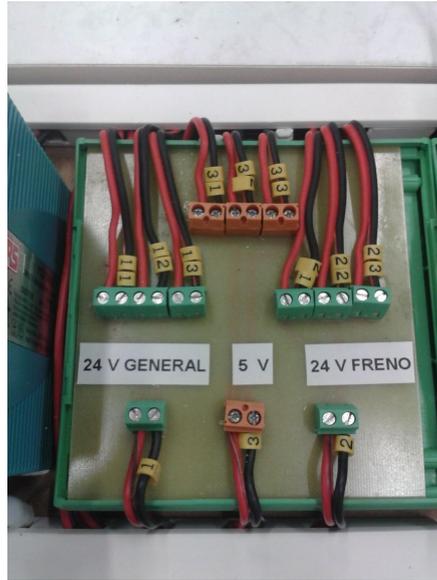


Figura 3 – 7 Módulo de distribución de corriente continua

La tensión continua proveniente desde cada una de las fuentes de alimentación se reparte a los tres módulos adaptadores de señal, en principio para cada uno de los tres Servo Driver posibles, que atienden cada uno de los ejes. También proporciona alimentación a la unidad que sirve para elegir el motor, que se está usando en cada momento.

Se utilizarán las salidas 1X (X = 1, 2, 3) y 3Y (Y = 1, 2, 3), para alimentar los módulos de adaptación de señales. De la toma 13 se alimentará el módulo de elección de motor.

Las salidas 2Z (Z=1, 2, 3) de la fuente 24V FRENO, no se utilizarán hasta que se use un motor con freno eléctrico. En el caso de que no se utilice dicho tipo de freno, queda esta de 24 V, como repuesto.

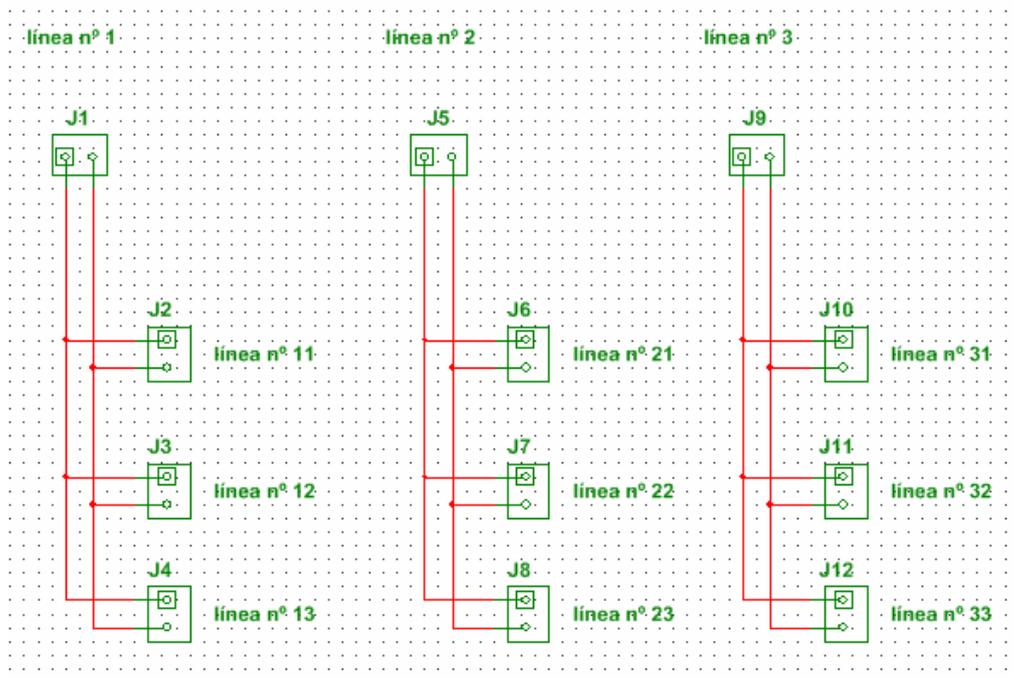


Figura 3 – 8 Módulo de distribución de corriente continua. Esquemático

3.3.1 Relación de consumos de corriente continua que proporcionarán las fuentes.

Fuente de 5 V CC

Módulo	Elemento	Cantidad	Tensión	Consumo/elemento	Total
Adaptador de señales nº 1	Integrados	3	5 V cc	32 mA	96 mA
	Led	1	5 V cc	5 mA	5 mA
Subtotal					101 mA
Adaptador de señales nº 2	Integrados	3	5 V cc	32 mA	96 mA
	Led	1	5 V cc	5 mA	5 mA
Subtotal					101 mA
Adaptador de señales nº 3	Integrados	3	5 V cc	32 mA	96 mA
	Led	1	5 V cc	5 mA	5 mA
Subtotal					101 mA
TOTAL					303 mA

Tabla 3 -3 Fuentes de alimentación 5 V CC. Consumos soportados

Fuente de 24 V CC USO GENERAL

Módulo	Elemento	Cantidad	Tensión	Consumo/elemento	Total
Elección de motor	relé	7	24 V cc	8,3 mA	58,1 mA
	Led	2	24 V cc	5 mA	10 mA
Subtotal					68,1 mA
Adaptador de señales nº 1	Transistores	3	24 V cc	24 mA	72 mA
	RUN	1	24 V cc	5 mA	5 mA
	Led entrada	1	24 V cc	5 mA	5 mA
	Led alarma	1	24 V cc	5 mA	5 mA
	Alarma	1	24 V cc	5 mA	5 mA
Subtotal					92 mA
Adaptador de señales nº 2	Igual que anterior				92mA
Adaptador de señales nº 3	Igual que anterior				92mA
TOTAL					344,1 mA

Tabla 3 -4 Fuentes de alimentación 24 V CC USO GENERAL. Consumos soportados

Fuente de 24 V CC FRENO

Módulo	Elemento	Cantidad	Tensión	Consumo/elemento	Total
Adaptador de	Led freno ent	1	24 V cc freno	5 mA	5 mA
	Led freno sal	1	24 V cc freno	5 mA	5 mA
	Freno	1	24 V cc freno	250 mA	250 mA
TOTAL					260 mA

Tabla 3 -5 Fuentes de alimentación 24 V CC FRENO. Consumos soportados

En el caso de la fuente de 5 V cc el consumo de 303 mA, está muy por debajo de la corriente máxima de salida de la fuente, que es de 2 A.

Para la fuente de 24 V cc FRENO, puede incluso abastecer a tres motores con freno eléctrico, ya que la corriente máxima de salida es de 1 A. Sólo se cuenta con un motor con freno, y en la actualidad no está integrado, por lo que la fuente podría quedar como repuesto de la de 24 V cc USO GENERAL.

La fuente de 24 V cc USO GENERAL, aporta 344,1 mA, muy por debajo de la corriente máxima de salida que es 1 A.

Puede incluso suministrar corriente a la tarjeta de entrada / salida del PLC, que es la que proporciona los 24 V cc, para la activación de los relés, del módulo adaptador de señales, y del módulo de elección de motores.

Se necesita: 1 relé por el módulo de elección de motores

4 relés por módulo adaptador de señales (3)

Total mando relés = $(1 + 4 + 4 + 4) * 8,3 \text{ mA} = 107,9 \text{ mA}$

Sumados a los 344,1 mA antes determinados:

TOTAL FUENTE 24 V CC USO GENERAL = 452 mA.

Por debajo de la corriente máxima de salida que es de 1 A

3.4 Módulo de Elección de Motor

Debido a que se cuenta con un solo módulo de entradas/salidas digitales, en el PLC, se hace necesario, el poder redirigir las señales de control, bien hacia la unidad de Servo Driver nº 1 o bien a la nº 2.

Esta función la realiza el módulo de elección de motor.

Cuenta con una entrada de la señal de control, alimentación eléctrica 24 V CC y un conjunto de relés, que redireccionan las señales provenientes del PLC, hacia uno de los dos Servos.

El módulo está compuesto por dos tarjetas: una superior y otra inferior.

En la superior se encuentran unos leds de señalización, que indican a que motor van dirigidas las señales, además de los relés que direccionan las señales, que entran o salen de la tarjeta de entrada / salidas digitales del PLC.

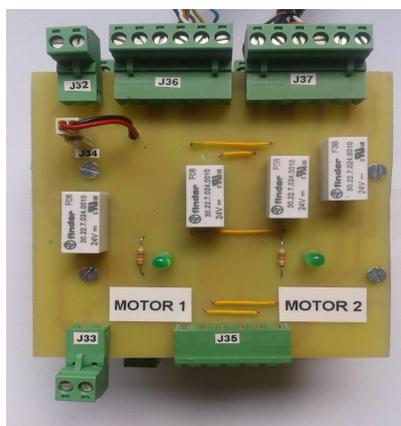


Figura 3 – 9 Módulo de elección de motor (superior)

En la tarjeta inferior se encuentran los elementos que direccionan las señales que entran y salen del módulo de conteo del PLC, es decir el pulso que necesita el Servo Driver como señal de dirección, y las señales que envía el encoder asociado al Servo Motor.

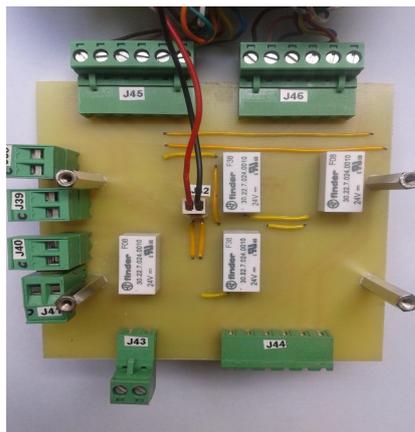
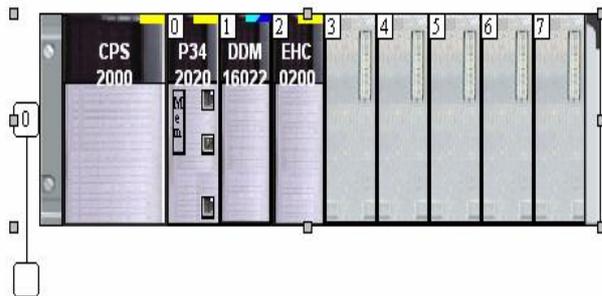


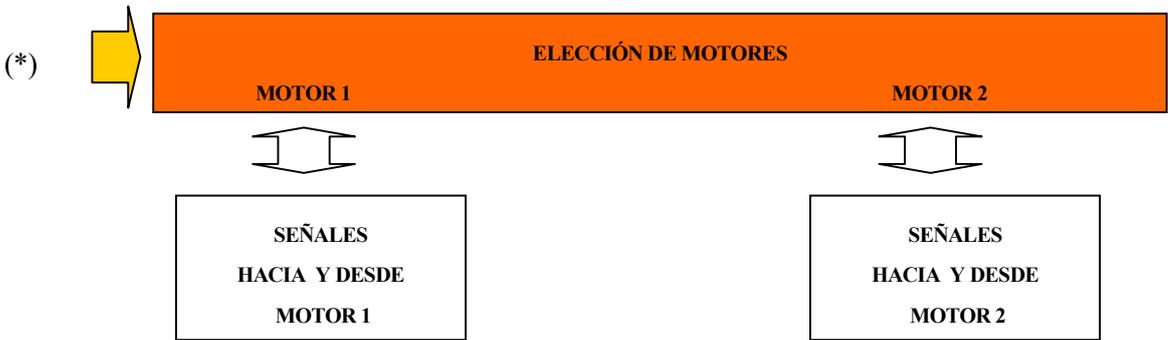
Figura 3 – 10 Módulo de elección de motor (inferior)



MÓDULO DE ENTRADAS / SALIDAS DIGITALES	
ENTRADAS	SALIDAS
CW	RUN
CCW	INVERSIÓN DE GIRO (INV)
HOME	RESET MOTOR SALIDA
PARAR	MOTOR 2 => (*)
ALARMA MOTOR	
FC0	
RESET MOTOR ENT	
FC1	

MÓDULO DE CONTEO	
GENERADOR DE PULSOS	LECTOR PULSOS DE ENCODER

ADAPTADOR DE SEÑALES	
SEÑALES HACIA EL SERVO (RUN, 24V, RESET ALARMA, CW, CCW, FRENO)	(PULSOS ENCODER, ALARMAS)



3.5 Módulo Adaptador de Señales

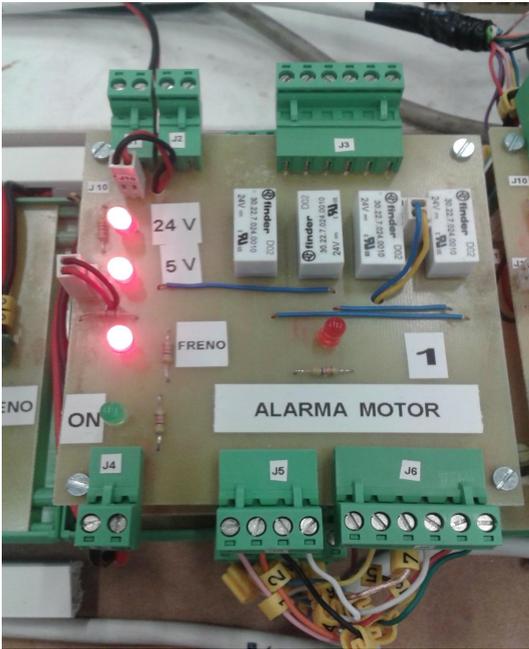


Figura 3 – 11 Módulo adaptador de señales (superior)

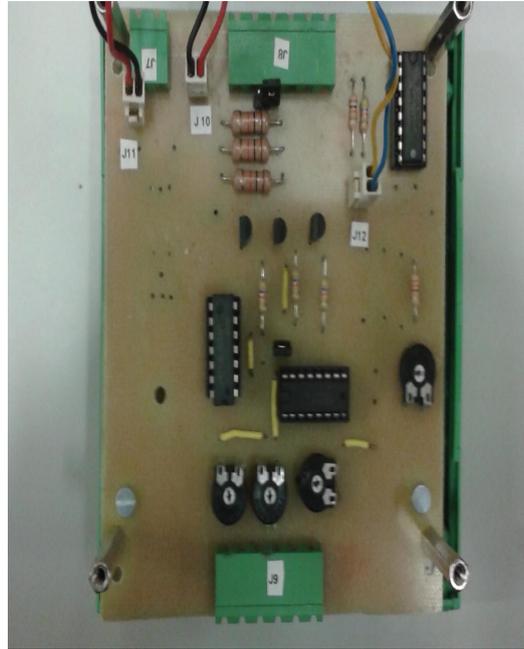


Figura 3 – 12 Módulo adaptador de señales (inferior)

El primer inconveniente con el que se cuenta es la necesidad de adaptar las señales de entrada/salida del PLC, 24 V CC, a las señales TTL, que requieren las unidades de Servos.

Esta circunstancia se da en los dos sentidos: desde el PLC al Servo, y viceversa.

Por otra parte se cuenta con un único generador de pulsos en el PLC, en el módulo de conteo, que tiene que poder lanzar los pulsos para que el motor gire, bien en un sentido, o en el contrario.

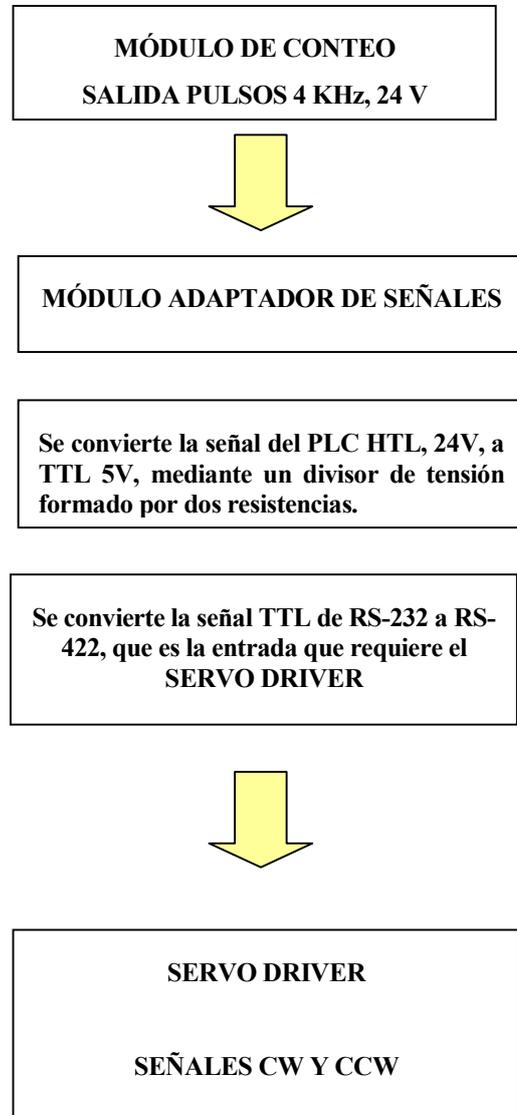
Además, para que el motor pueda moverse es necesario liberar el freno eléctrico, en el caso de que lo tenga.

Así mismo hay que predisponer el motor para su funcionamiento, cuando sea necesario, evitando que esté magnetizado durante largos periodos de tiempo, aún cuando no se esté utilizando, lo que reduciría la vida útil del motor.

Adicionalmente el Servo propaga una señal de alarma del motor. Esta alarma es urgente e impide el movimiento del motor. El encaminamiento de la orden se hace desde esta tarjeta, así como el reseteo de esta alarma, al transmitir una tierra hacia la unidad de Servo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

ADAPTACIÓN SEÑAL DE SALIDA DEL MÓDULO DE CONTEO



El módulo de conteo del PLC, mediante programación software, que se detallará en la sección correspondiente, es capaz de generar una señal cuadrada de máximo 4 KHz, con un 50% de ciclo de trabajo.

Esta señal tiene una amplitud de 24 V.

Sin embargo el Servo driver, según las especificaciones del fabricante, espera una señal TTL, para el control del giro del motor.

Por la configuración del Servo Driver elegida, las señales que se esperan son:

Logic	Bits			Input factor	Command pulse mode	Input pins	Forward motor commands	Reverse motor commands
	5	4	3					
0	0	1	---	Reverse pulse and forward pulse	1: +CW 2: -CW 3: +CCW 4: -CCW			

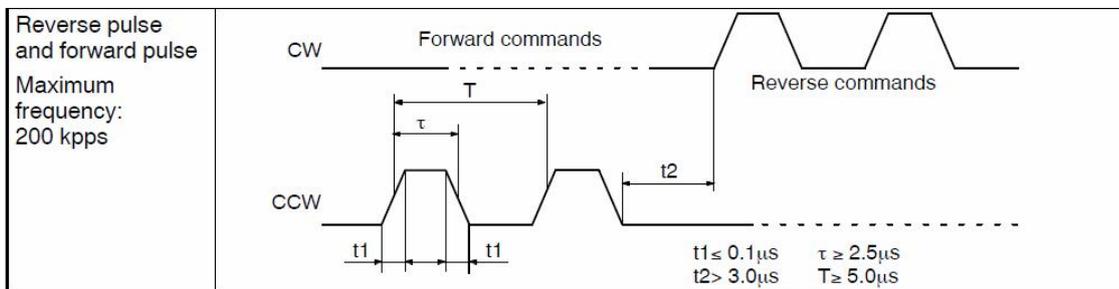


Figura 3 – 13 Pulsos de control recibidos en el Servo Driver

En primer lugar se reduce el nivel de la señal de 24 V de amplitud, a uno comprendido ente 3,3V y 5V, aproximadamente. Para ello se utiliza un divisor de tensión, formado por dos resistencias R12 y R13. Esta señal atacará el driver AM26LS31CD, obteniéndose una señal RS-422 en el conector J12 “pwm”.

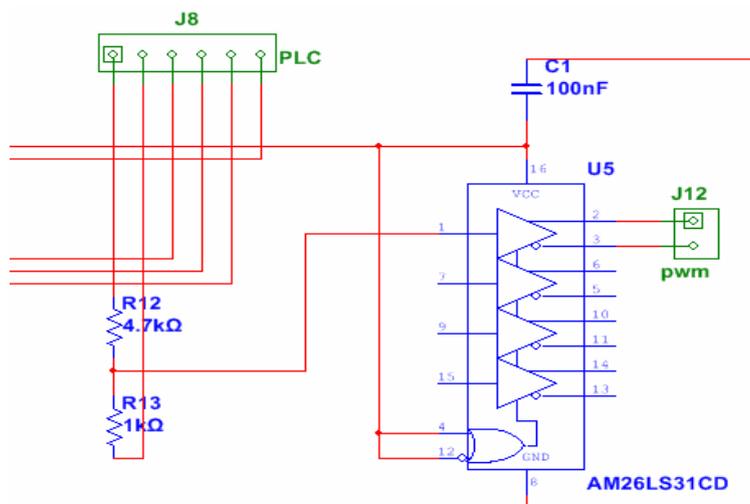


Figura 3 – 14 Adaptador de señales. Transmisión hacia el Servo Driver

$V_o = V_i R_{13} / (R_{12} + R_{13}) = 4,2 \text{ V}$ aproximadamente.

$V_i = 24 \text{ V}$

$R_{12} = 4,7 \text{ KOhm}$

$R_{13} = 1 \text{ KOhm}$

Posteriormente esta señal pasará por el relé U2 “INV GIRO”, gobernado por la salida digital “INV” del PLC, encaminando la señal bien a la entrada “CW” del Servo, o a la entrada “CCW” del mismo, girando en un sentido, o en el contrario.

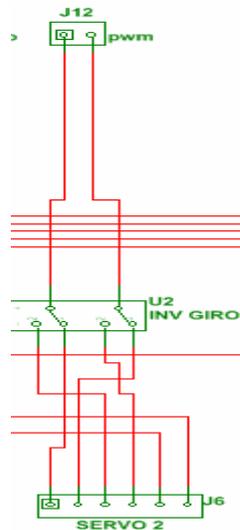


Figura 3 – 15 Inversión de Giro

Esta señal cumple con los requisitos indicados por el fabricante OMRON, para el caso de que se elija un driver como elemento de transmisión.

Line-driver Input

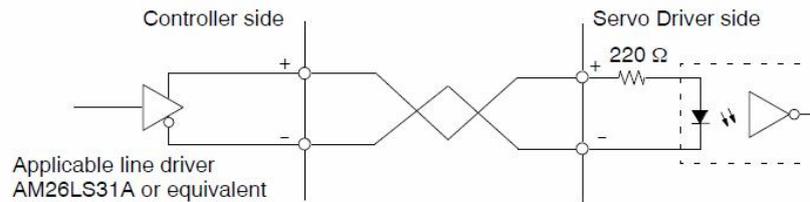
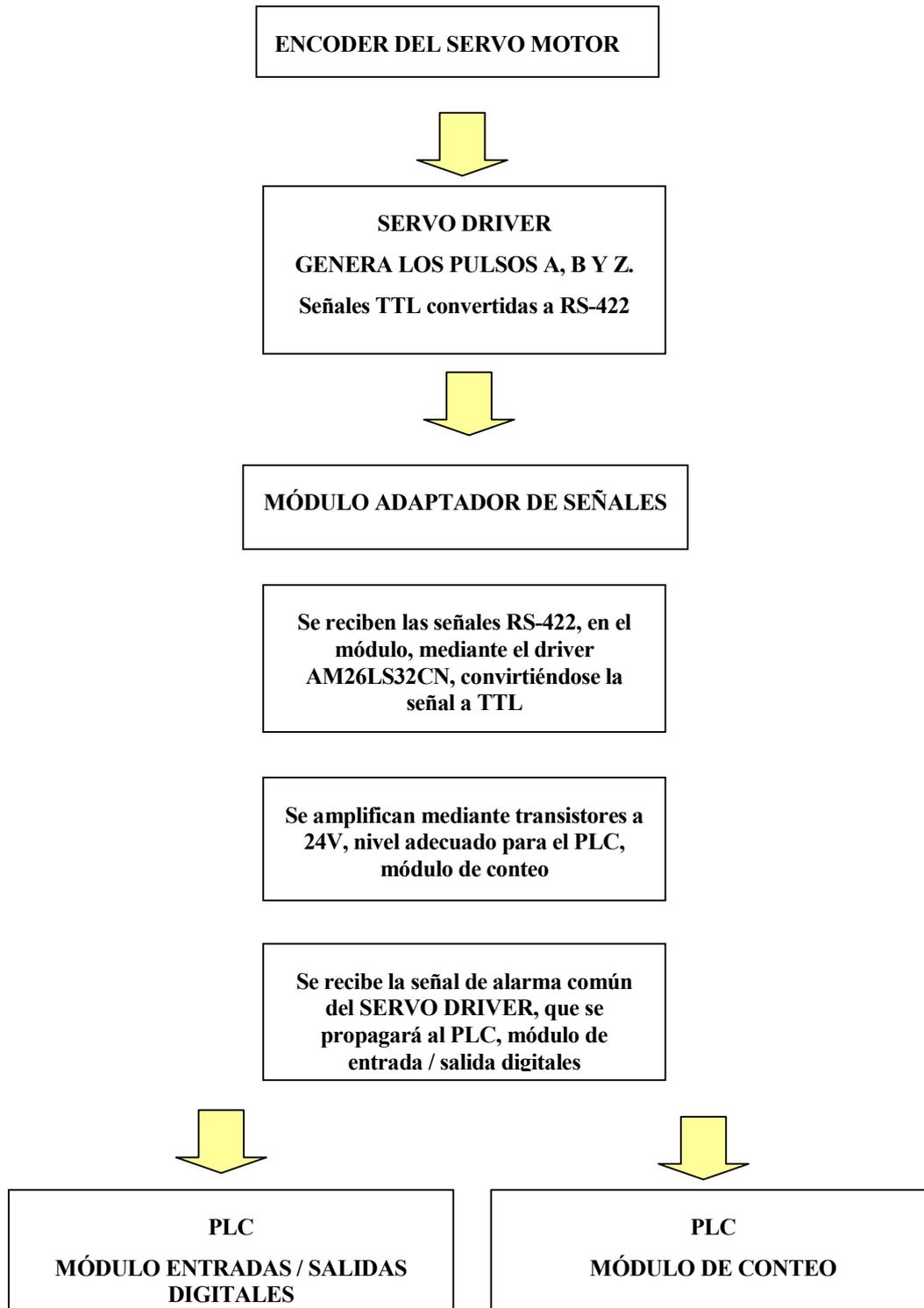


Figura 3 – 16 Adaptador de señales. Transmisión hacia el Servo Driver (2)

ADAPTACIÓN SEÑAL DE ENTRADA DEL MÓDULO DE CONTEO



Las señales del encoder, que se generan en el Servo Driver, son del tipo TTL.

• **Output Phase (When Encoder Divider Rate Setting is 2,048)**

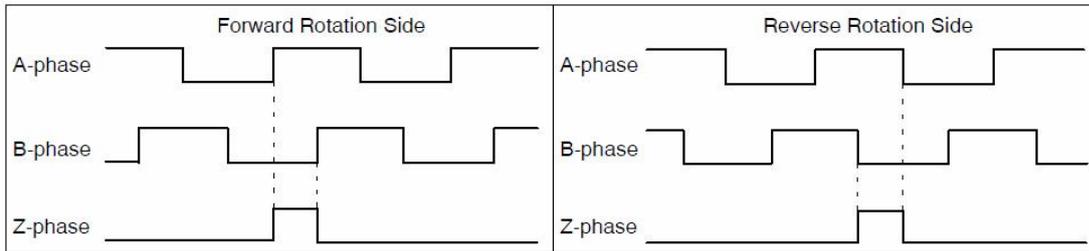


Figura 3 – 17 Adaptador de señales. Señales generadas por el encoder

Estas señales se transmiten desde el Servo Driver, después de haber sido adaptadas por un driver de línea.

• **Output Circuit and Receiving Circuit**

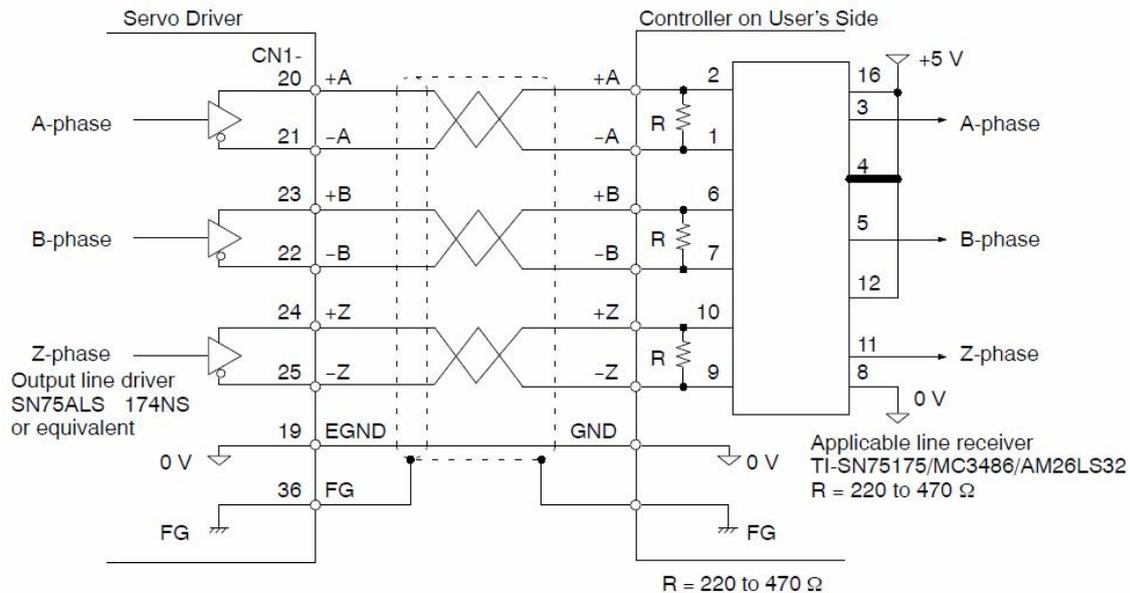


Figura 3 – 18 Adaptador de señales. Señales generadas por el encoder (2)

Se ha elegido, para recibir estas señales, el driver AM26LS32CN, pareja del que se ha usado en la señal de transmisión (sentido PLC => Servo Driver) el AM26LS31.

Siguiendo las indicaciones del fabricante del integrado, estas señales se equalizan mediante resistencias (R, en el gráfico precedente). En nuestro caso se han dispuesto unos potenciómetros de 500 Ohmios.

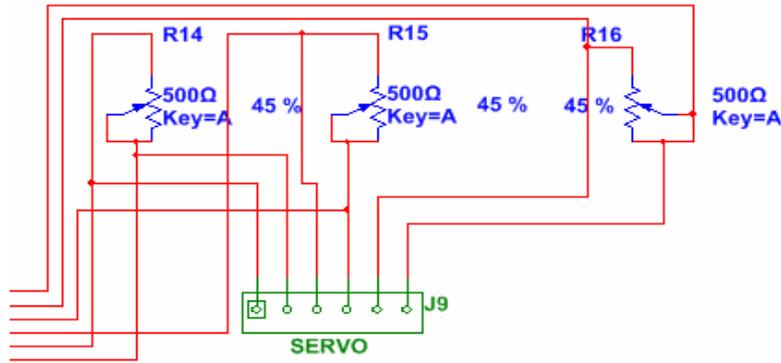


Figura 3 – 19 Adaptador de señales. Recepción de señales del Servo Driver

El valor de ajuste estará en función de la distancia que existe entre el integrado emisor, en el interior del Servo, y el integrado receptor, en el Módulo de Adaptación.

Se ha ajustado a 220 Ohmios.

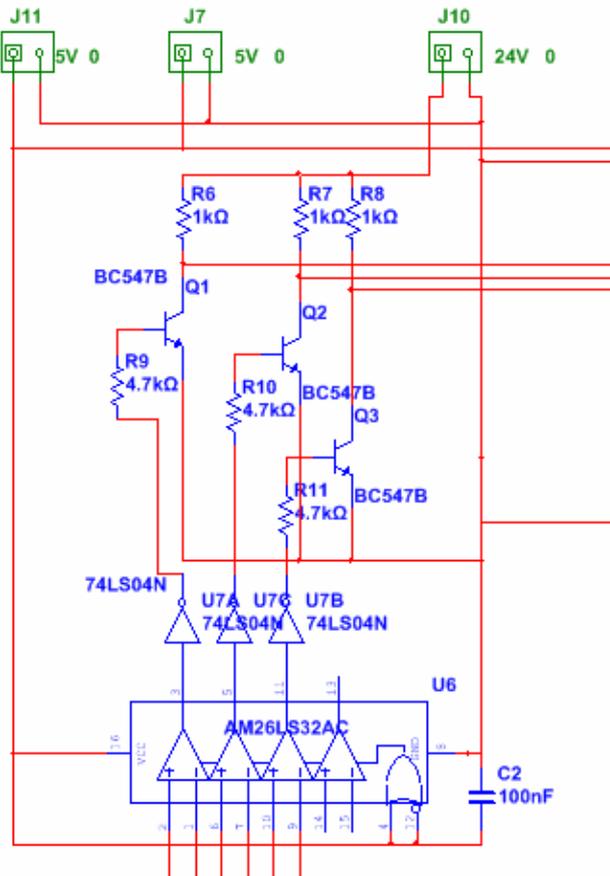


Figura 3 – 20 Adaptador de señales. Adaptación de señales del Servo Driver

A la salida del integrado se tiene una señal TTL. Sin embargo, se necesita que el nivel sea de 24 V, ya que el Módulo de Conteo del PLC lo requiere.

Se ha usado un conjunto de tres transistores, para las señales A, B y Z, que las elevan, hasta los 24 V requeridos.

Al ser una configuración de amplificador-inversor, se ha dispuesto una puerta NOT, entre el driver y el

transistor. De esta forma, a la salida del transistor, una vez amplificada, mantendrá la misma polaridad, que la señal recibida desde el Servo Driver. Si no se hubiera actuado así, estaría invertida.

El transistor empleado es el BC547, de propósito general y de fácil adquisición, al ser muy usado en multitud de proyectos electrónicos.

Con la red de polarización usada, se ajusta para trabajar en régimen de saturación, de tal forma que cuando se reciba la señal de entrada en, por ejemplo R9, el transistor Q1 conducirá, teniendo prácticamente 0 V en el colector. En ausencia de tensión de entrada, en la salida tendremos la tensión de colector, en este caso 24 V, proporcionados a través de resistencias de 1 W (R6 para Q1).

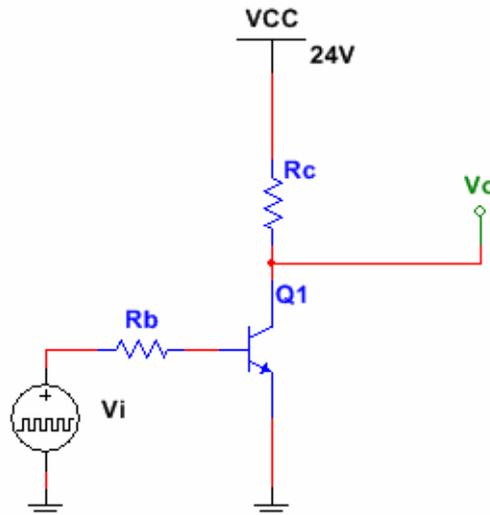


Figura 3 – 21 Adaptador de señales. Amplificación de señales del Servo Driver

En la zona de saturación se dan una serie de circunstancias particulares:

- La tensión colector-emisor es de aproximadamente 0,2 V.
- La tensión base-emisor es de aproximadamente 0,7 V (de las características del transistor)
- Para asegurar que el componente está en saturación, se hace $I_b = I_c \text{ sat} / 20$.

$$I_c \text{ sat} = V_{cc} / R_c \Rightarrow I_b = V_{cc} / 20R_c$$

$$V_i = (I_b R_b) + V_{be} \Rightarrow R_b = (V_i - V_{be}) / I_b$$

Sustituyendo por sus valores se tiene que:

$$R_b = (5 - 0,7) / (24 / (20R_c)) = (4,3 \times 20) R_c / 23,8 \sim 3,61 R_c$$

$$\text{Se hace } R_b = 1000 \text{ Ohms} \Rightarrow R_c = 3,61 \text{ Ohms}$$

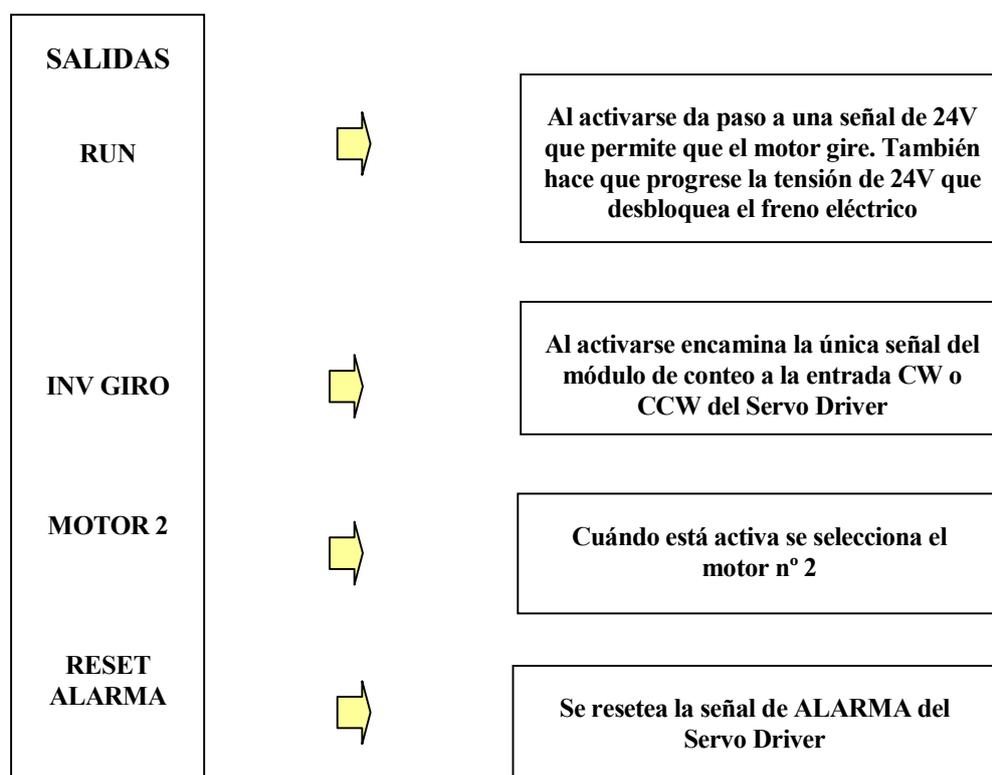
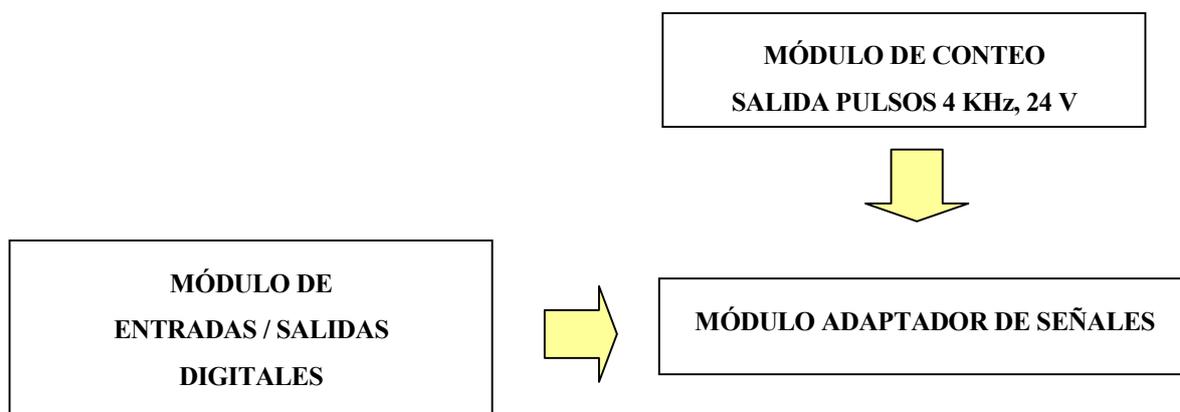
Se hace $R_c = 4700 \text{ Ohms}$ para asegurar que el transistor esta en saturación.

Para esos valores la potencia disipada será:

$$\text{Potencia disipada en "c"} = P_c. \quad P_c = (24 - 0,2)^2 / 1000 = 0,566 \text{ W} \Rightarrow \text{Se elige una resistencia de 1 W}$$

$$\text{Potencia disipada en "b"} = P_b. \quad P_b = (5 - 0,7)^2 / 4700 = 4 \text{ mW} \Rightarrow \text{Se elige una resistencia de } 1/4 \text{ W}$$

SEÑALES AUXILIARES



La señal **INV GIRO** de las salidas del módulo de entradas / salidas del PLC encamina la señal que genera el módulo de conteo (4KHz) hacia la entrada correcta del Servo Driver. Es así ya que no se cuenta con dos salidas, sino sólo con una.

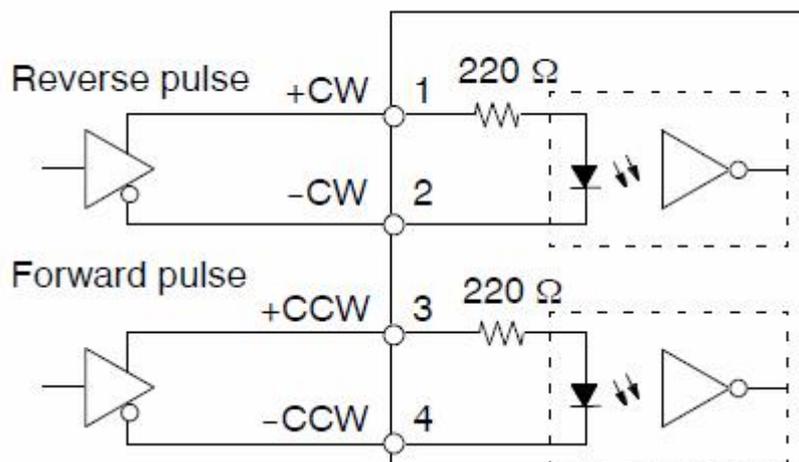


Figura 3 – 22 Servo Driver. Pulsos de Control. Pines

Si se la encamina hacia los pines 1 y 2 de la regleta auxiliar del Servo, girará en un sentido, y si se encamina hacia los pines 3 y 4 girará en el contrario.

En el caso de la señal **RUN** habilitará el motor para el giro. De esta forma no tiene que estar constantemente el motor magnetizado, alargando la vida del mismo. En el caso de que cese esta señal el motor dejaría de funcionar, por lo que también es un elemento de seguridad añadido.

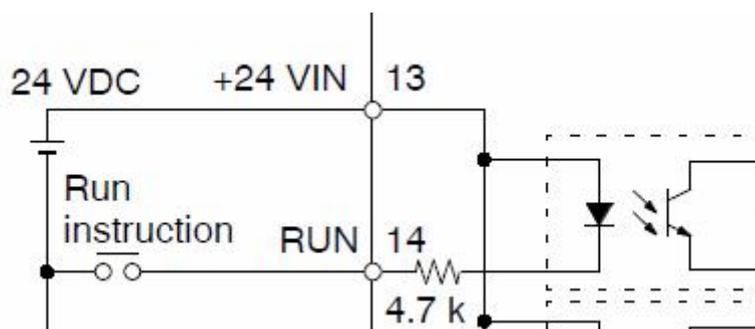


Figura 3 – 24 Servo Driver. Señal RUN. Pines

La señal **RESET ALARMA** provoca la desaparición de la señal de **ALARMA**, siempre que hayan desaparecido los hechos que la causan. Si no es así, persistirá.

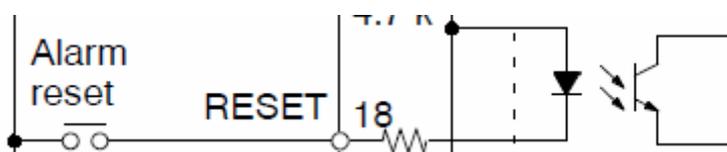


Figura 3 – 25 Servo Driver. Señal RESET ALARMA. Pines

En el sentido contrario se trata la señal de **ALARMA**. Esta señal es, en realidad, una concentración de alarmas, o alarma común.

Para determinar que hecho concreto es el causante debemos de consultar la aplicación de configuración y operación del Servo Driver, en donde aparecerá de forma detallada,

Pasará a formar parte de un histórico de alarmas.

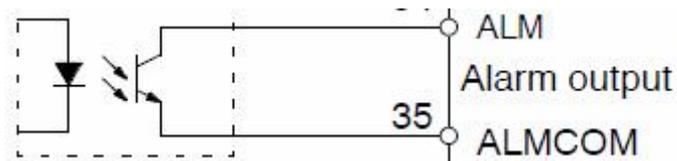
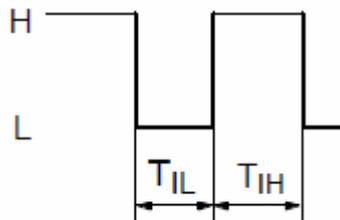


Figura 3 – 26 Servo Driver. Señal ALARMA. Pines

RESUMEN DE SEÑALES QUE INTERVIENEN EN LA GESTIÓN DEL CONJUNTO SERVO DRIVER – SERVO MOTOR

SEÑALES GENERADAS EN EL MÓDULO DE CONTEO DEL PLC M340

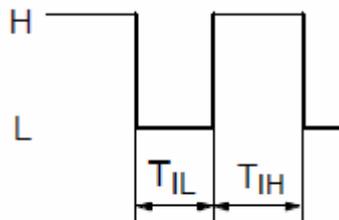


$$T_{IL}, T_{IH} = 250 \mu s$$

(4 kHz, 24 V)

SEÑALES DE ENTRADA EN EL SERVODRIVER OMRON

Orden de GIRO



$$T_{IL}, T_{IH} > 2,5 \mu s$$

(TTL procedente de driver de línea, 6 mA / 3 V)

Orden RUN, RESET ALARMA

24 V cc / 5 mA

SEÑALES DE SALIDA DESDE EL SERVODRIVER OMRON

ALARMA 30 V cc / 50 mA

A, B, Z Salida a través del driver de línea. Señal RS422. De 16 a 2048 pulsos por vuelta.

SEÑALES DE ENTRADA EN EL MÓDULO DE CONTEO DEL PLC M340

A, B, Z Señal de frecuencia máxima 60 kHz. Tensión de entrada 24 V.

CONECTORES Y CABLEADO DEL MÓDULO DE ADAPTACIÓN DE SEÑALES.

CABLE SERVO - MÓDULO ADAPTACIÓN DE SEÑALES				
ORIGEN			DESTINO	
NOMBRE SEÑAL	PIN	COLOR	CONECTOR	PIN
REGLETA AUX SERVO			MÓDULO ADAPTADOR DE SEÑALES	
ALA	34	Rosa	J5	1
ALCOM	35	Naranja	J5	2
EGND	19	Negro	J5	3
RESET ALARMA	18	Blanco	J5	4
CW +	1	Marrón	J6	1
CW -	2	Amarillo	J6	2
CCW +	3	Transparente	J6	3
CCW -	4	Gris claro	J6	4
+ 24V	13	Rojo	J6	5
RUN	14	Verde	J6	6
A +	20	Crema	J9	1
A -	21	Celeste	J9	2
B +	23	Gris	J9	3
B -	22	Azul	J9	4
Z +	24	Verde claro	J9	5
Z -	25	Violeta	J9	6

Tabla 3 -6 Cable Módulo adaptador de señales – Servo Driver

CABLE PLC – MÓDULO ELECCIÓN DE MOTOR				
ORIGEN			DESTINO	
NOMBRE SEÑAL	PIN	COLOR	CONECTOR	PIN
MÓDULO ENTRADA SALIDAS DIGITALES PLC			MÓDULO ELECCIÓN DE MOTORES	
COMÚN NEGATIVO	19	Blanco	J35	1
INVERSIÓN DE GIRO	12	Naranja	J35	2
RUN	11	Verde	J35	3
RESET ALARMA	13	Transparente	J35	4
ALARMA	5	Negro	J35	5
COMÚN POSITIVO	10	Gris	J35	6
MOTOR 2 (+)	14	Verde claro	J33	1
MOTOR 2 (-)	19	Blanco crema	J33	2
FC 0	6	Blanco sucio	J43	1
FC 1	8	Celeste	J43	2
MÓDULO DE CONTEO			MÓDULO ELECCIÓN DE MOTORES	
PWM+	6	Amarillo	J44	1
PWM-	10	Azul	J44	2
A	3	Rojo	J44	3
B	9	Violeta	J44	4
Z	4	Rosa	J44	5
EGND	5	Marrón	J44	6

Tabla 3 -7 Cable Módulo elección de motor - PLC

CABLE MÓDULO ELECCIÓN DE MOTOR – MÓDULO ADAPTACIÓN DE SEÑALES						
MOTOR	NOMBRE SEÑAL	CONECTOR	PIN	COLOR	CONECTOR	PIN
		MOD ELECCIÓN MOTOR			MOD ADAPATACIÓN SEÑALES	
1	COMÚN NEGATIVO	J36	1	Blanco	J3	1
1	INVERSIÓN DE GIRO	J36	2	Naranja	J3	2
1	RUN	J36	3	Verde	J3	3
1	RESET ALARMA	J36	4	Transparente	J3	4
1	ALARMA	J36	5	Negro	J3	5
1	COMÚN NEGATIVO	J36	6	Gris	J3	6
2	COMÚN NEGATIVO	J37	1	Blanco	J3	1
2	INVERSIÓN DE GIRO	J37	2	Naranja	J3	2
2	RUN	J37	3	Verde	J3	3
2	RESET ALARMA	J37	4	Transparente	J3	4
2	ALARMA	J37	5	Negro	J3	5
2	COMÚN NEGATIVO	J37	6	Gris	J3	6
1	PWM +	J45	1	Amarillo	J8	1
1	PWM -	J45	2	Azul	J8	2
1	A	J45	3	Rojo	J8	3
1	B	J45	4	Violeta	J8	4
1	Z	J45	5	Rosa	J8	5
1	EGND	J45	6	Marrón	J8	6
2	PWM +	J46	1	Amarillo	J8	1
2	PWM -	J46	2	Azul	J8	2
2	A	J46	3	Rojo	J8	3
2	B	J46	4	Violeta	J8	4
2	Z	J46	5	Rosa	J8	5
2	EGND	J46	6	Marrón	J8	6

Tabla 3 -8 Cable Módulo elección de motor – Módulo adaptador de señales

3.6 Mando Auxiliar



Figura 3 – 27 Mando Auxiliar

Con este elemento se tiene la posibilidad de manejar el servomotor sin tener que tener conectado el PC.

Tiene que estar cargada en el PLC dicha aplicación, y estar ejecutándose.

El mando se conecta directamente al módulo de entrada / salidas digitales del PLC. Tiene 6 botones, con las siguientes funcionalidades:

Nombre	Color botón	PIN PLC	Función	Color hilos
IN	Negro	2	CCW	Blanco
OUT	Negro	1	CW	Amarillo
HOME	Azul	3	HOME	Verde
RESET	Rojo	8	RESET MOTOR	Marrón
FC 0	Interruptor	NO SE USA	FC 0	Rojo
FC 1	Interruptor	NO SE USA	FC 1	Azul
Común	-	11	Alimentación	Negro

Tabla 3 -9 Cable Mando auxiliar – PLC

IN: mientras que está pulsado, el motor gira acercando el extremo del actuador mecánico, al punto 0.

OUT: mientras que está pulsado, aleja el extremo del actuador, del punto 0.

HOME: cuando se pulsa, el motor girará acercando el extremos del actuador al punto 0, hasta que se llegue al final de carrera 0.

RESET: en el caso de que se active la alarma del servodriver, pulsando este botón, se puede resetear. Solo será efectiva si la razón por la que apareció ha desaparecido.

FC 0; FC 1: simula el final de carrera 0, y otro final de carrera, al que llamamos 1.

Al llegar al FC 0 se impide que el servomotor siga girando en el sentido CW, pero no en el sentido contrario. Cuando se activa el FC 1, ocurre justo lo contrario, pudiendo girar en el sentido CW, pero no en el CCW. En definitiva, en este último caso se impide el avance, y en el anterior el retroceso.

3.7 Seta de Emergencias



Figura 3 – 28 Mando Auxiliar

Este interruptor tiene la finalidad de detener el giro del motor. Al tener un mecanismo de retención, hasta que no se libere el mismo, no se podrá maniobra de nuevo.

Se conecta a la entrada nº 3 del módulo de entradas / salidas digitales del PLC.

4 APLICACIÓN PARA PRUEBAS

Se ha desarrollado una aplicación para poder probar el funcionamiento de los elementos que forman el Proyecto, mediante el software “UNITY PRO XL”, de Schneider Electric, fabricante del PLC.

Consiste en la generación de una Pantalla de Operador, desde donde se podrá elegir entre una opción “MANUAL”, y otra “AUTOMÁTICA”

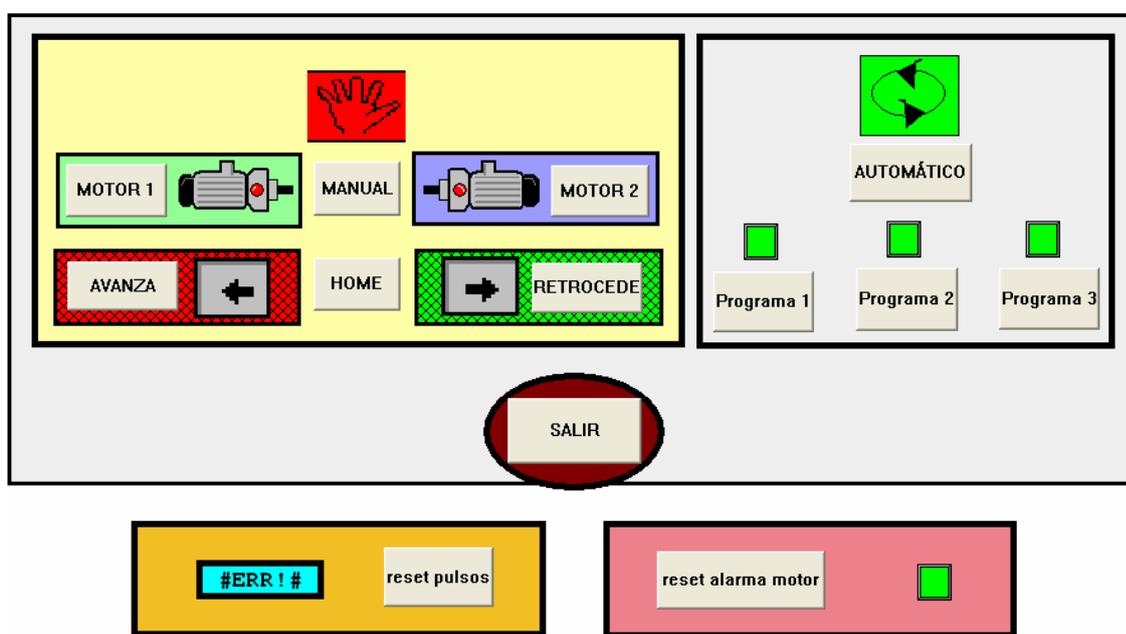


Figura 4 – 1 Pantalla de Operador

En la opción “MANUAL”, desde esta Pantalla de Operador, se dirigirán los movimientos de los motores (2).

Se puede elegir entre el motor 1, y el motor 2, haciendo que avancen o que retrocedan. (Giro en un sentido, o en el contrario)

También es posible ordenar ir a la posición 0 (origen), mediante el pulsador “HOME”.

En la “AUTOMÁTICA”, se puede elegir entre tres variantes, llamadas “Programa 1”, “Programa 2” y “Programa 3”.

En “Programa 1” los motores girarán hasta llegar a los finales de carrera, dispuestos en cada uno de los dos ejes. Una vez que llegan, retrocederán hasta la posición de **Inicio**.

En primer lugar lo hará el motor 1, y en segundo lugar, el motor 2.

En “Programa 2”, en vez de llegar hasta el final de carrera, solo llegarán hasta el lugar que se programe, mediante las variables “x1” e “y1”. (“x1” para el motor 1, e “y1” para el motor 2). A continuación vuelven a la posición de **Inicio**.

En realidad estas variables indican el número de pulsos que se recibirán desde el encoder, y que se corresponderán con una posición del motor.

En “Programa 3”, pasará por las posiciones “x1”, “y1”, y luego avanzará a las posiciones “x2”, “y2”, para el motor 1 y 2 respectivamente. Seguidamente ambos motores volverán a la posición de **Inicio**.

Al no contar nada más, que con una tarjeta generadora de pulsos, los movimientos se realizarán alternativamente, para un motor primero, y luego para el otro, nunca simultáneamente.

Válido para las dos opciones, “**MANUAL**” y “**AUTOMÁTICA**”, se encuentra el pulsador (“**SALIR**”), para volver al inicio de la aplicación.

También se encuentra un cuadro de texto, en donde se reflejan los pulsos enviados por el encoder. Está acompañado por un pulsador (“**reset pulsos**”), que pone a cero, dicho contador.

En caso de aparecer una alarma del Servo Motor, un indicador luminoso pasará de verde a rojo. Se tiene la opción de resetar la alarma pulsando en “**reset alarma motor**”. Dependiendo del origen de dicha alarma, será necesario o no, un reset completo del Servo Driver (desconexión de la alimentación hasta descargar los condensadores)

Para llegar hasta la consecución de esta Pantalla, en primer lugar es necesario configurar el PLC, tarea que consiste en añadir los elementos Hardware que van a utilizarse.

Una vez configurado estos elementos se procederá a la definición de las variables y elaboración de los programas que se van a utilizar.

Posteriormente se creará la Pantalla de Operador, que será el interfaz que se usa para la realización de las pruebas.

4.1 Configuración del PLC

4.1.1 Elementos de la Aplicación

Al iniciar el software UNITY, se abrirá un nuevo Proyecto.

Se seleccionará la familia (Modicon M340) y el procesador (BMX P34 2020)

Se pulsará dos veces en “Configuración”. En la ventana “Bus”, se seleccionará un slot, y se irá añadiendo elementos.

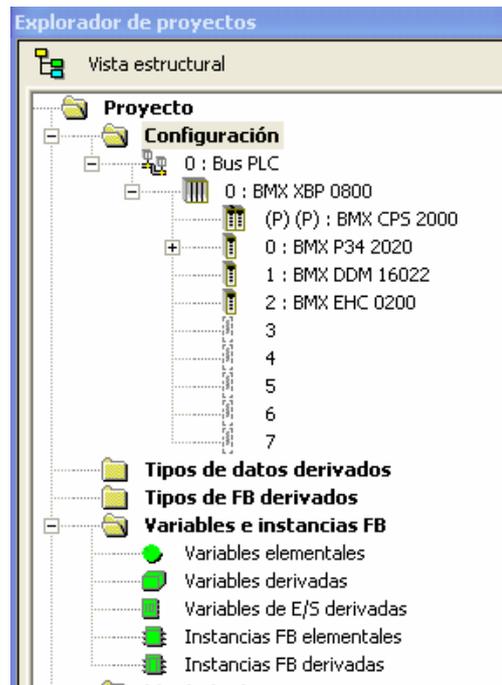


Figura 4 – 2 Explorador de Proyectos

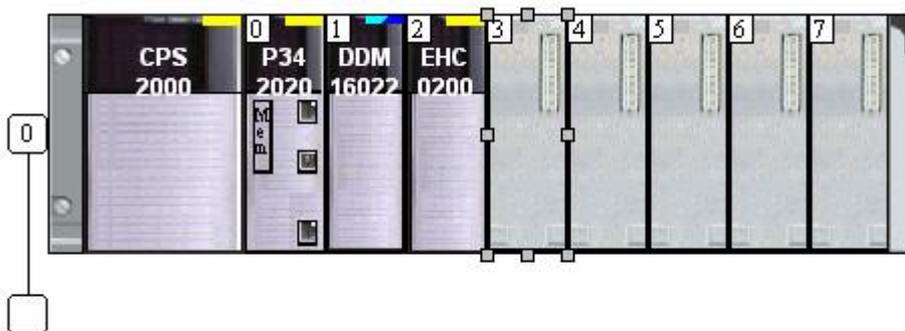


Figura 4 – 3 Esquemático M340 en Unity Pro

En este desarrollo se necesitará además de la fuente de alimentación y del procesador, elementos imprescindibles, las tarjetas BMX DDM16022, entradas y salidas digitales, y BMX EHC0200, módulo de conteo.

BMX DDM16022. Actuará sobre los relés de la interfase electrónica, permitiendo elegir: el motor a usar, el sentido de giro de los mismos, la orden de marcha y la activación del desbloqueo del freno eléctrico. Así mismo detectará las alarmas provenientes de los motores, las órdenes de giro desde el mando auxiliar y las activaciones de los finales de carrera.

BMX EHC0200. Proporcionará los pulsos necesarios para las órdenes al Servo Driver. También leerá los pulsos procedentes del encoder.

4.1.2 Configuración de los Elementos

Tanto en la fuente de alimentación BMX CPS 2000, como en el procesador BMX P34 2020, se dejará la configuración por defecto.

Como se ha indicado anteriormente, en cada slot vacante se elegirá el tipo de tarjeta que se colocará en el mismo.

La pantalla que aparecerá será la siguiente, y es en donde se elige entre las distintas posibilidades que ofrece el tipo de rack y procesador.

Dirección topológica:

Aceptar
Cancelar
Ayuda

Número de referencia	Descripción
Estación local Modicon M340	
Análogo	
Binario	
BMX DAI 1602	16 entradas digitales de común negativo de 24 V CA/24 V CC
BMX DAI 1603	16 entradas digitales de 48 VCA
BMX DAI 1604	16 entradas digitales de 120 VCA
BMX DAO 1605	16 salidas digitales de triac
BMX DDI 1602	16 entradas digitales de 24 VCC común positivo
BMX DDI 1603	16 entradas digitales de 48 VCC común positivo
BMX DDI 3202K	32 entradas digitales de 24 VCC común positivo
BMX DDI 6402K	64 entradas digitales de 24 VCC común positivo
BMX DDM 16022	8 entradas digitales de 24 VCC y 8 salidas transistor positivo
BMX DDM 16025	Relés de 8 entradas digitales de 24 VCC y 8 salidas
BMX DDM 3202K	16 entradas digitales de 24 VCC y 16 salidas transistor positivo
BMX DDO 1602	16 salidas digitales transistor común negativo
BMX DDO 1612	16 salidas digitales de común positivo de transistor
BMX DDO 3202K	32 salidas digitales transistor común negativo
BMX DDO 6402K	64 salidas digitales transistor común negativo
BMX DRA 0805	Relés de 8 salidas digitales con separación de potencial
BMX DRA 1605	Relés de 16 salidas digitales
Comunicación	
Conteo	
BMX EHC 0200	Contador genérico de 2 canales
BMX EHC 0800	Contador genérico de 8 canales
Movimiento	

Figura 4 – 4 Pantalla de elección de elementos de M340 en Unity Pro

4.1.2.1 BMX DDM 16022 (Módulo de entradas y salidas digitales)

En esta tarjeta no es necesaria ninguna configuración especial. Solo recordar que cuando está activo el indicador de “canal 0”, se ven los 8 primeros canales, que son de entrada:

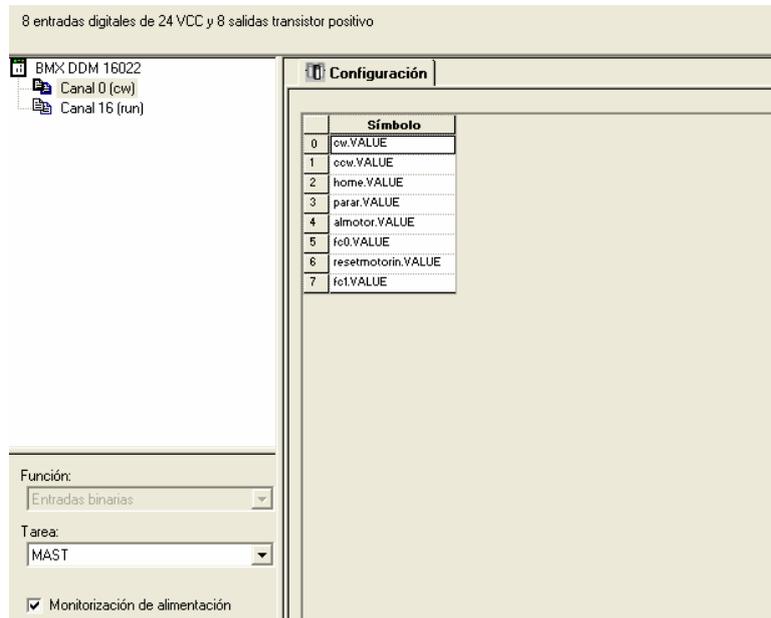


Figura 4 – 5 Pantalla de configuración de módulo de entrada / salidas digitales en Unity Pro. CH 0

Y cuando está activo el indicador de “canal 16” se ven los 8 segundos canales, que son los de salida:

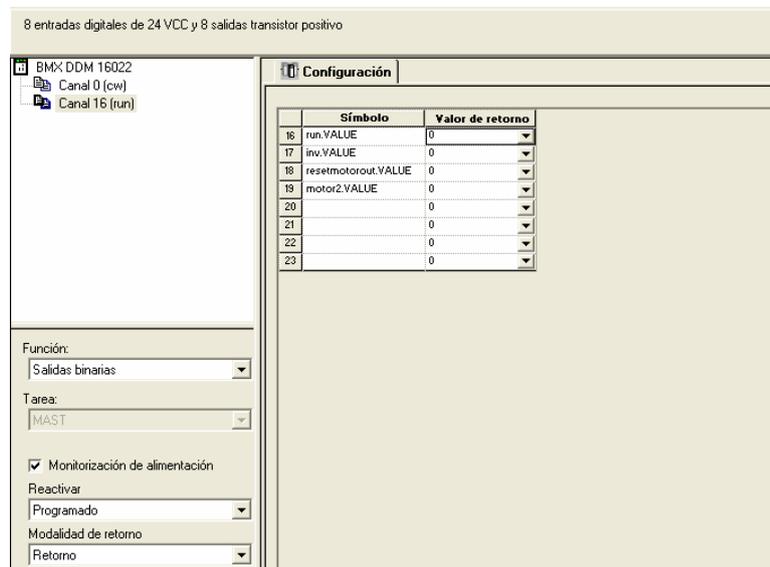


Figura 4 – 6 Pantalla de configuración del módulo de entrada / salidas digitales en Unity Pro. CH 16

Creación de variables

Si se hace clic sobre *BMX DDM 16022*, y a continuación, en la pestaña que aparece de *Objetos de E/S*, aparecerá la siguiente ventana:

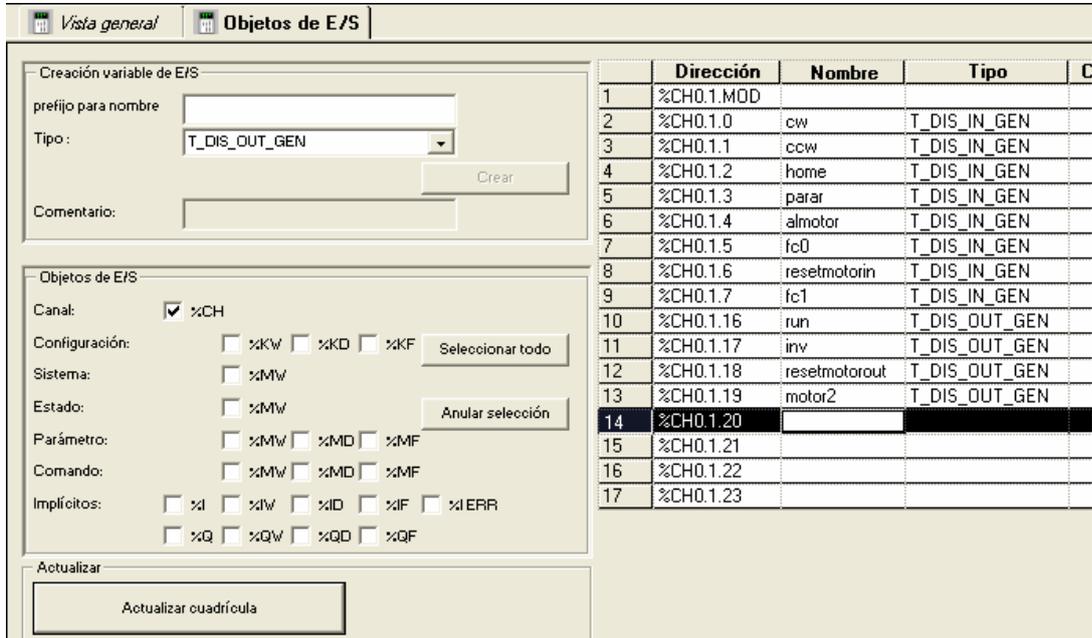


Figura 4 – 7 Pantalla de creación de variables en el módulo de entrada / salidas digitales en Unity Pro

Hay dos tipos de variables: “*T_DIS_OUT_GEN*” y “*T_DIS_IN_GEN*”, que se corresponden con los canales de salida y entrada, respectivamente.

Al posicionarse sobre un elemento vacante, p.ej. “*%CH0.1.20*”, en la casilla “*prefijo para variable*” se escribe el nombre otorgado a la variable, y posteriormente se hace clic en “*Crear*”.

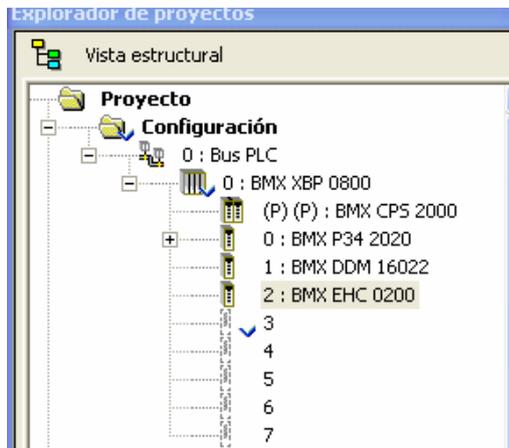
4.1.2.2 BMX EHC 0200 (Módulo de Conteo)

En esta tarjeta se generarán los pulsos que se envían a la tarjeta de interfase electrónica, y de aquí, a la unidad del Servo Driver.

También, en esta tarjeta, se cuentan los pulsos provenientes del encoder.

Por tanto se configurará de tal manera, que pueda realizar las dos acciones.

Al elegir la tarjeta en el slot que se considere oportuno, y pulsar sobre ella se tiene:



Pulsando, se obtiene la siguiente pantalla:

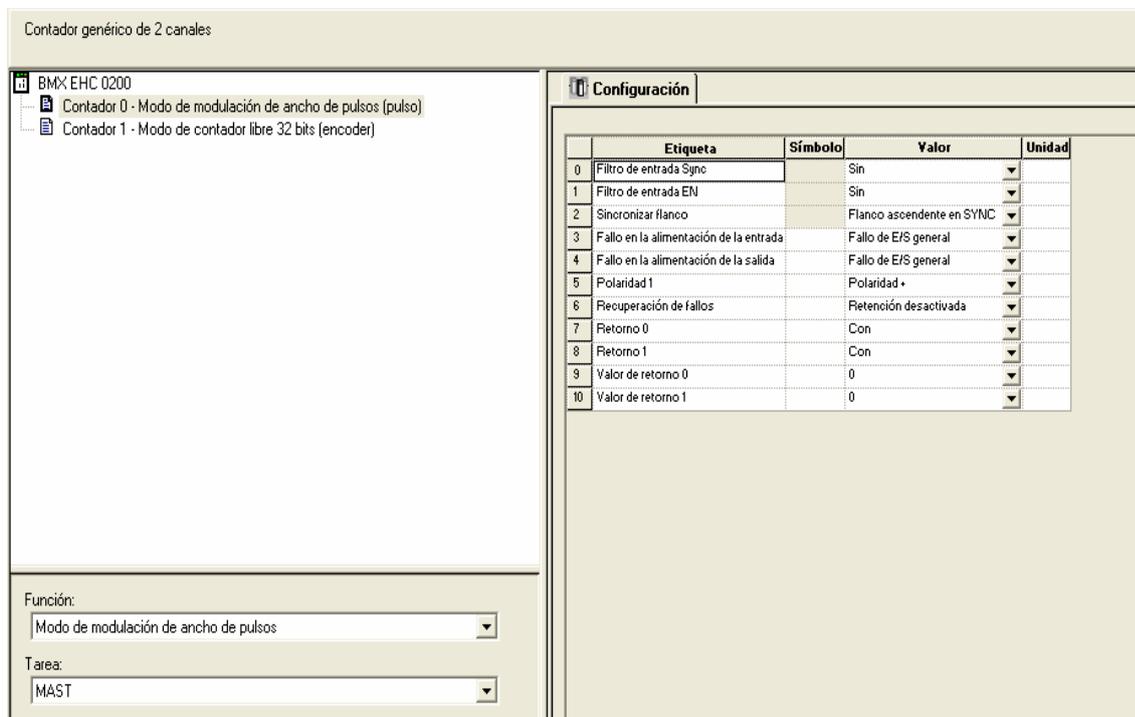


Figura 4 – 8 Pantalla de configuración de Módulo de conteo

Aparecen dos contadores: contador 0, y contador 1.

Contador 0. Según las especificaciones del fabricante, de los dos contadores, solo éste puede realizar la función de “Modulación de ancho de pulsos”. Se elige, asociándolo a la tarea MAST, o principal.

La configuración es la que aparece en esta pantalla:

	Etiqueta	Símbolo	Valor	Unidad
0	Filtro de entrada Sync		Sin	
1	Filtro de entrada EN		Sin	
2	Sincronizar flanco		Flanco ascendente en SYNC	
3	Fallo en la alimentación de la entrada		Fallo de E/S general	
4	Fallo en la alimentación de la salida		Fallo de E/S general	
5	Polaridad 1		Polaridad +	
6	Recuperación de fallos		Retención desactivada	
7	Retorno 0		Con	
8	Retorno 1		Con	
9	Valor de retorno 0		0	
10	Valor de retorno 1		0	

Figura 4 – 9 Pantalla de configuración de Módulo de conteo. Contador 0

Prácticamente es la configuración por defecto de la tarjeta. No es necesario modificar nada.

Contador 1. En este caso, la pantalla que aparece es:

	Etiqueta	Símbolo	Valor	Unidad
0	Filtro de entrada A		Sin	
1	Filtro de entrada B		Sin	
2	Filtro de entrada Sync		Sin	
3	Filtro de entrada EN		Sin	
4	Filtro de entrada REF		Sin	
5	Filtro de entrada CAP		Sin	
6	Fallo en la alimentación de la entrada		Fallo de E/S general	
7	Fallo en la alimentación de la salida		Fallo de E/S general	
8	Interfase de conteo		Cuadratura inversa X1	
9	Factor de escalado		1	
10	Modo de preestablecimiento		Flanco ascendente en SYNC	
11	Comportamiento de conteo		Bloquear en los límites	
12	Ajuste de la captura 0		Preestablecer condición	
13	Bloque salida 0		Contador bajo	
14	Bloque salida 1		Contador alto	
15	Ancho de pulso 0		10	ms
16	Ancho de pulso 1		10	ms
17	Polaridad 0		Polaridad +	
18	Polaridad 1		Polaridad +	
19	Recuperación de fallos		Retención desactivada	
20	Retorno 0		Con	
21	Retorno 1		Con	
22	Valor de retorno 0		0	
23	Valor de retorno 1		0	
24	Evento		Deshabilitar	
25	Número de evento			

Figura 4 – 10 Pantalla de configuración de Módulo de conteo. Contador 1

En el apartado función se elige el “Modo contador libre de 32 bits”, asociándolo a la tarea MAST.

Este tipo de contador es el que mejor se ajusta a la lectura de los pulsos de un encoder incremental.

Creación de variables

Si se hace clic sobre *BMX EHC 0200* y, a continuación, en la pestaña que aparece de *Objetos de E/S*, aparecerá la siguiente ventana:

Figura 4 – 11 Pantalla de configuración de Módulo de conteo. Creación de variables

Se marca “%CH”, y después se pulsa en el recuadro “*Actualizar cuadrícula*”

	Dirección	Nombre	Tipo	Comentario
1	%CH0.2.MOD			
2	%CH0.2.0	pulso	T_UNSIGN_CPT_BMX	
3	%CH0.2.1	encoder	T_SIGN_CPT_BMX	

Figura 4 – 12 Pantalla de configuración de Módulo de conteo. Creación de variables (2)

Las dos variables que se han creado se presentan como “*pulso*” y “*encoder*”. Ambas cuentan con todos los registros y bits de control necesario para la función que desarrollan.

4.2 Secciones del Proyecto

Asociadas a la Tarea principal o MAST, se encuentran las distintas secciones, en que se ha desarrollado la aplicación.

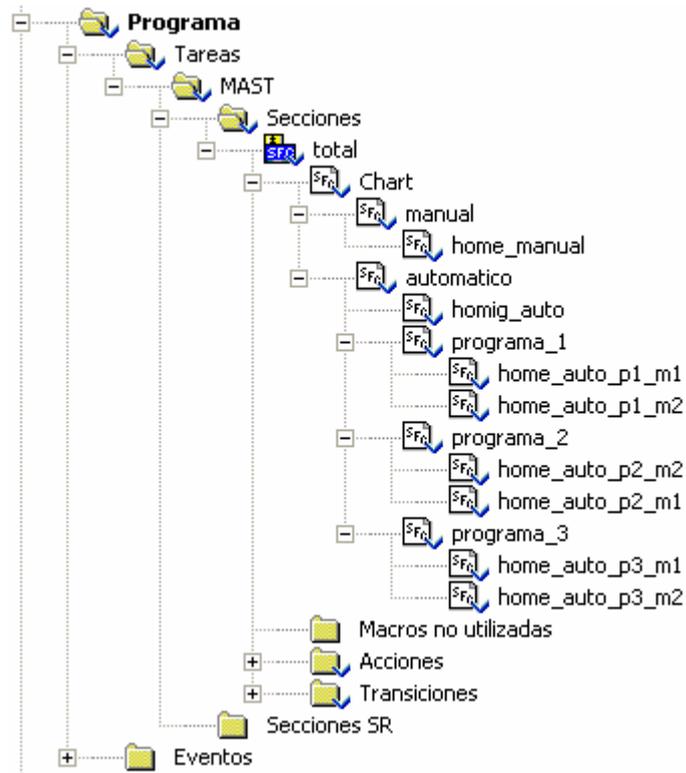


Figura 4 – 13 Secciones del Proyecto

Se han creado secciones en lenguaje grafcet, una para cada una de las acciones principales que se realizan, como son: el modo de funcionamiento manual, el automático, con sus tres programas, y el “homing”, o vuelta al punto 0, tanto de forma automática como manual.

A continuación se describen cada una de las secciones.

4.2.1 Sección Principal “CHART”

Una vez que se da la orden de ejecutar el Proyecto, se lanzarán los hilos que se detallan a continuación. Son programas que siempre están ejecutándose, al estar en la *sección* principal.

Al final del capítulo se incluyen los códigos de cada una de las *acciones*, que vamos encontrando en las distintas *secciones*.

Hilo Principal

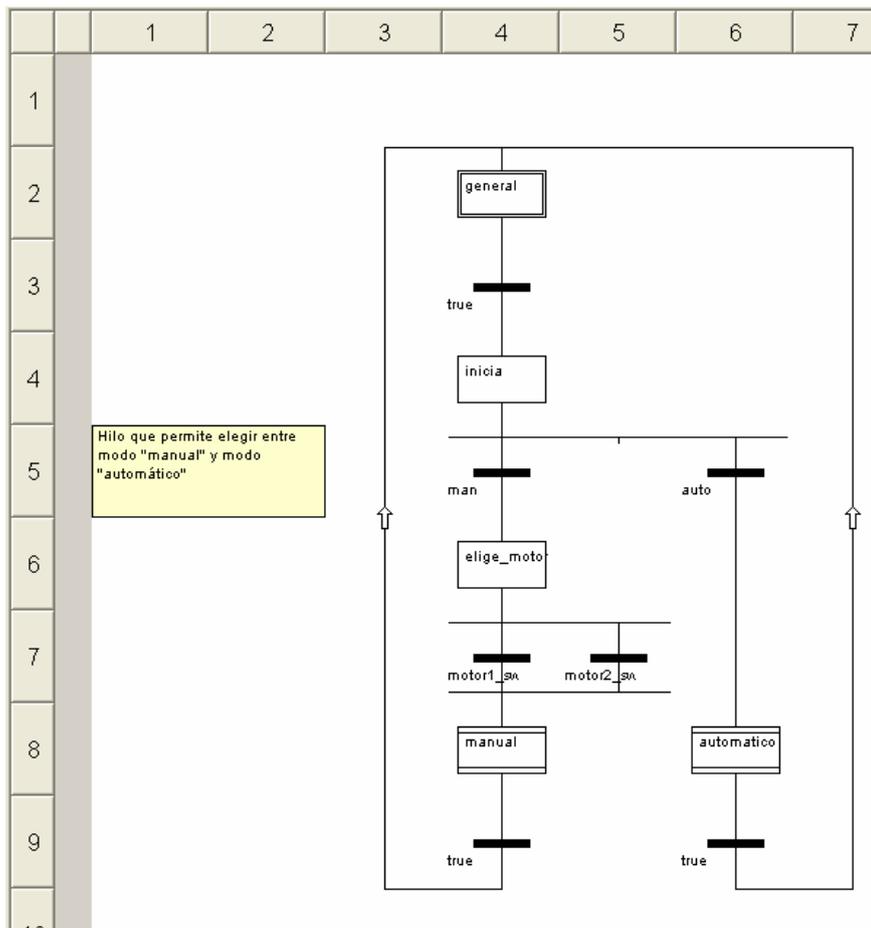


Figura 4 – 14 Hilo Principal

El objetivo de este programa es iniciar el generador de pulsos: se hace que la tarjeta de conteo, contador 0, funcione como generador de pulsos, a una frecuencia 4000 Hz, y con un ciclo de trabajo de aproximadamente el 50%.

Y se prepara el contador para la lectura de pulsos del encoder: se habilita la tarjeta de conteo, contador 1, para que funcione como contador grande libre, y se tenga acceso a las lecturas de pulsos, en el registro habilitado para ello.

Se elige trabajar en modo “*manual*” o “*automático*”, a través de los pulsadores de la Pantalla de Operación. En el primer caso, a su vez, previamente se elige el motor sobre el que queremos trabajar.

Se encaminará a dos “*paso de macros*”, o subrutinas distintas, que desarrollan independientemente.

Hilo Emergencia

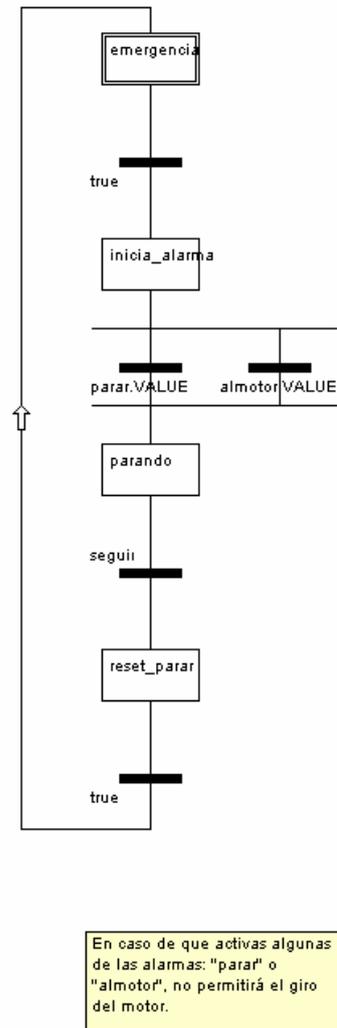


Figura 4 – 15 Hilo Emergencia

En este hilo se tratan las dos alarmas principales, que pueden llegar desde el exterior al PLC.

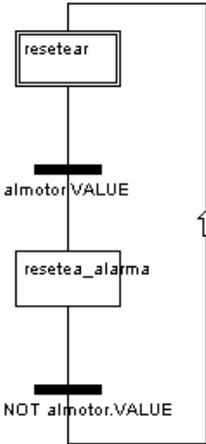
Por una parte está la señal de *parada* proveniente de la seta de emergencias. Por otra, la señal de *alarma de motor*, que genera la unidad de Servo Driver. Esta es una señal concentradora de alarmas. Para saber exactamente cual es el origen de la misma, habrá que consultar el programa de monitoreo de la Unidad de Servo Driver, de OMRON.

En ambos casos el resultado es parar el giro de los motores.

Solamente se podrá seguir, una vez desaparezcan ambas alarmas.

La alarma de *parada* proveniente de la seta de emergencias, solo puede resetarse desde la misma, sin embargo, la *alarma de motor* puede hacerse, bien desde la Pantalla de Operador, bien desde el Mando Auxiliar.

Hilo Reset alarma de motor



Al pulsar "reset alarma motor", en la Pantalla de Operador, se envía la orden al Servo, para resetarla. Se hará efectiva si la condición de alarma ha desaparecido.

Figura 4 – 16 Hilo Reset alarma motor

Desde la Pantalla de Operador, o desde el Mando Auxiliar, se puede resetear la *alarma de motor*. Una vez que desaparece la misma, vuelve este hilo al comienzo, preparado para cuando vuelva a aparecer otra vez, dicha alarma.

Hilo Reset Pulsos

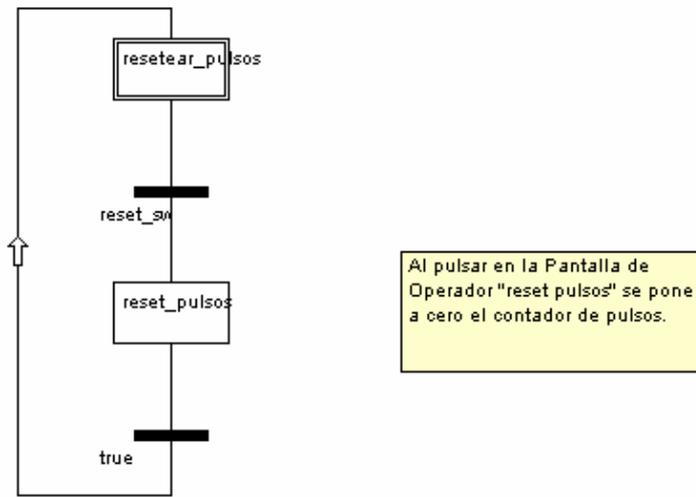


Figura 4 – 17 Hilo Reset Pulsos

Permite desde la “Pantalla de Operador” resetear (puesta a cero) el contador de pulsos del encoder.

Hilo Elige motor

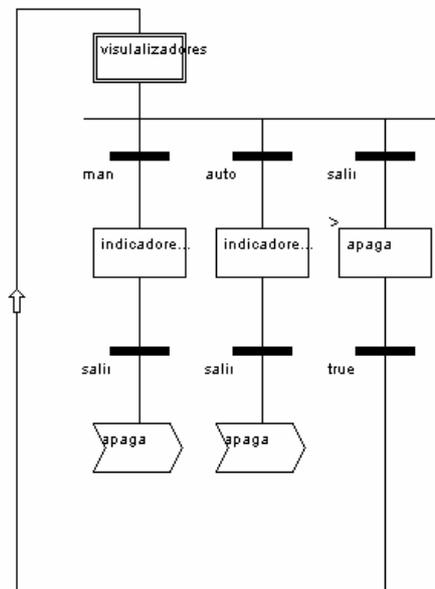


Figura 4 – 18 Hilo Elige Motor

Tanto en la modalidad “*manual*” o “*automático*”, se puede elegir a cual de los dos motores les van a llegar las órdenes, ya que solo se cuenta con una tarjeta de conteo, con la que se puede generar los pulsos que se necesitan para ordenar el giro de los mismos, y con las que leer los pulsos que envía el encoder.

Esta aplicación se encuentra en la *Sección Principal*, ya que en cualquier momento, se puede cambiar de un motor a otro.

Hilo Visualizadores



Permite en la Pantalla de Operador que se iluminen los botones correspondientes a las ordenes de "manual", "automático", "programa 1", "programa 2", etc

Figura 4 – 19 Hilo Visualizadores

En esta aplicación se gestiona las indicaciones luminosas de la Pantalla de Operador.

De tal manera que cuando se inicie la aplicación se encuentren todas en estado de reposo, y a medida que se elija entre manual y automático, motor 1 o 2, etc., van aflorando las distintos objetos animados.

4.2.2 Sección “Manual”

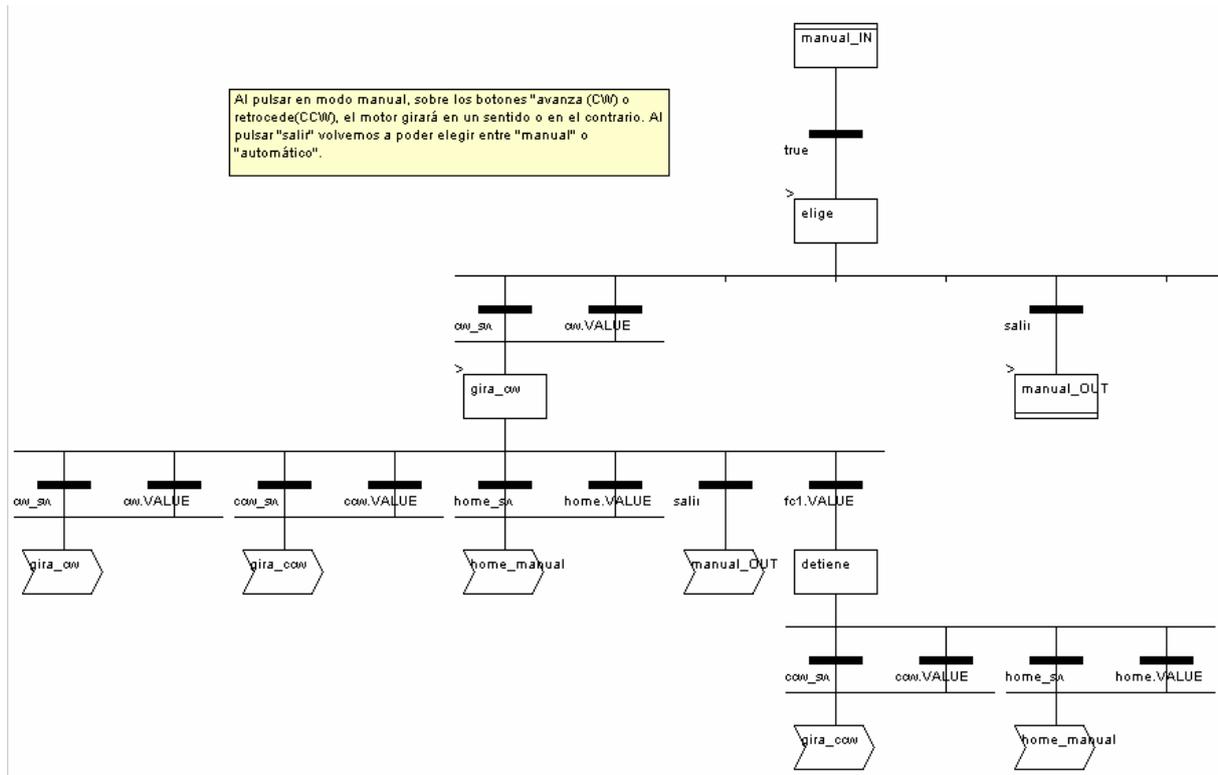


Figura 4 – 20 A y B. Sección Manual

En esta *sección*, se ha programado la capacidad de operar los motores de forma manual, mediante la actuación en los pulsadores, tanto de la Pantalla de Operador, como del Mando Auxiliar.

A través de estos dos elementos se elige que el motor gire en un sentido, a través de la variable “cw”, o al contrario, a través de “ccw”. Se puede alterar el sentido de giro sin más que pulsar el botón contrario. Como medida de seguridad es necesario, que esté pulsado el botón constantemente. En caso de soltarlo, el motor deja de girar.

También estando en forma “*manual*”, se puede hacer “HOME”, es decir que el motor gire, hasta el punto extremo del husillo mecánico conectado al mismo. Es el punto 0.

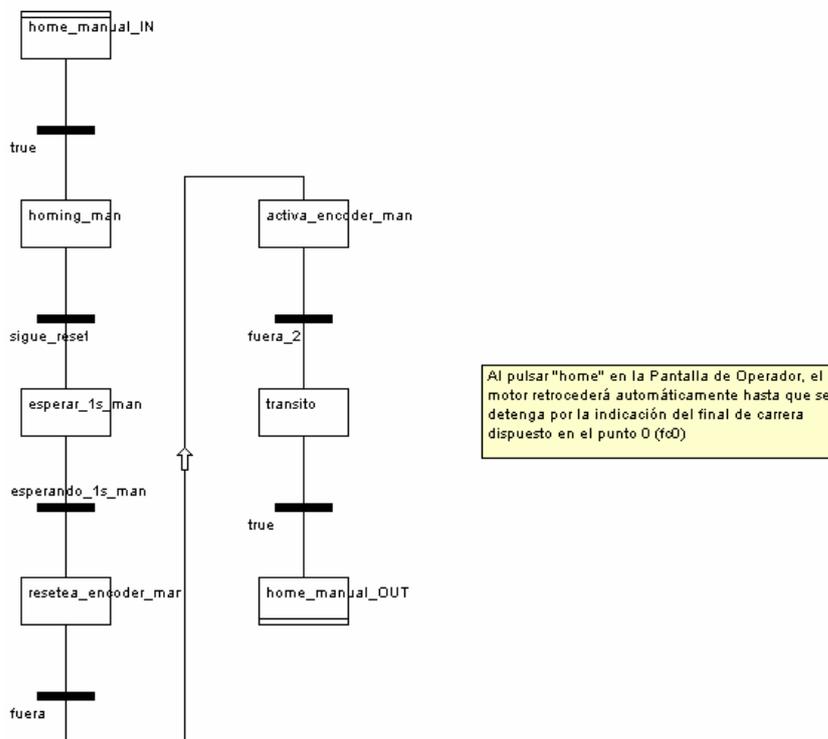


Figura 4 – 21 Sección Homing

Este es un paso de macro, es decir una subrutina, insertado dentro de la *sección* “*manual*”.

A través de ella se vuelve al punto de inicio. Una vez allí el motor se para, y se pone a cero la cuenta de pulsos del encoder.

4.2.3 Sección “Automático”

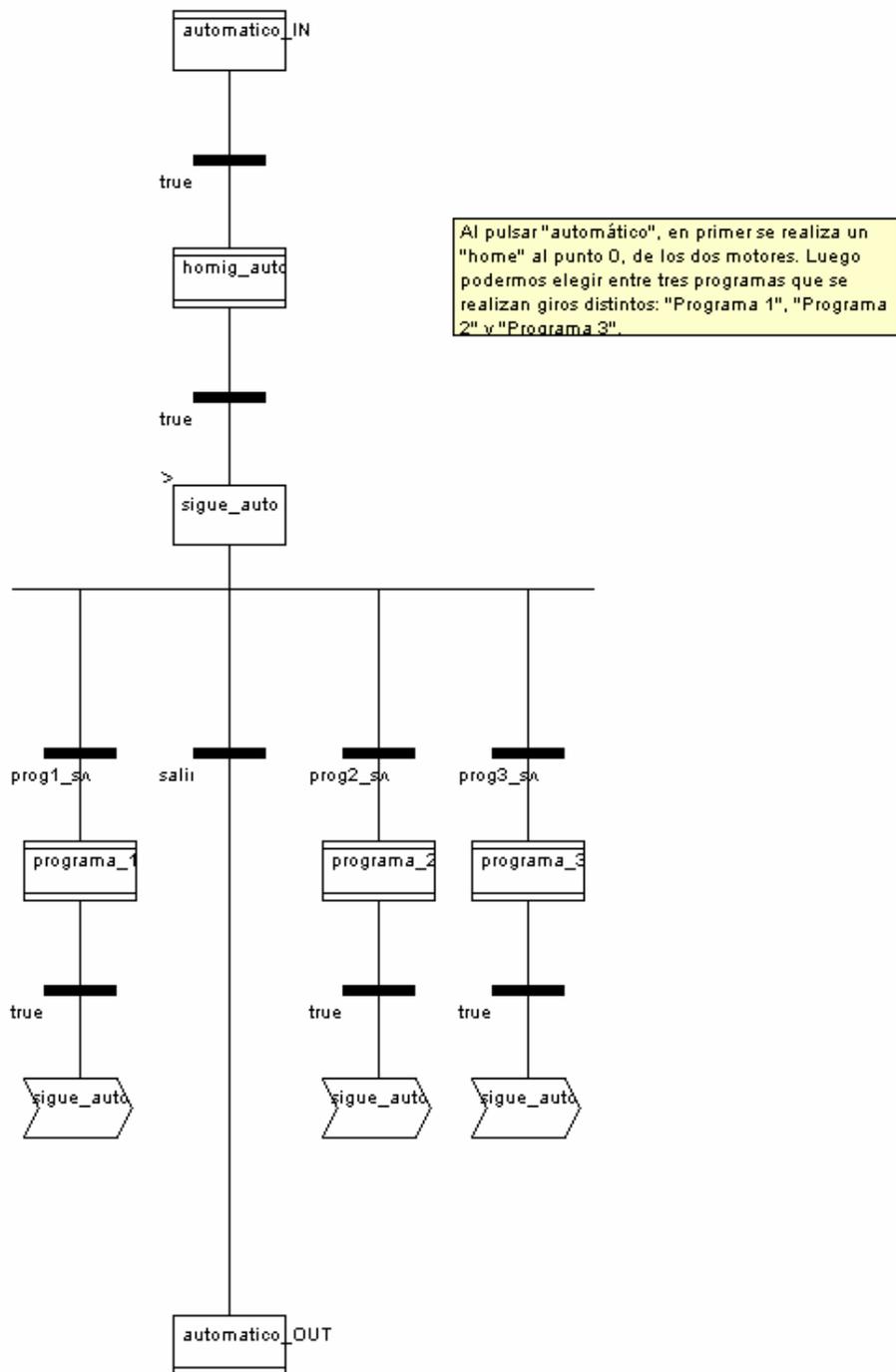


Figura 4 – 22 Sección Automático

Esta *sección* proporciona la posibilidad de elegir entre tres posibilidades de movimiento automáticos, es decir una vez que se lance, el motor realizará los giros que se le vayan indicando en función de unos parámetros previamente almacenados.

La elección se realizará pulsando los botones “Programa 1”, “Programa 2” y “Programa 3”, desde la Pantalla de Operador.

Previamente, y para poder asegurar que se empieza a contar los pulsos desde el punto 0, se fuerza a que los dos motores vayan a ese punto, mediante el *paso de macro* "homing_auto"

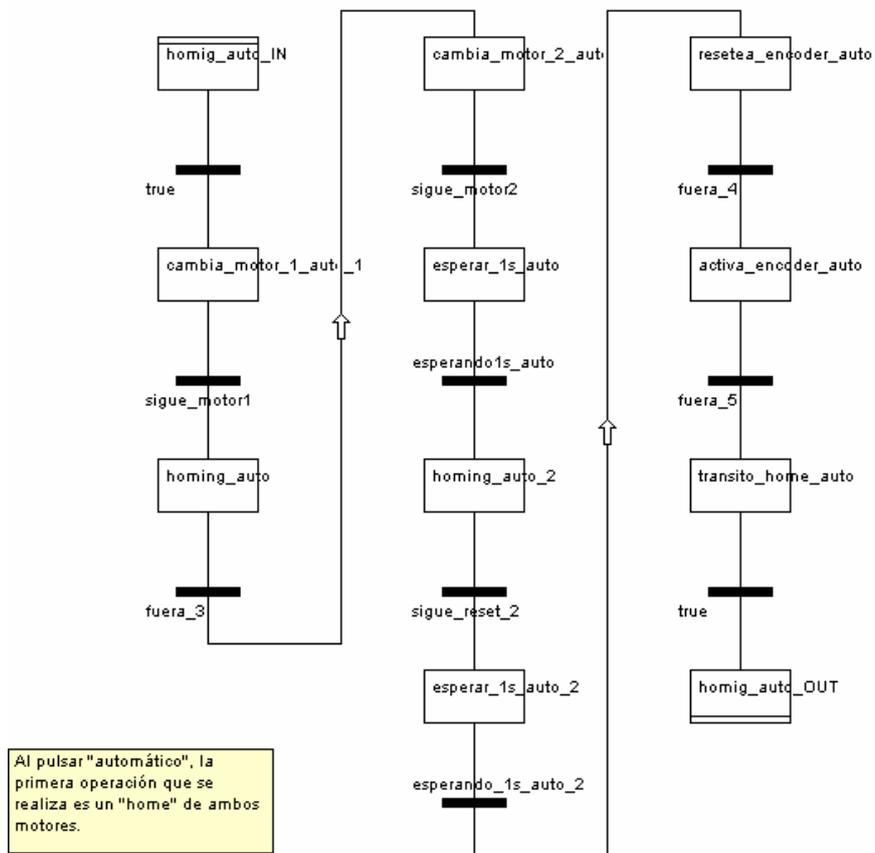


Figura 4 – 23 Homing Auto

A modo de ejemplo:



Figura 4 – 25 Home_auto_p1_m1

Programa 2

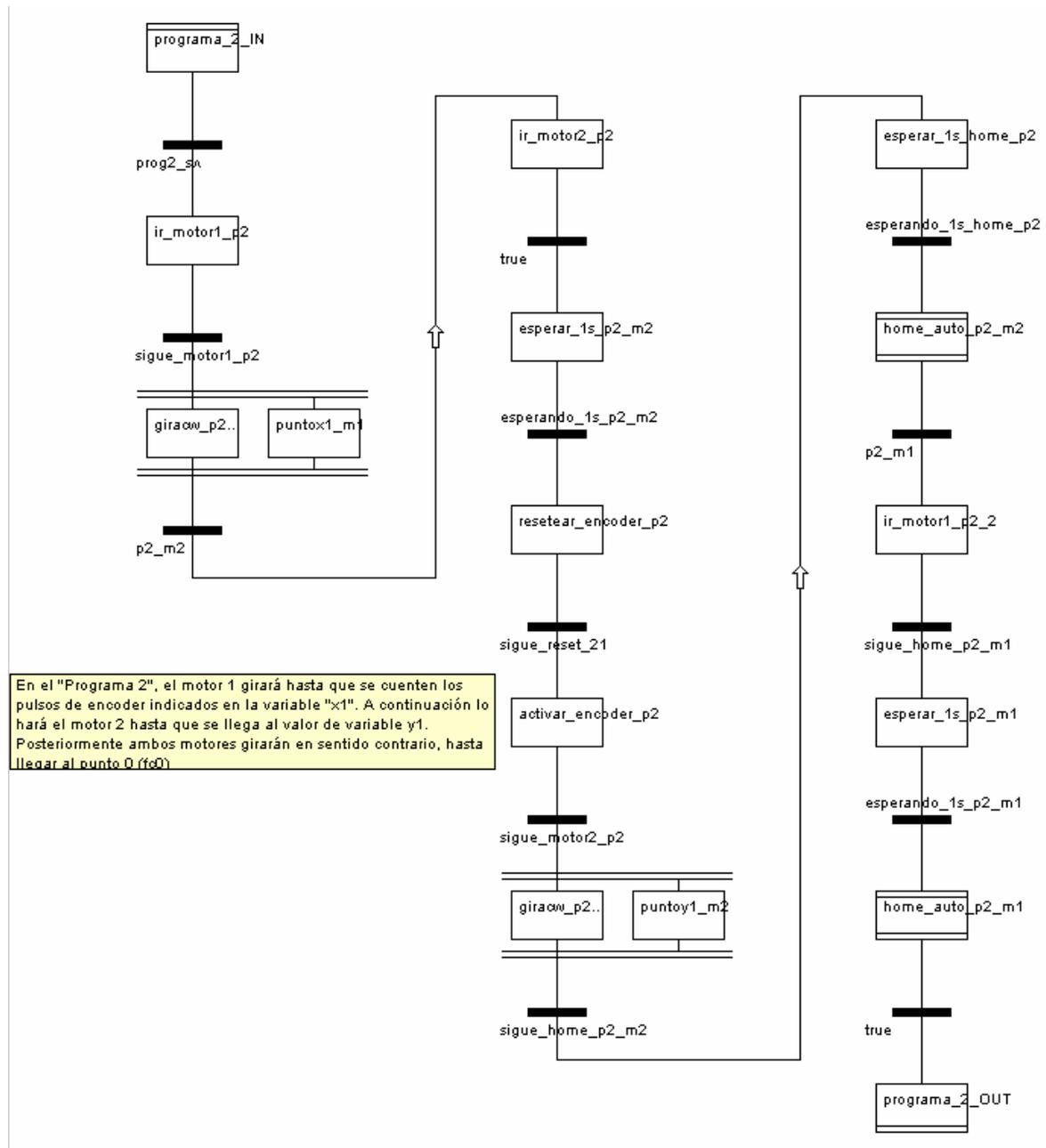


Figura 4 – 26 Programa 2

En este caso el motor 1 gira hasta una posición, que es determinada por el número de pulsos del encoder, que lee el PLC. Esta cifra se almacena en la *variable* "x1".

A continuación el motor 2 hace lo mismo, según el valor de la *variable* "y1".

Una vez llega, el motor 2 inicia la maniobra "homing", volviendo al punto 0.

Cuando lo haya hecho, le toca el turno al motor 1.

Al completar la acción se queda en modo automático, en espera de que se seleccione cualquiera de los tres programas.

Programa 3

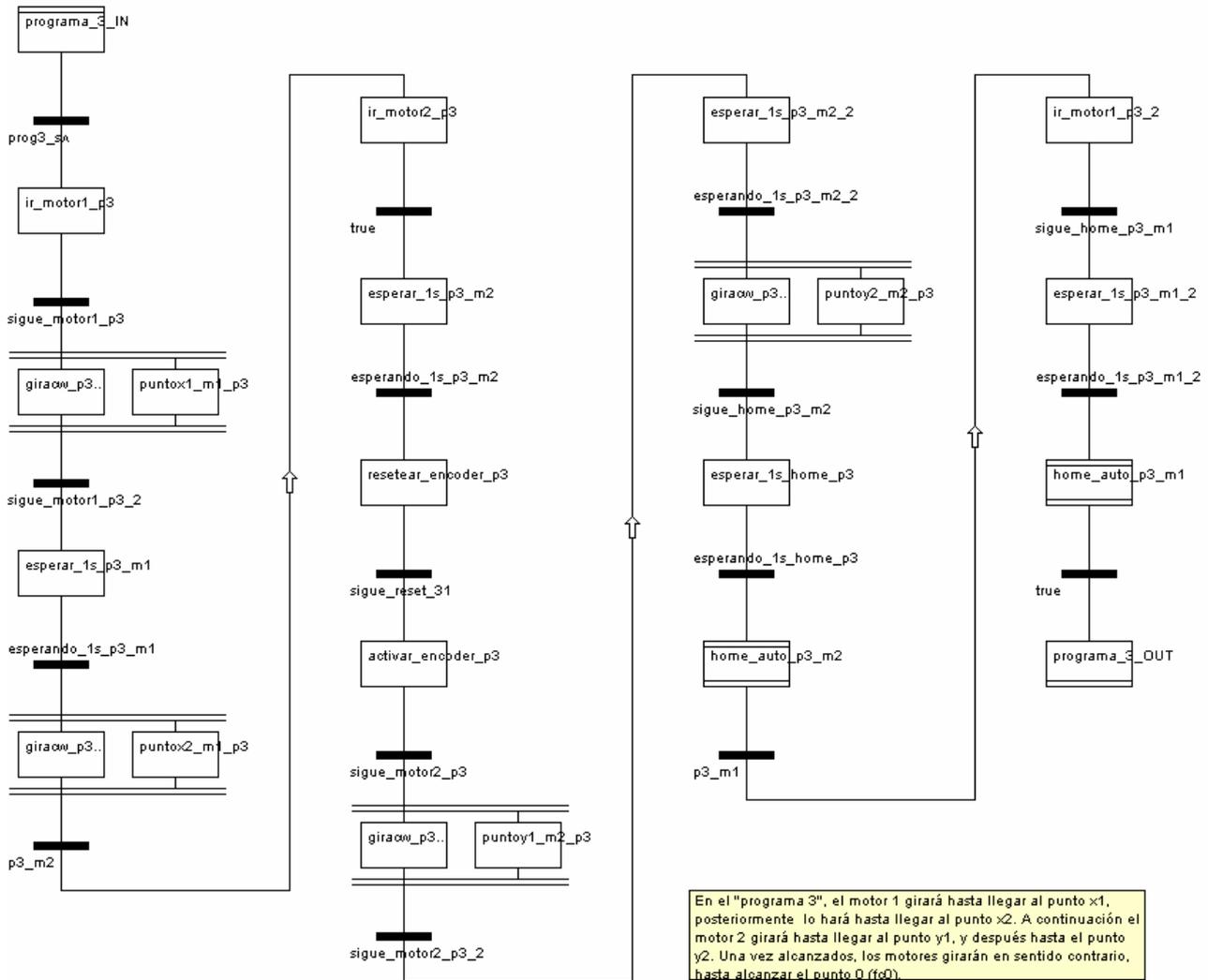


Figura 4 – 27 Programa 3

Este programa es similar al anterior, salvo que tiene un punto más, definido por las variables “x2” e “y2”.

La secuencia es la siguiente:

- Motor 1 alcanza el punto x1.
- Motor 1 alcanza el punto x2
- Motor 2 alcanza el punto y1.
- Motor 2 alcanza el punto y2.
- Motor 2 vuelve al punto 0.
- Motor 1 vuelve al punto 0.

4.3 Códigos de las Acciones empleadas

Se han utilizado 37 acciones, y 7 transiciones.

Todas ellas se han programado en Lenguaje de Contactos (LD), salvo una, que se ha hecho en Texto Estructurado (ST).

ACCIONES

pwm

```
(* Se activa la salida de pulsos *)pulso.OUTPUT_BLOCK_0_ENABLE:=1;  
  
(* se elige la frecuencia de salida a 4000 Hz *)pulso.PWM_FREQUENCY:=40000;  
(* El ciclo de trabajo es de aproximadamente el 50% *)pulso.PWM_DUTY:=10;
```

Figura 4 – 28 pwm

Se crean los pulsos de 4 KHz y un ciclo de trabajo del 50%, aproximadamente, en la Unidad de Contaje del PLC.

Decodificador

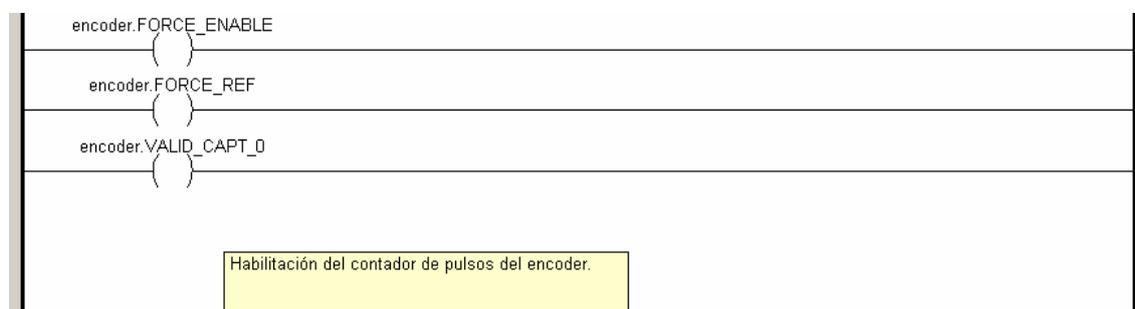


Figura 4 – 29 Decodificador

Habilita la cuenta de pulsos enviados por el encoder, en la unidad de conteo del PLC.

parada

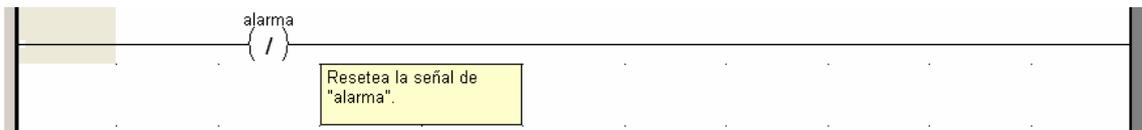


Figura 4 – 30 parada

En el caso de que las alarmas prioritarias aparezcan, se activa la variable “alarma”, e impide el giro de los motores.

reset

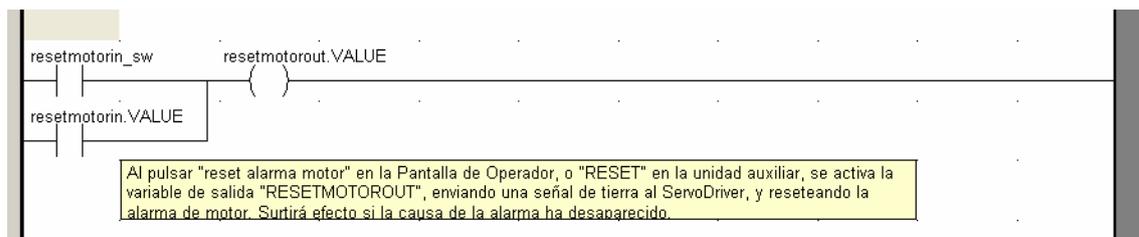


Figura 4 – 31 reset

En el caso de que salga una alarma en la unidad de Servo Driver, y que se transmita por la unidad adaptadora de señales, se puede, tanto desde la Pantalla de Operador, como desde el Mando Auxiliar, provocar el reseteo de la misma.

apagando

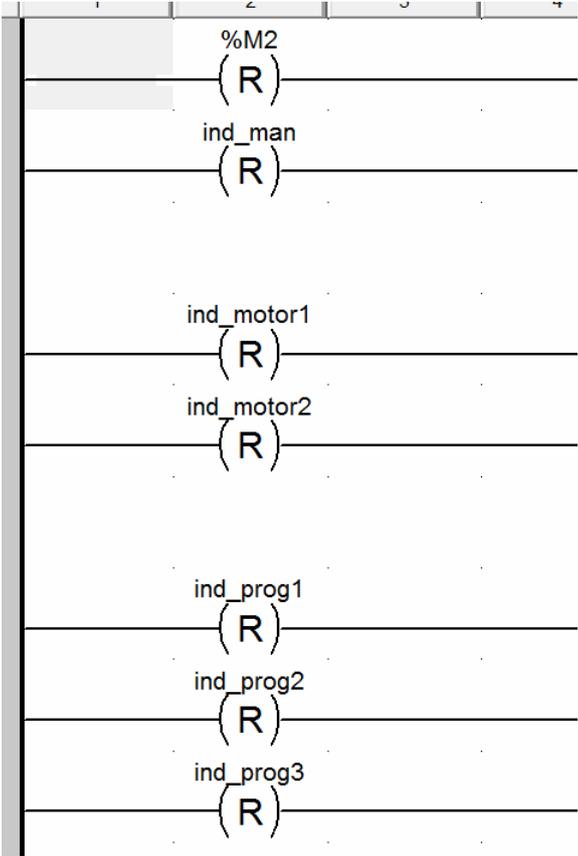


Figura 4 – 32 apagando

En el caso de elegir un modo de funcionamiento, manual o automático, desactiva los indicadores que se dejan de usar.

cero_man

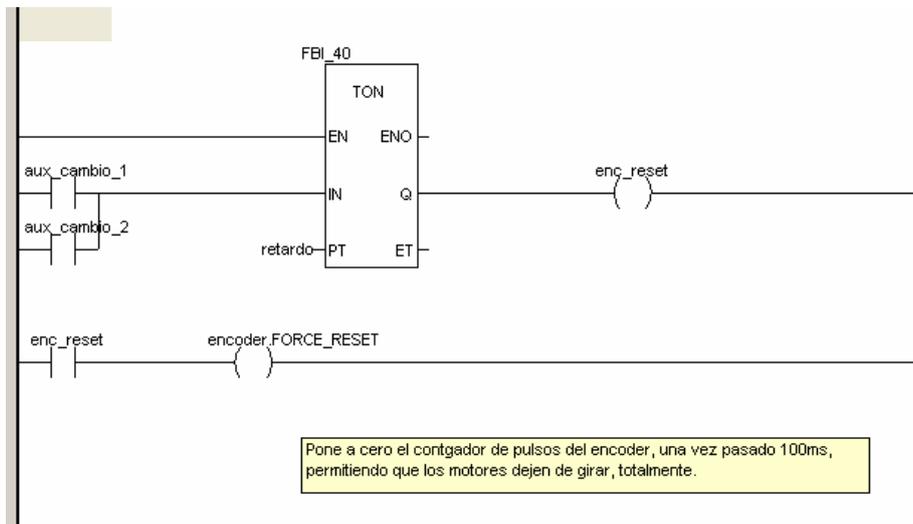


Figura 4 – 33 cero_man

Puesta a cero de la lectura de pulsos del encoder, en el modo manual.

inicializa_var

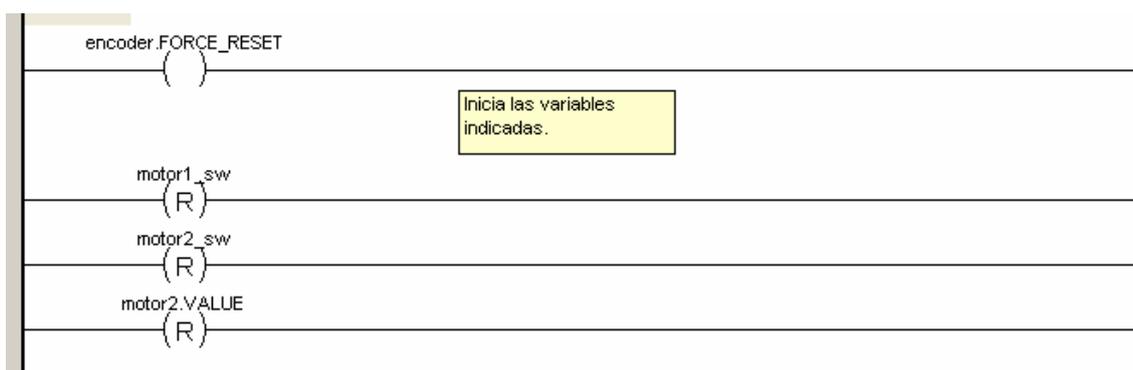


Figura 4 – 34 inicializa_var

Para permitir la elección de motor.

Girarcw

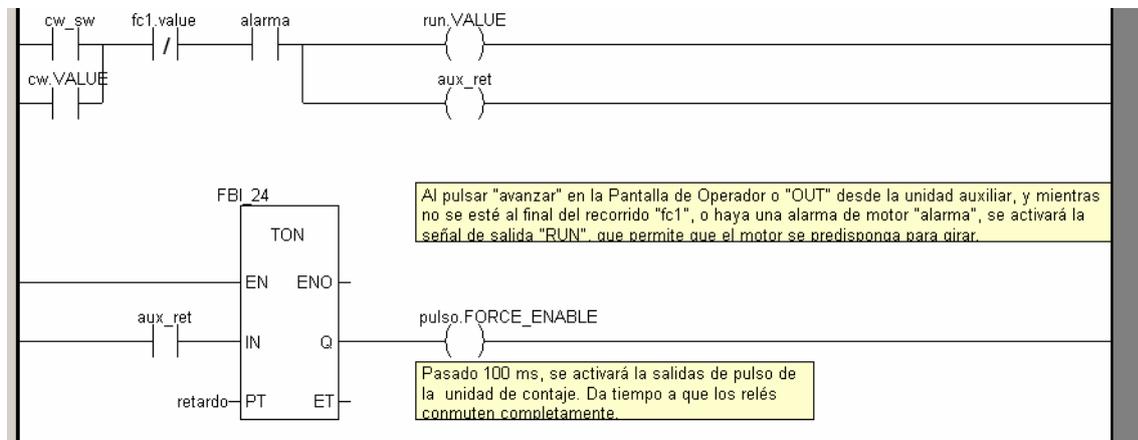


Figura 4 – 35 girarcw

Tanto si se pulsa el botón "OUT", en el mando auxiliar, como el botón "AVANZA", en la Pantalla de Operador, se activa la señal "run", que proporciona alimentación al Servo Motor. Pasado un retardo de 100 ms se enviarán los pulsos necesarios para el giro del motor.

Girarccw

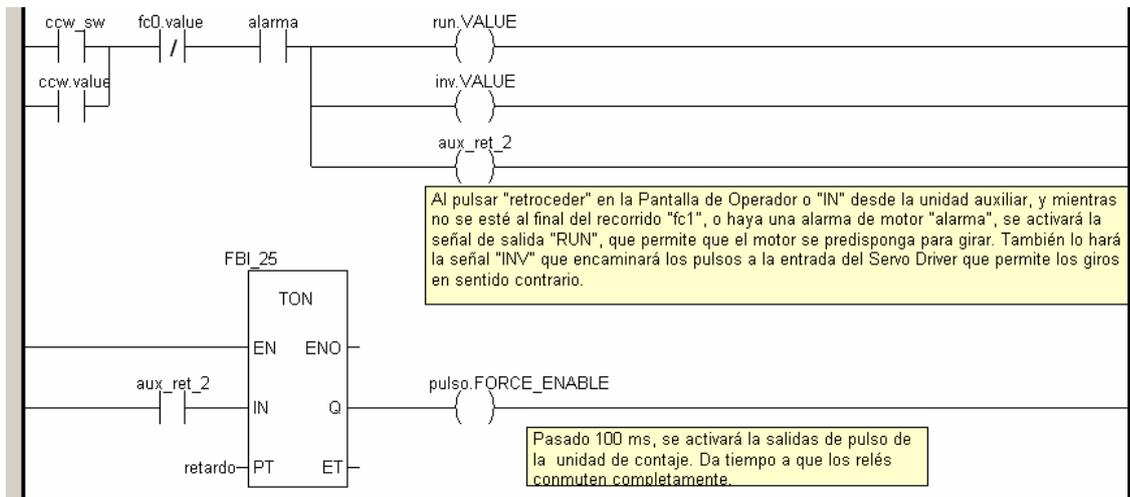


Figura 4 – 36 girarccw

Igual que el anterior, solo que el Servo Motor girará en el sentido contrario. Para ello, se activa la señal “inv”, que conmutará los pulsos que llegan a la unidad del Servo Driver.

A continuación se incluyen una serie de acciones, todas ellas necesarias para activar la señal de salida “motor2”, que ocasionará que los relés del módulo de elección de motores conmuten, para que sea el motor 2 el que reciba las órdenes del PLC, y a su vez les envíe las señales que genere el Servo Driver y el Servo Motor.

También se incluyen las acciones que desactivan dicha señal.

El nombre de la acción cambiará en función de la parte de la aplicación en la que se encuentren: Programa 1, Programa 2; Programa 3, Home auto, Home manual; y del motor al que va a controlar, por ejemplo: **va motor_1_p1_2** (Segunda vez que acciona el motor 1 en el programa1)

En las acciones se ha hecho uso de variables internas auxiliares, que servirán para activar la transición que nos lleve al paso siguiente. En algunos casos, se desactivará una variable auxiliar que ha servido para llegar al paso actual.

girarcw_p1_m1

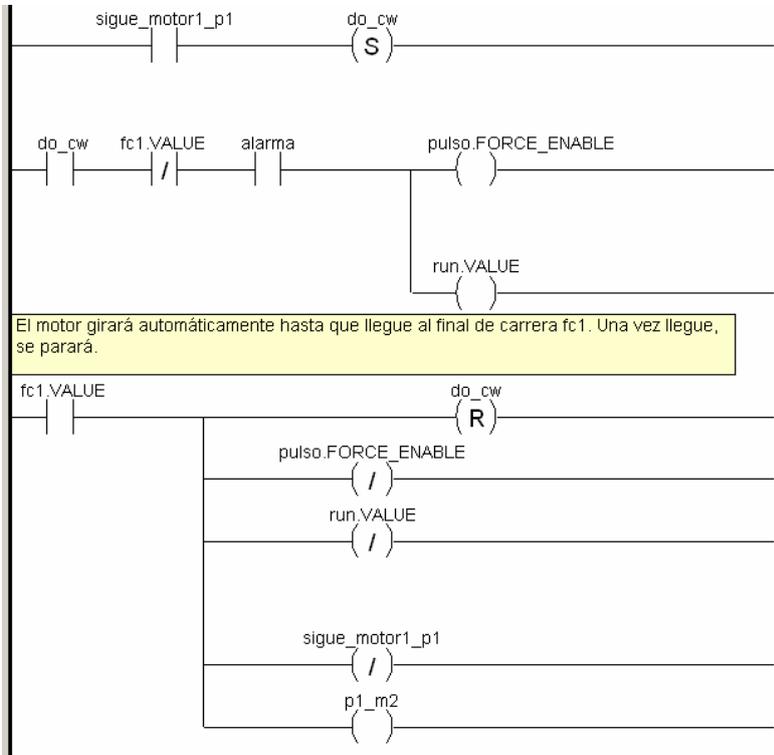


Figura 4 – 37 girarcw_p1_m1

girarcwp1m2

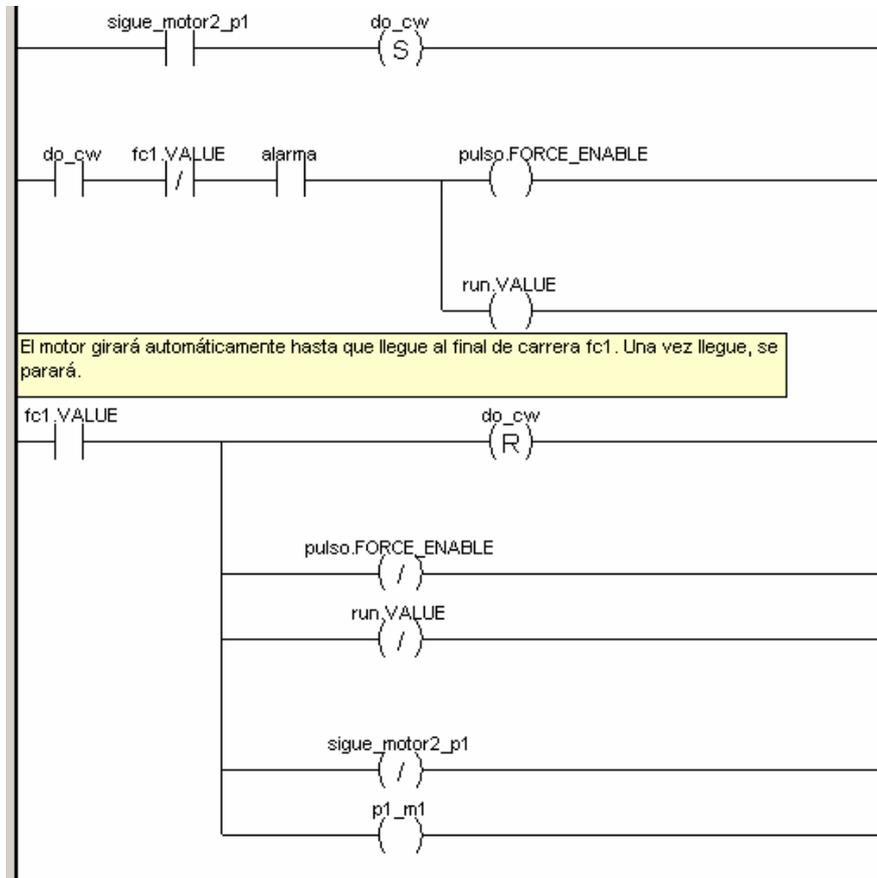


Figura 4 – 38 girarcwp1m2

girarcwp2m2

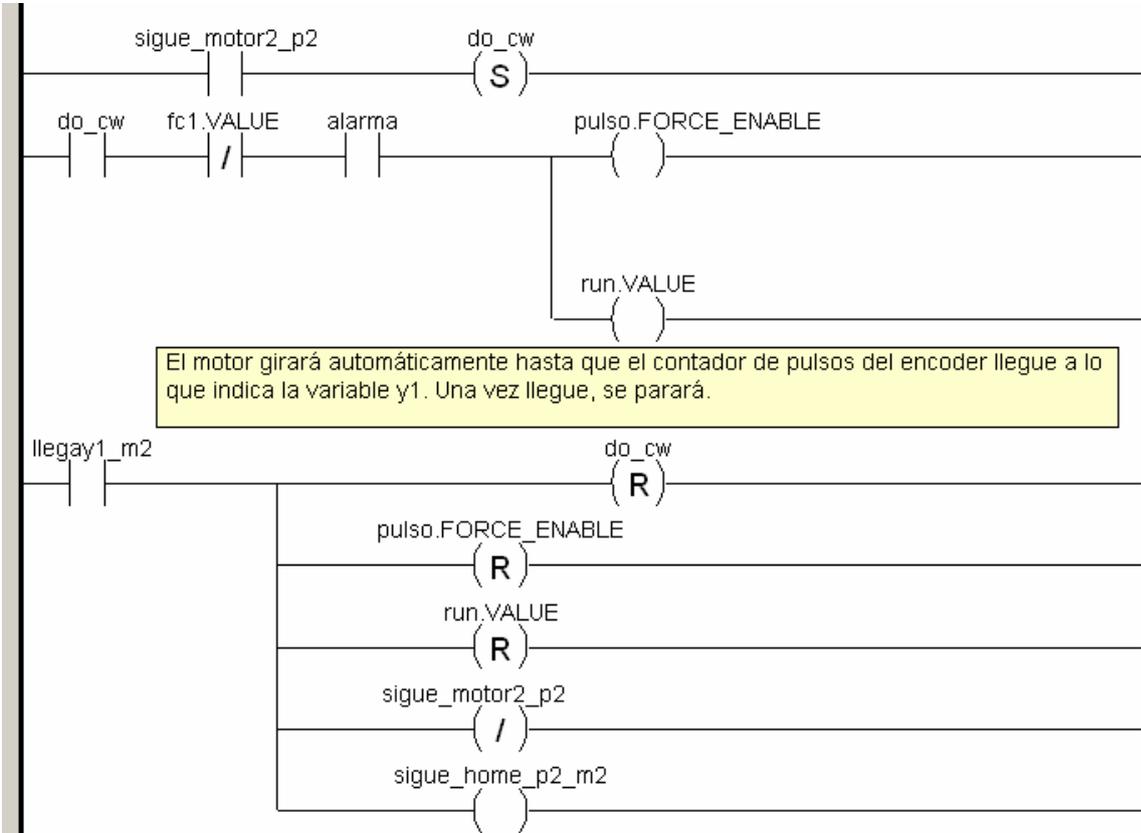


Figura 4 – 39 girarcwp2m2

girarcw_p3_m1

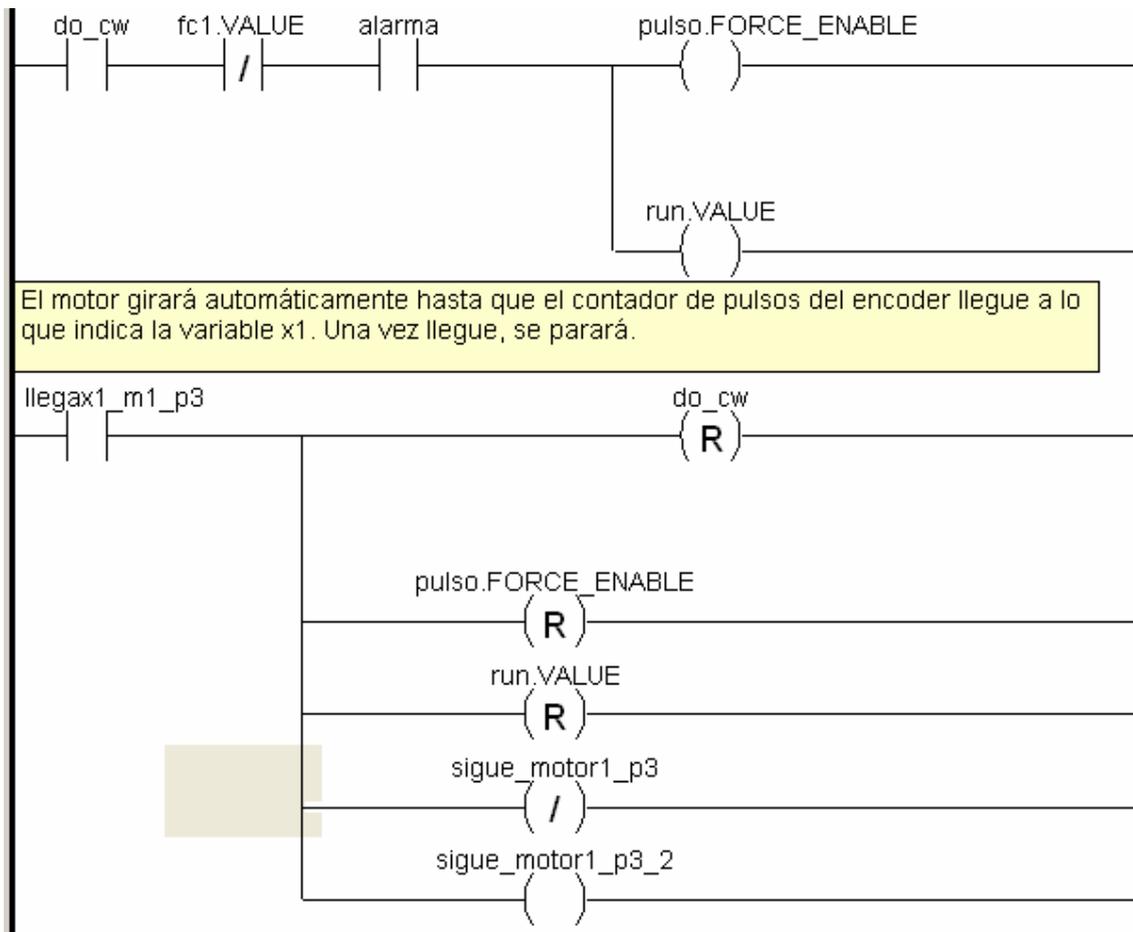


Figura 4 – 40 girarcw p3m1

girarcwp3m1_2

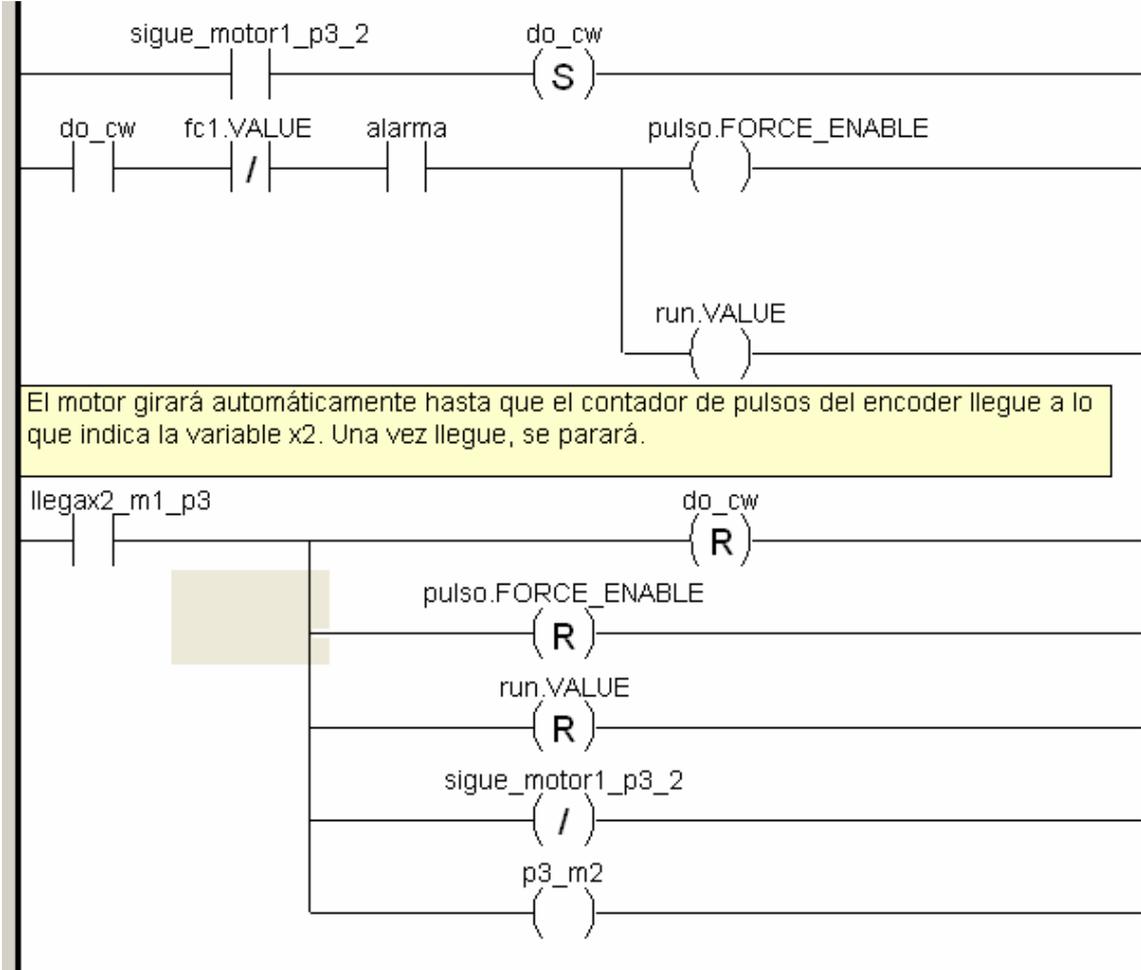


Figura 4 – 41 girarcwp3m1_2

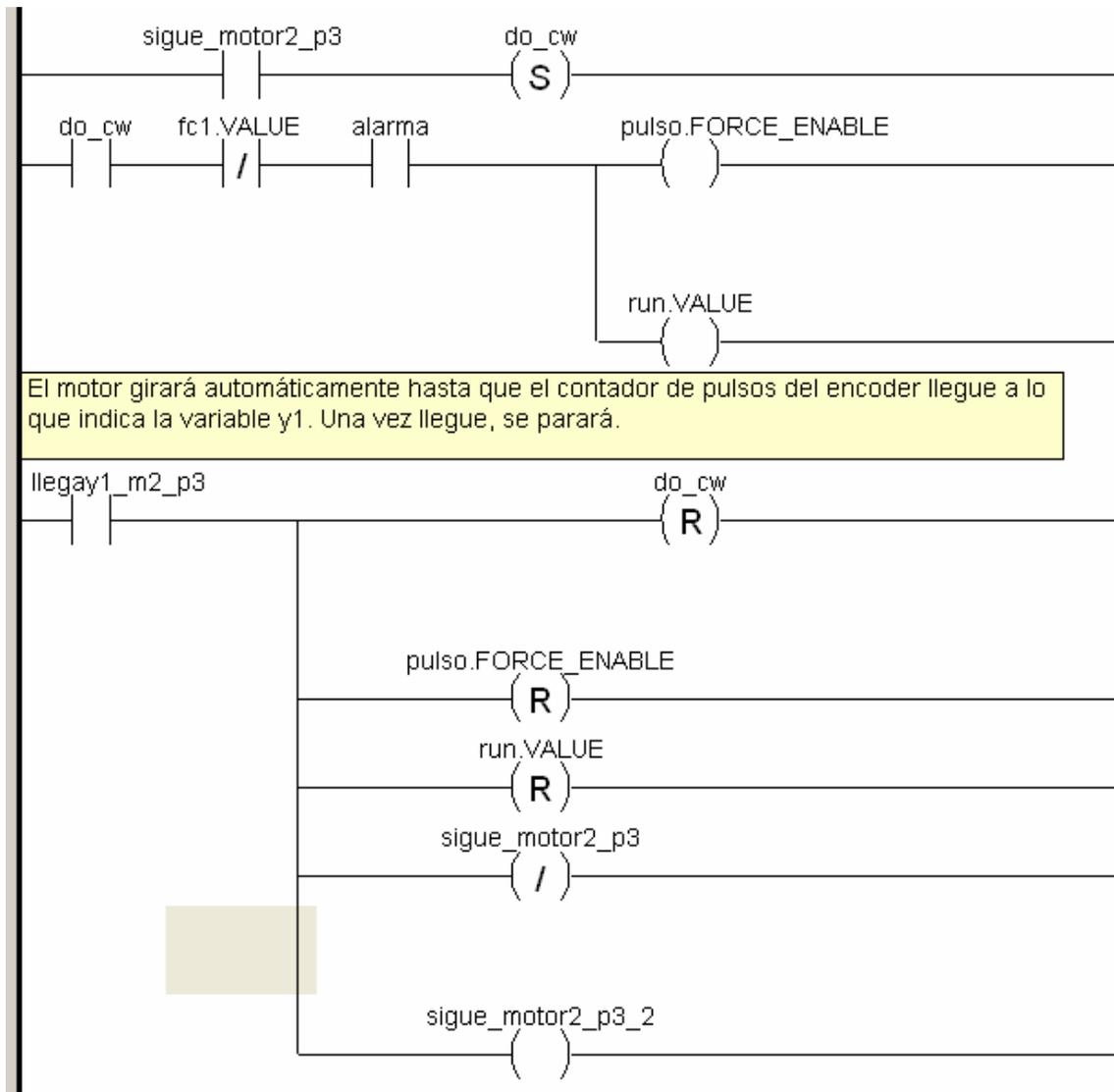


Figura 4 – 42 girarcwp3m2

girarcwp3m2_2

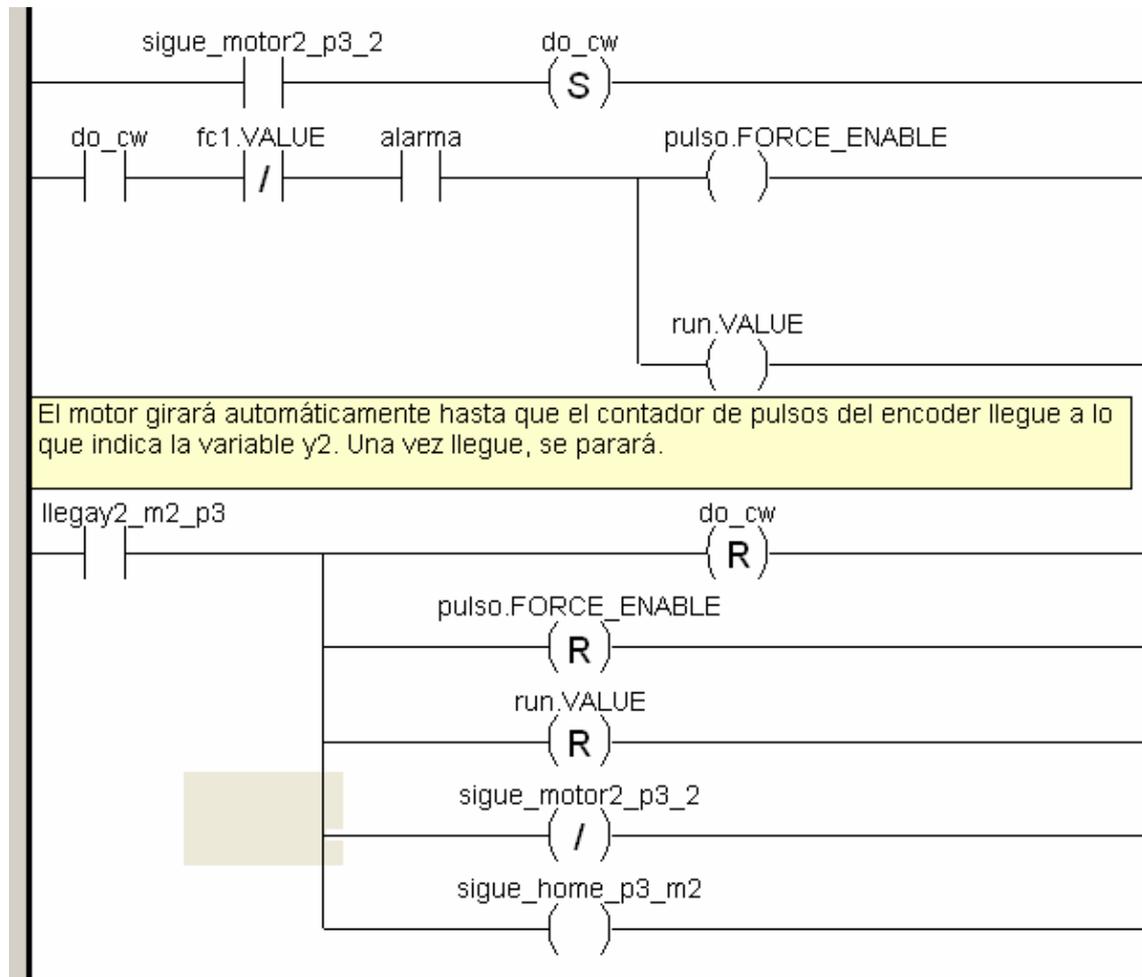


Figura 4 – 43 girarcwp3m2_2

va_motor1

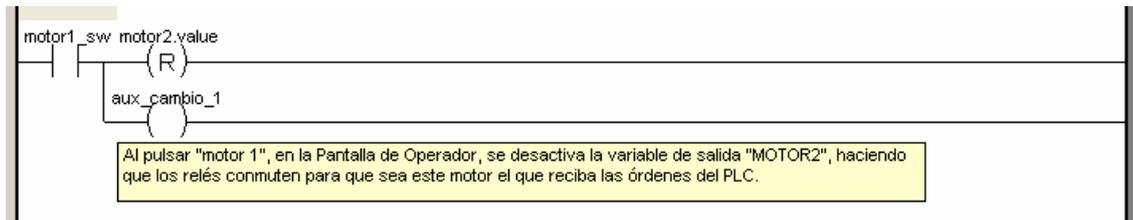


Figura 4 – 44 va_motor1

En el caso de pulsar el botón “MOTOR 1” desde la Pantalla de Operador, se envía la señal a la unidad de elección de motores, encaminando las señales desde y hacia el PLC, al motor 1.

va_motor2

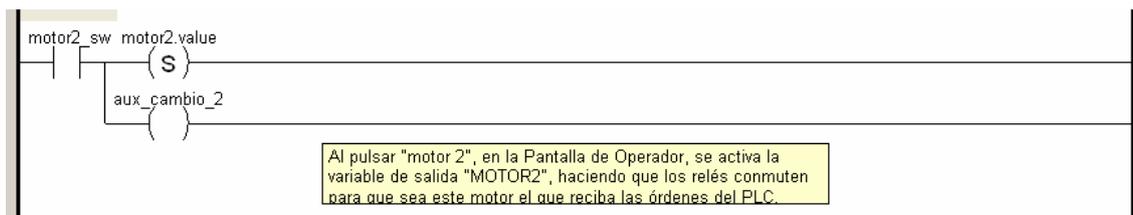


Figura 4 – 45 va_motor2

Igual que en la anterior, pero para el motor 2.

va_motor1_auto

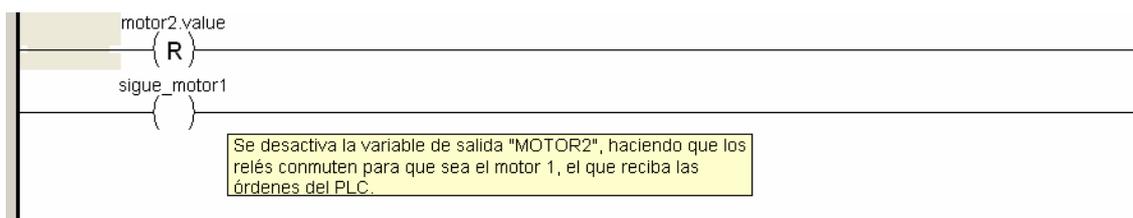


Figura 4 – 46 va_motor1_auto

va_motor2_auto

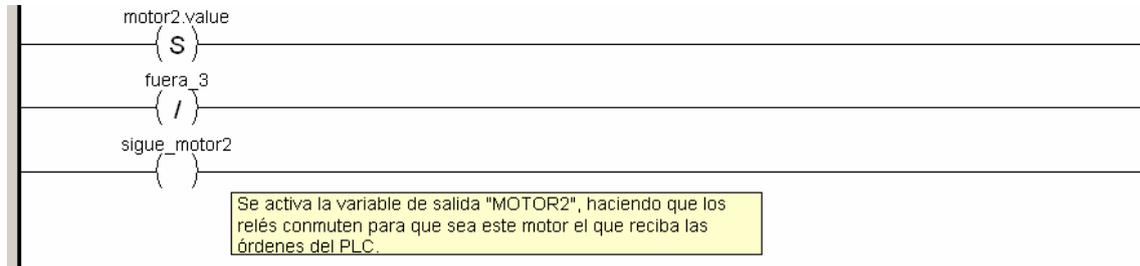


Figura 4 – 47 va_motor2_auto

va_motor1_p1

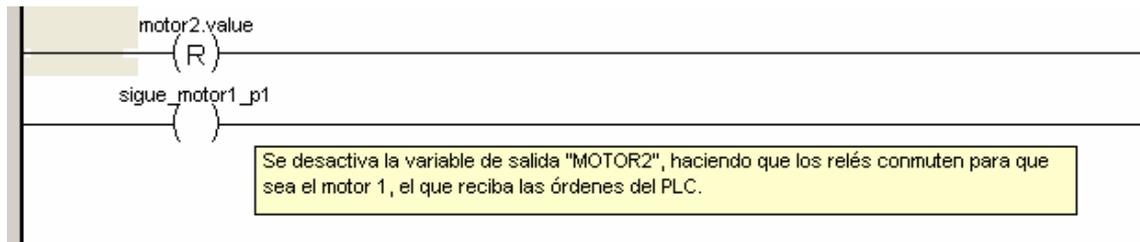


Figura 4 – 48 va_motor1_p1

va_motor1_p1_2

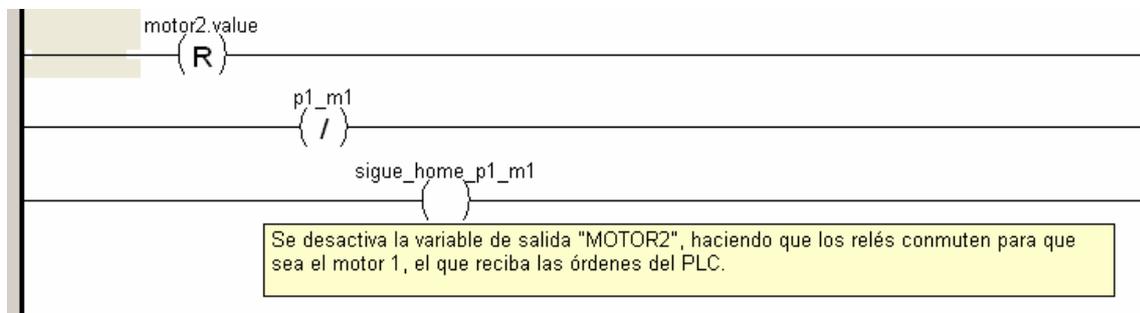


Figura 4 – 49 va_motor1_p1_2

va_motor2_p1

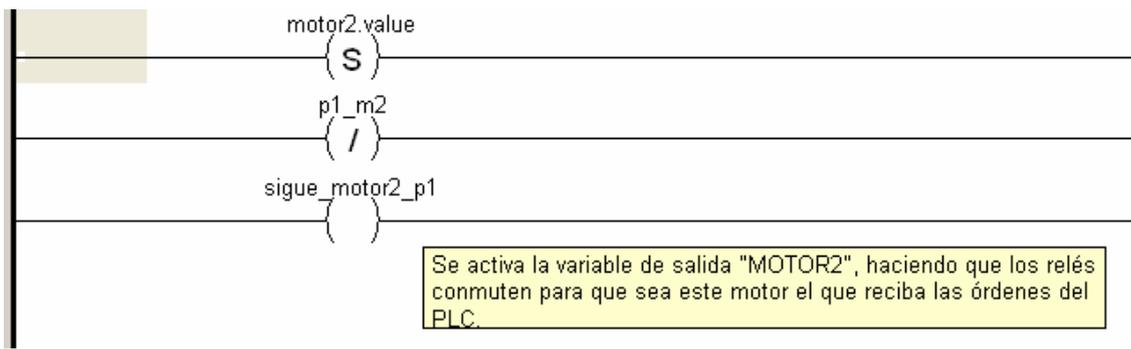


Figura 4 – 50 va_motor2_p1

va_motor2_p1_2

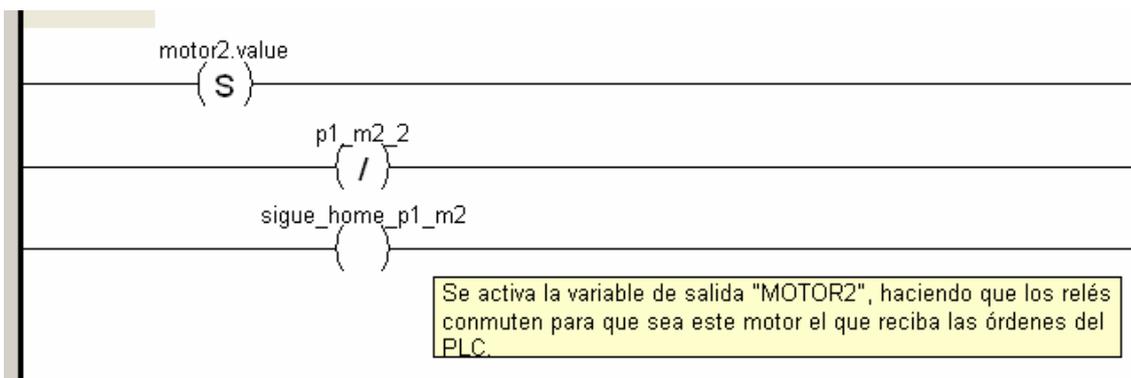


Figura 4 – 51 va_motor2_p1_2

va_motor1_p2

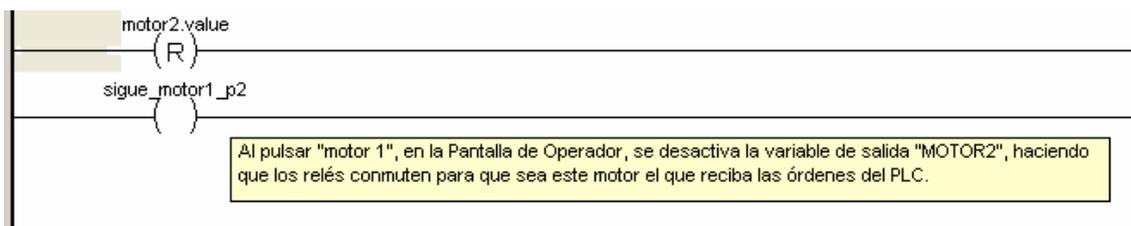


Figura 4 – 52 va_motor1_p2

va_motor1_p2_2

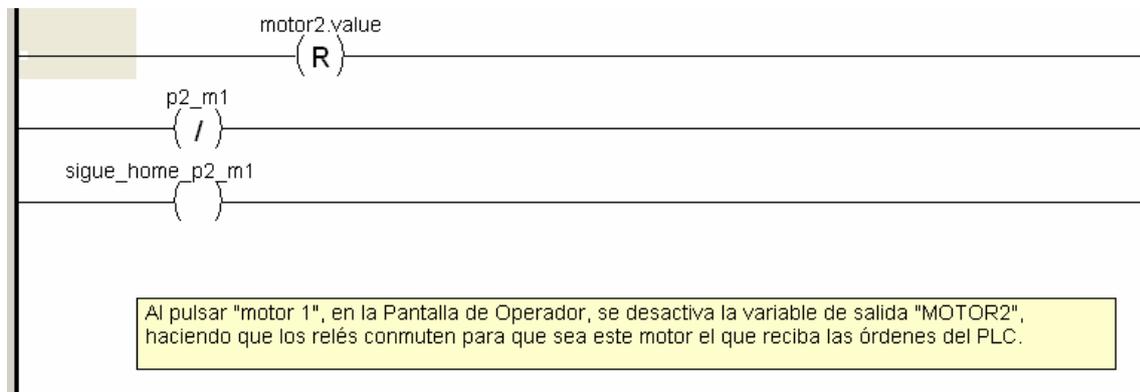


Figura 4 – 53 va_motor1_p2_2

va_motor2_p2

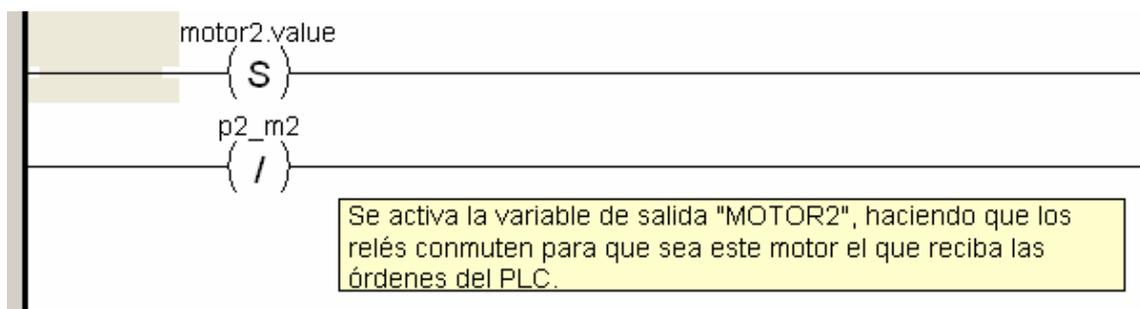


Figura 4 – 54 va_motor2_p2

va_motor1_p3

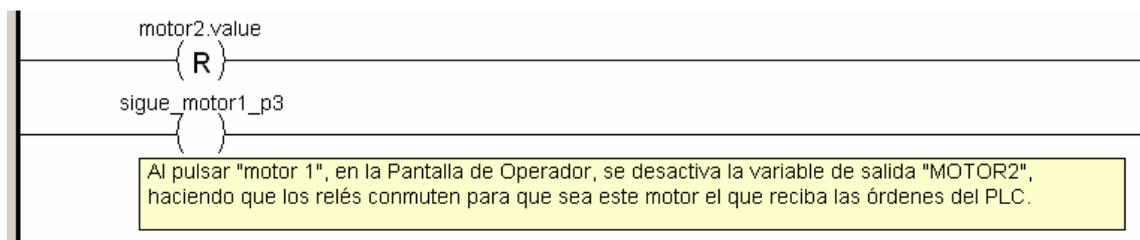


Figura 4 – 55 va_motor1_p3

va_motor1_p3_2

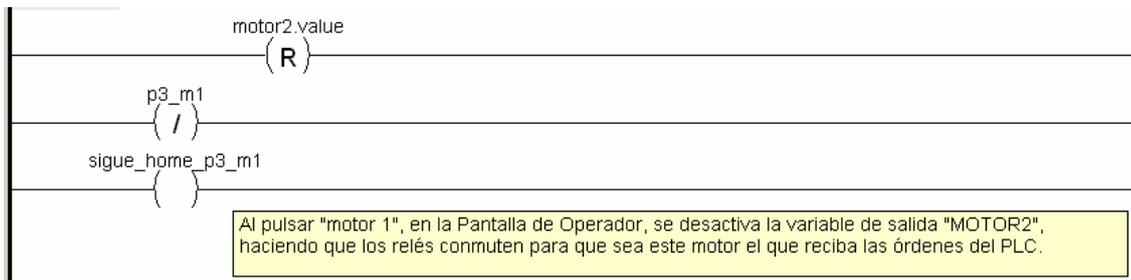


Figura 4 – 56 va_motor1_p3_2

va_motor2_p3

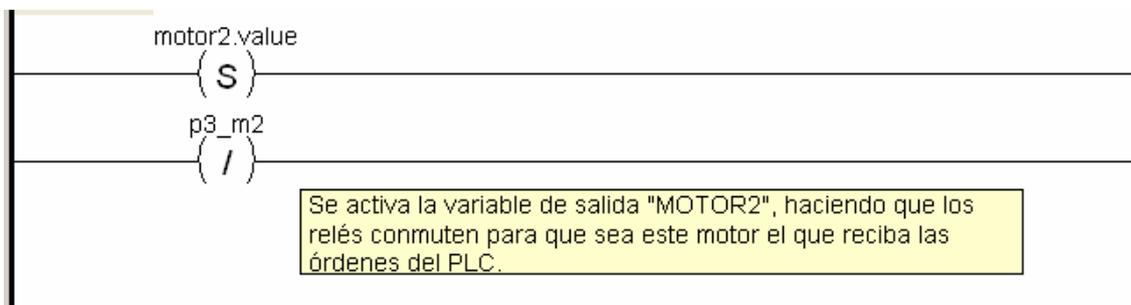


Figura 4 – 57 va_motor2_p3

indica_man

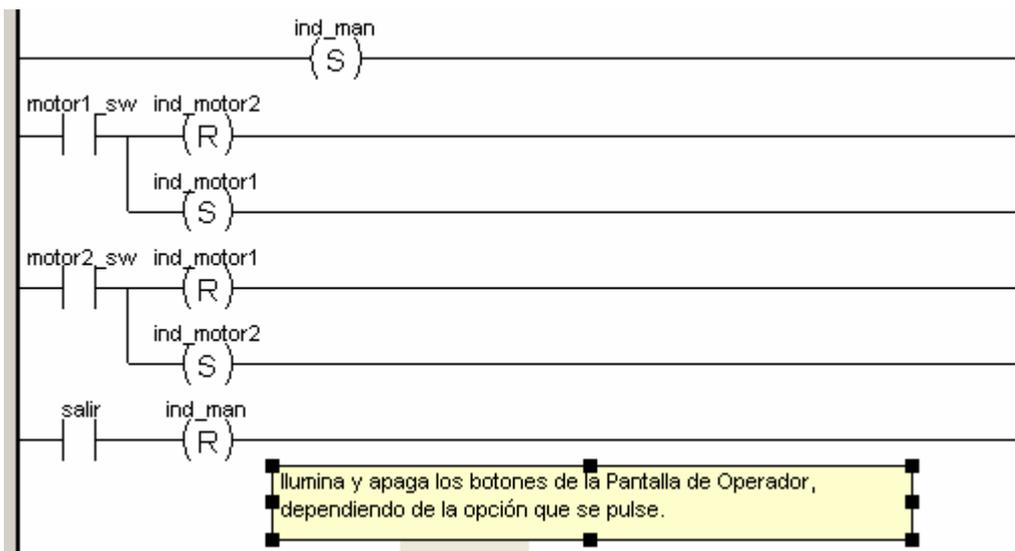


Figura 4 – 58 indica_man

Activa los elementos de la Pantalla de Operador que se visualizarán al elegir el modo “Manual”.

indica_auto

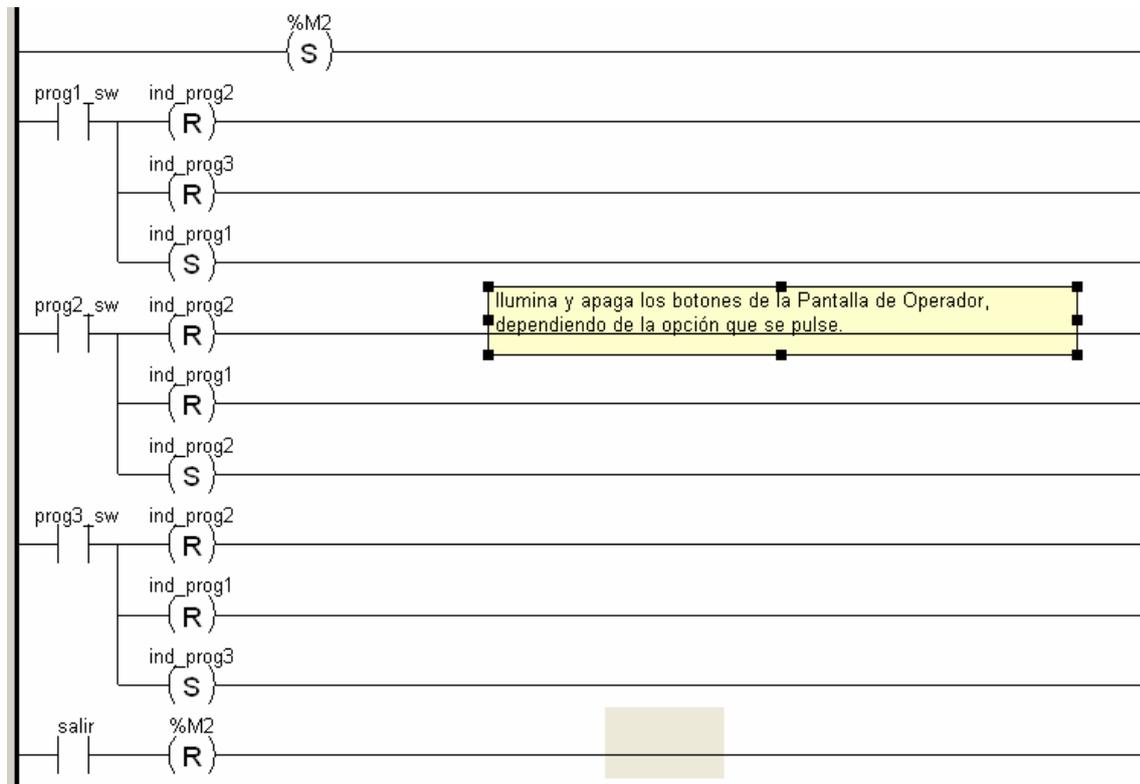


Figura 4 – 59 indica_auto

Igual que el anterior, pero en el modo “Automático”

reset_pulsos_ind

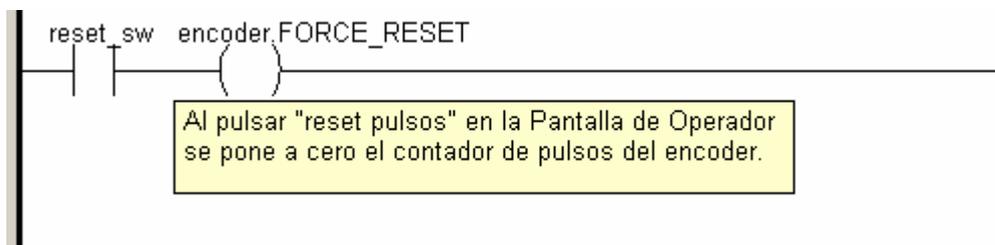


Figura 4 – 60 reset_pulsos_ind

Puesta a cero de la lectura de pulsos del encoder, después de cada cambio de motor.

apagando

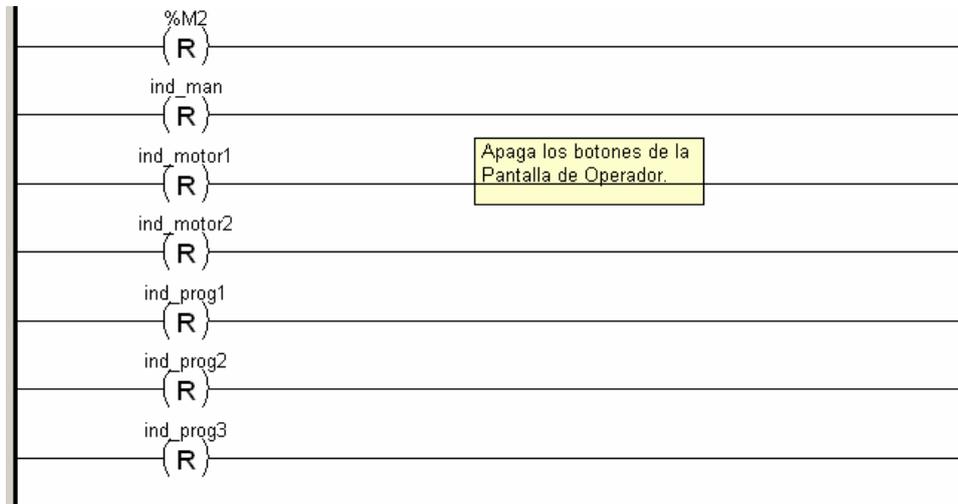


Figura 4 – 61 apagando

Resetea_parando

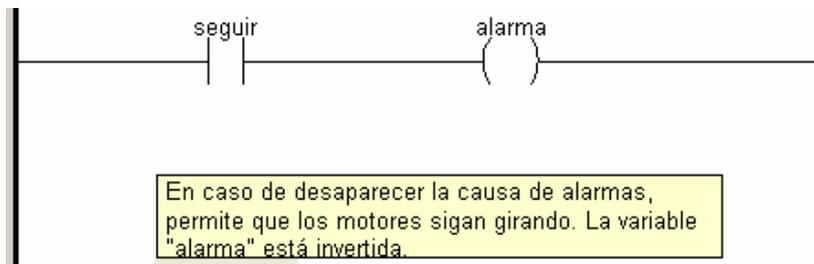


Figura 4 – 62 resetea_parando

Resetea_fuera

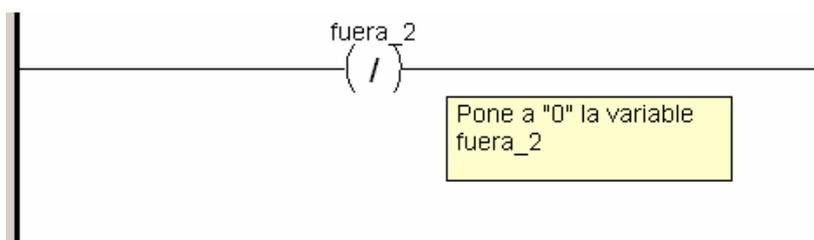


Figura 4 – 63 resetear_fuera

Resetear_fuera_p1

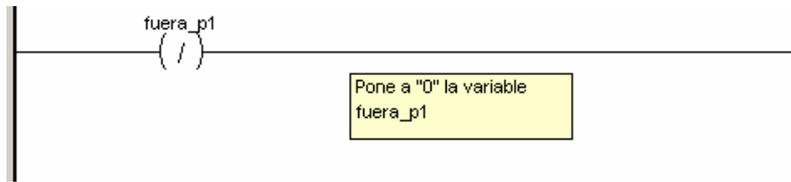


Figura 4 – 64 resetear_fuera_p1

Resetear_fuera_5_auto

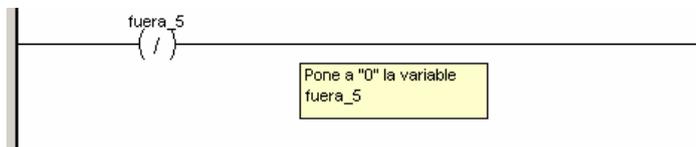


Figura 4 – 65 resetear_fuera_5_auto

Homingman

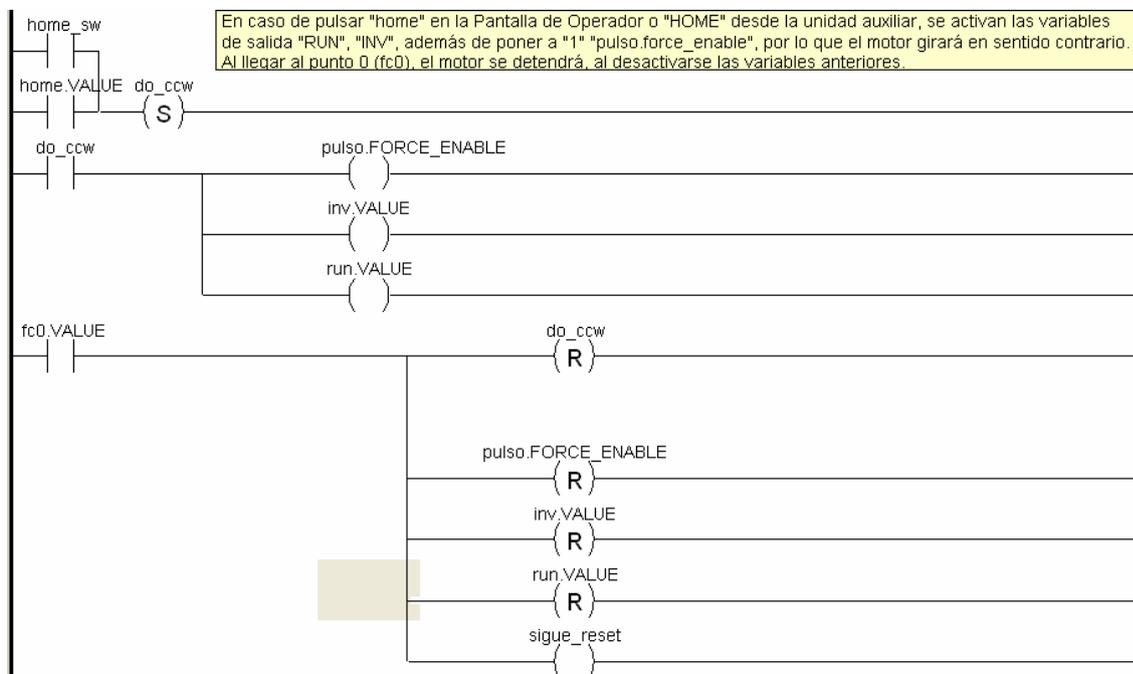


Figura 4 – 66 homingman

Homingauto

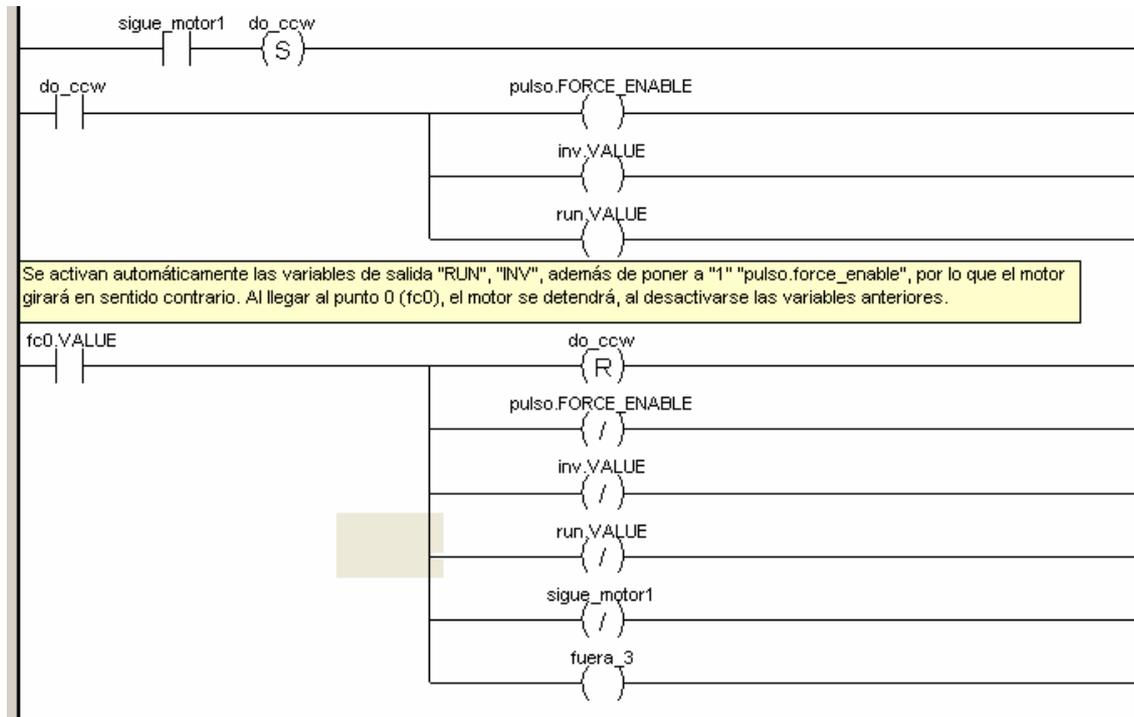


Figura 4 – 67 homingauto

Homingauto2

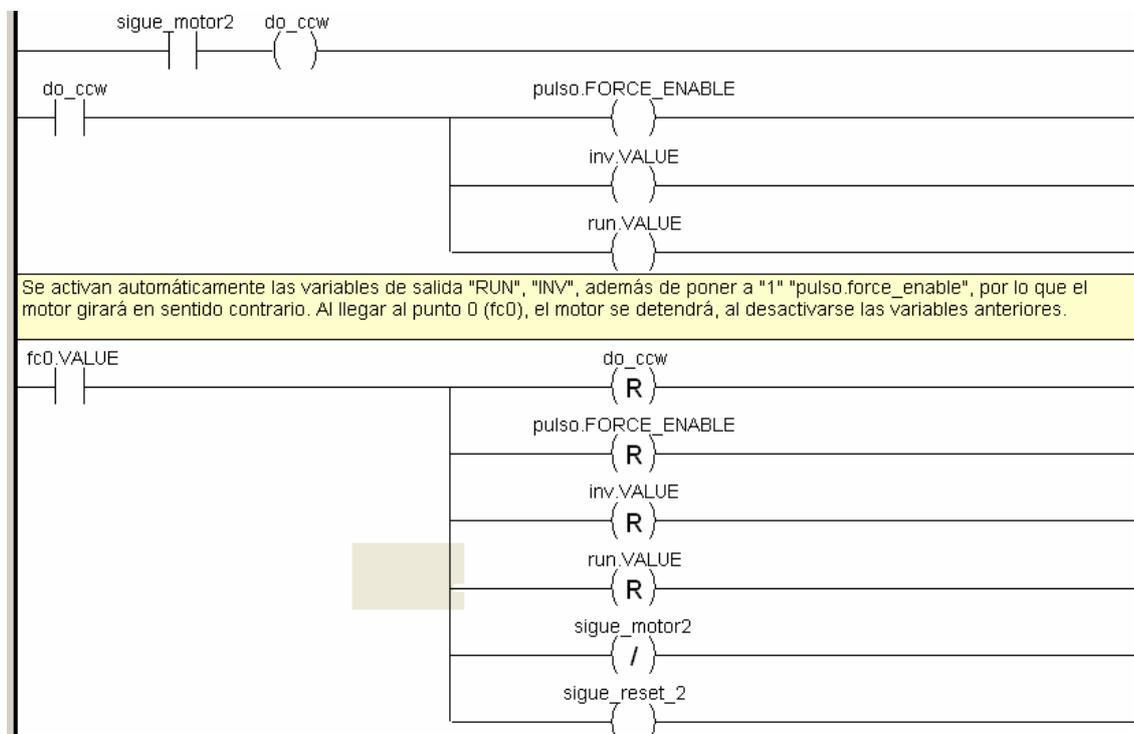


Figura 4 – 68 homingauto2

Homingauto_p1_m1

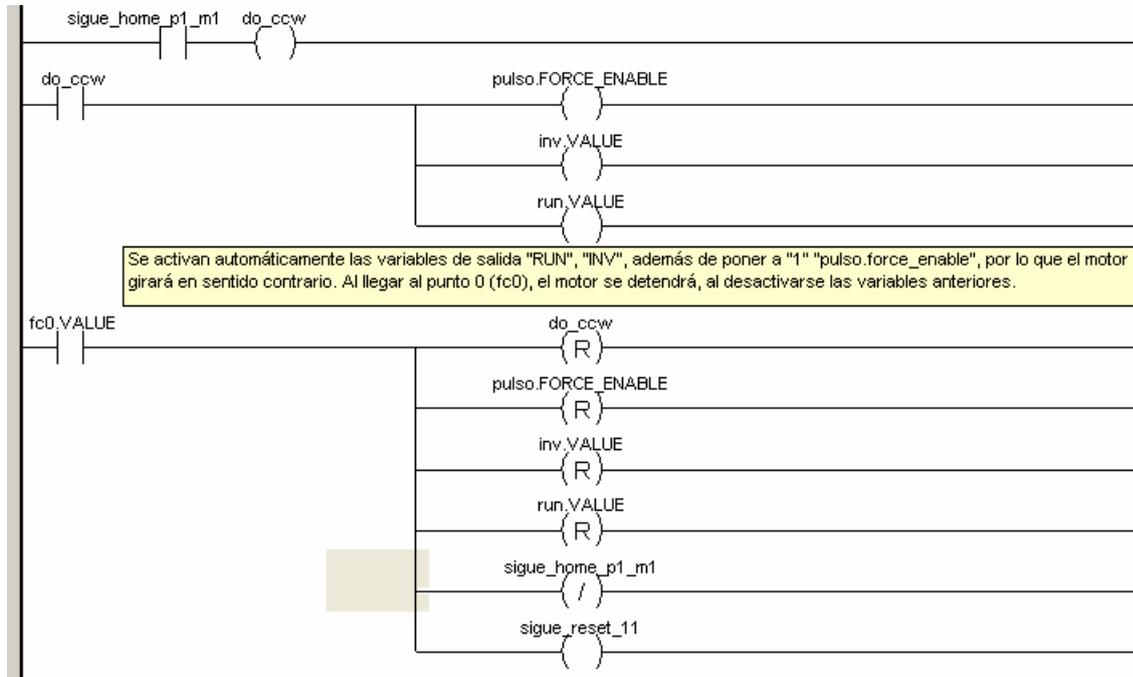


Figura 4 – 69 homingauto_p1_m1

Homingauto_p1_m2

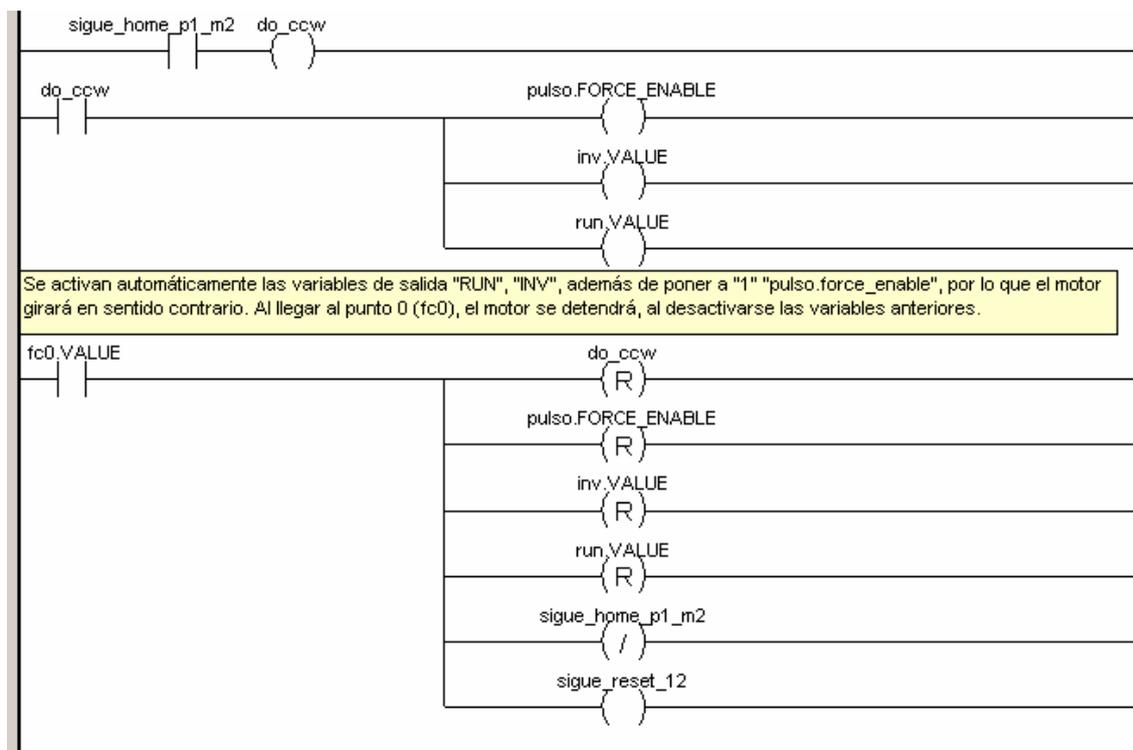


Figura 4 – 70 homingauto_p1_m2

Homingauto_p2_m1

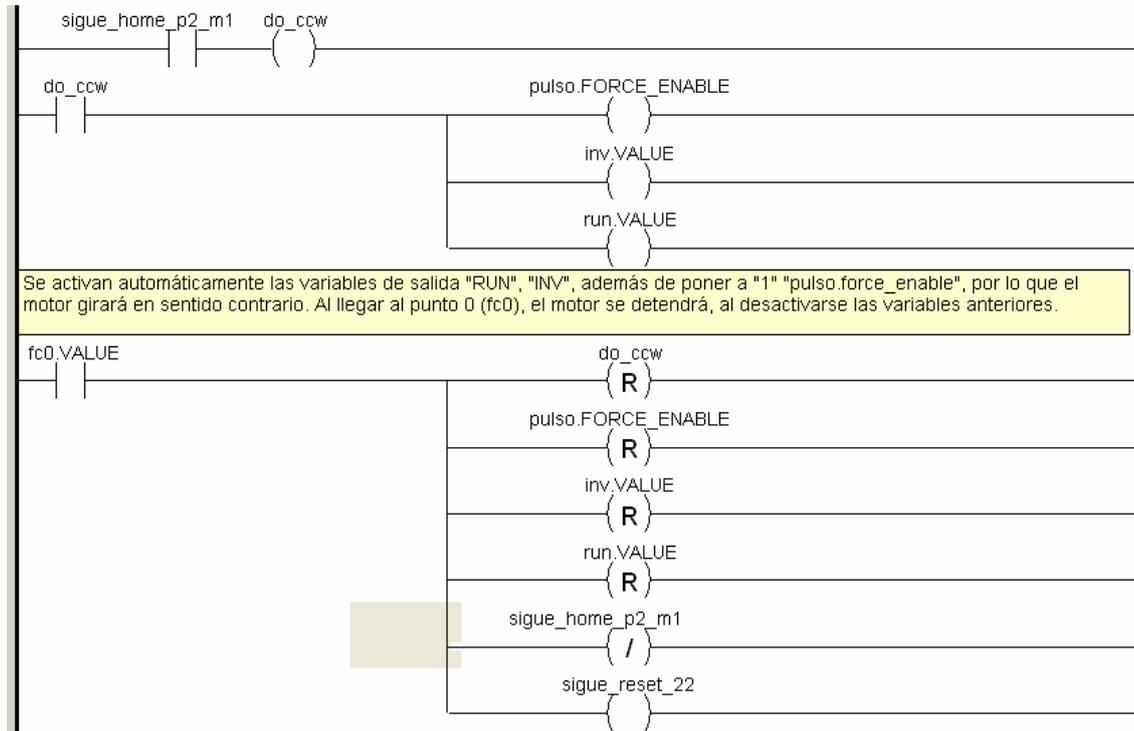


Figura 4 – 71 homingauto_p2_m1

Homingauto_p2_m2

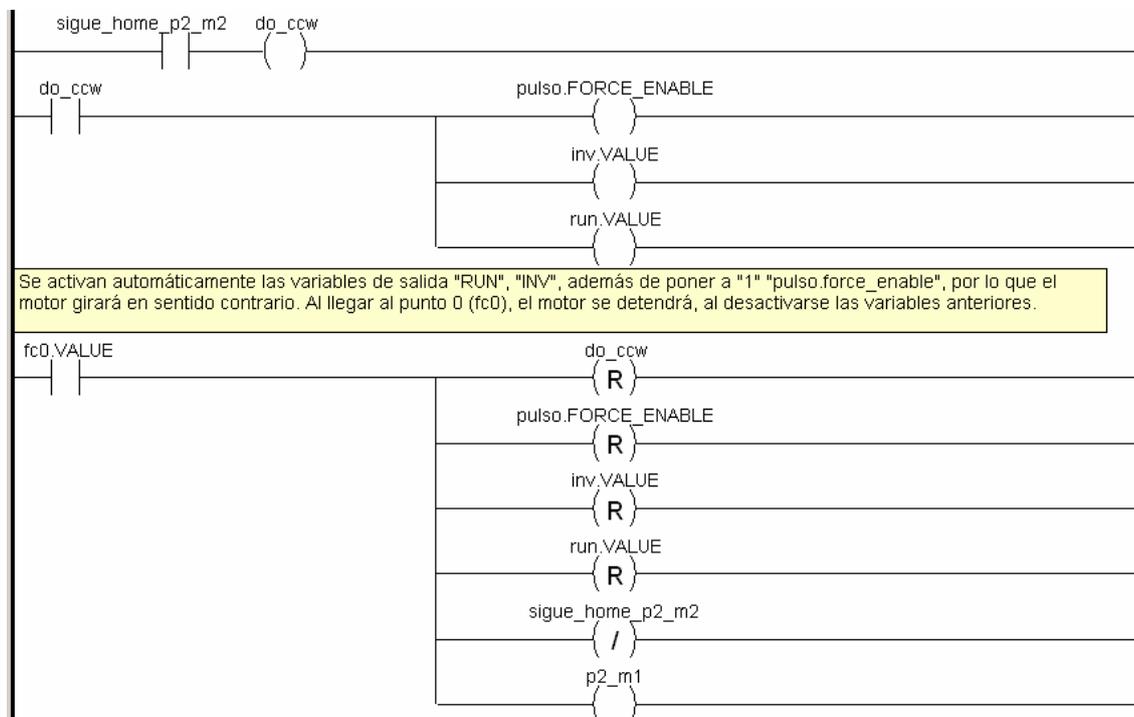


Figura 4 – 72 homingauto_p2_m2

Homingauto_p3_m1

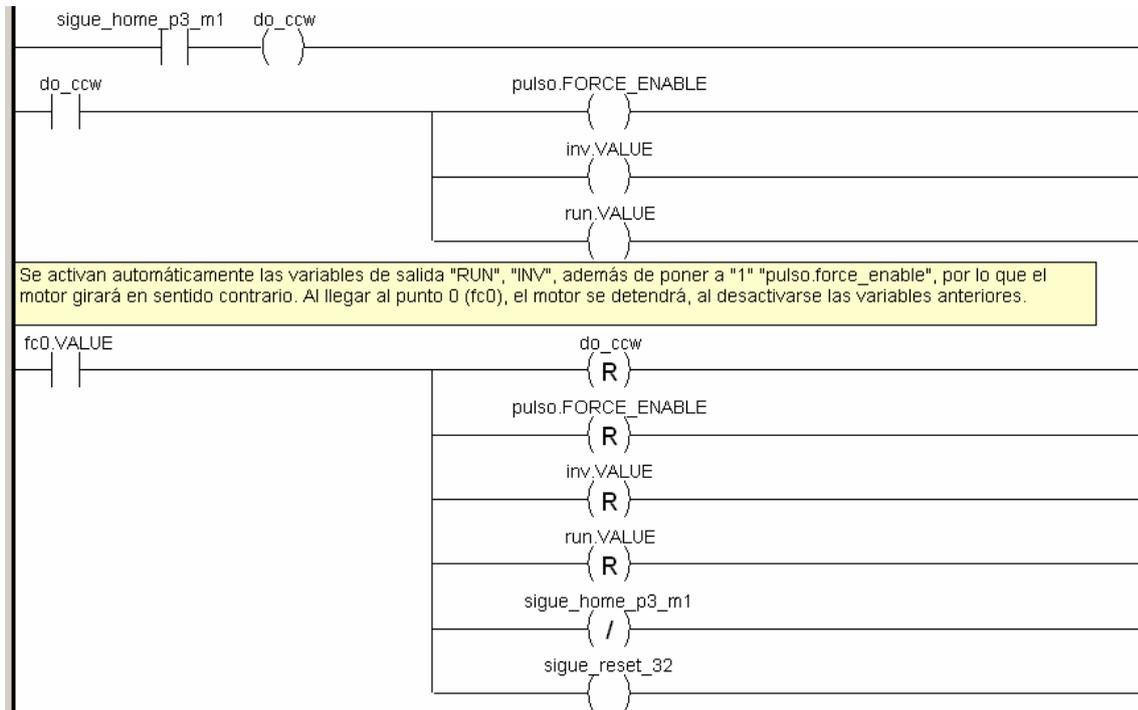


Figura 4 – 73 homingauto_p3_m1

Homingauto_p3_m2

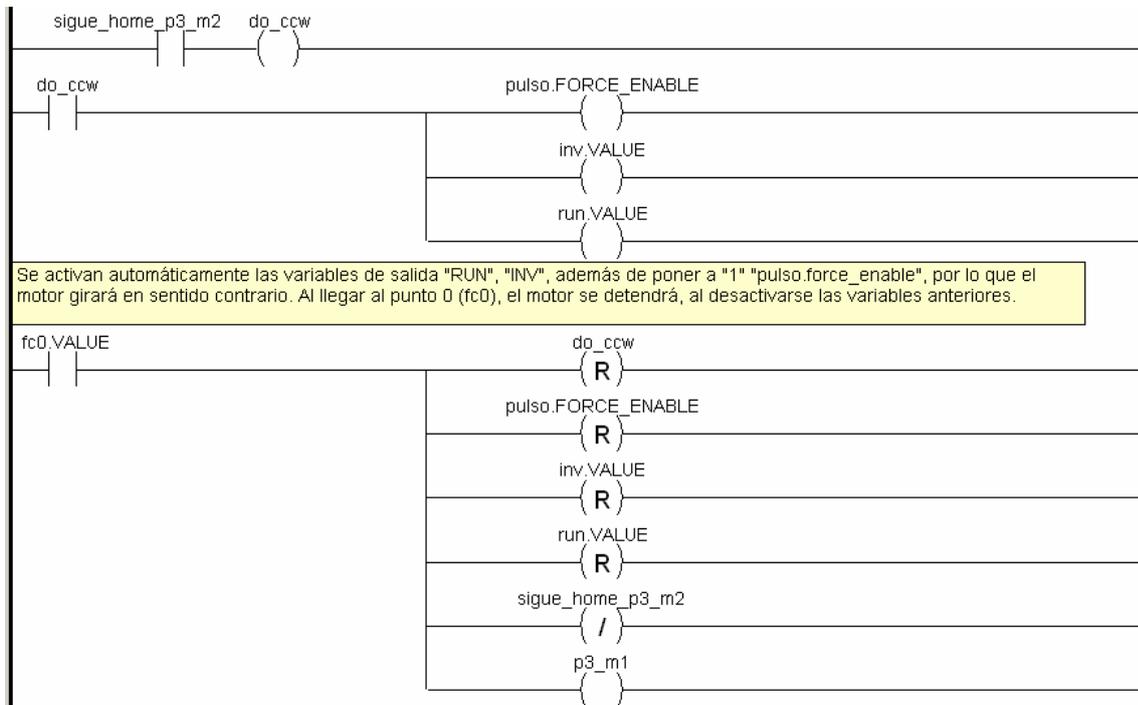


Figura 4 – 74 homingauto_p3_m2

Llegax1_m1

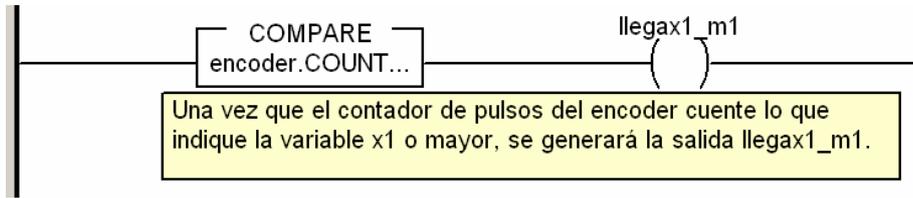


Figura 4 – 75 llegax1_m1

Llegary1_m2

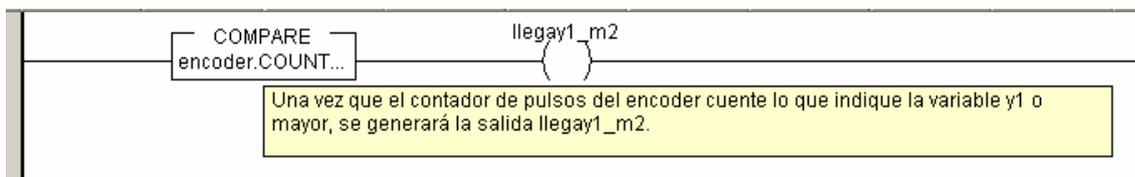


Figura 4 – 76 llegary1_m2

Llegax1_m1_p3

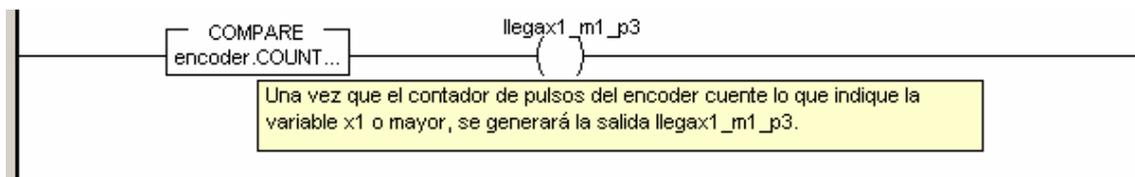


Figura 4 – 77 llegax1_m1_p3

Llegax2_m1_p3

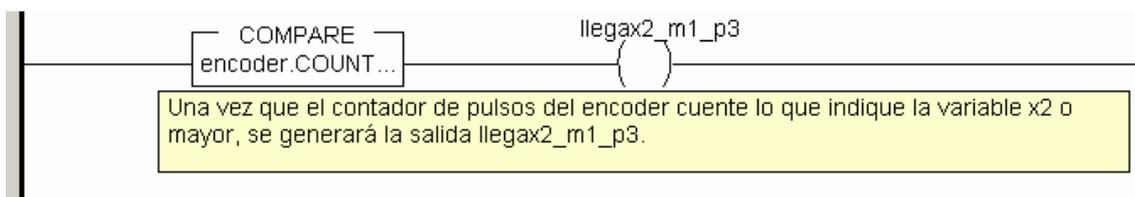


Figura 4 – 78 llegax2_m1_p3

Llegary1_m2_p3

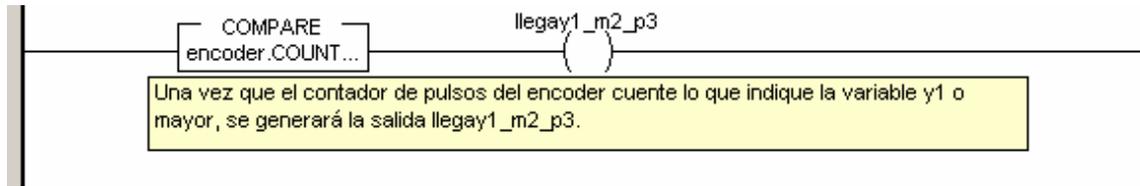


Figura 4 – 79 llegary1_m2_p3

Llegary2_m2_p3

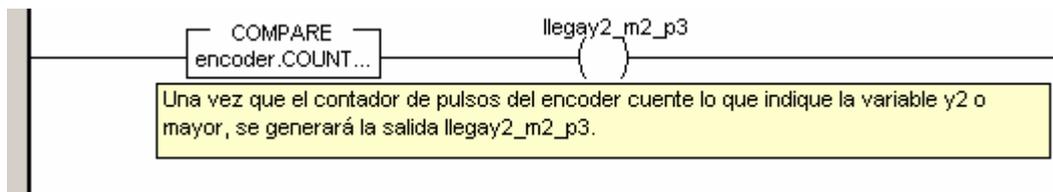


Figura 4 – 80 llegary2_m2_p3

Resetea_encoder_p2

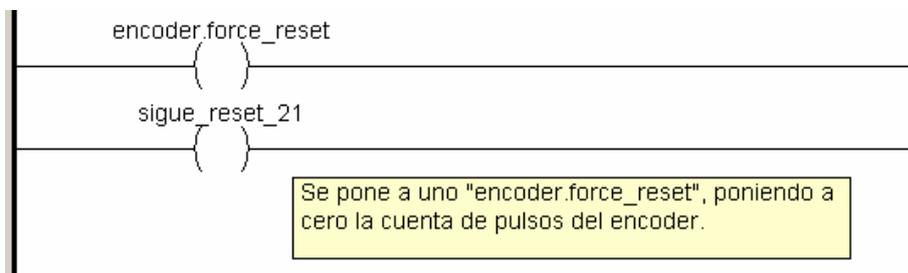


Figura 4 – 81 resetea_encoder_p2

Resetea_encoder_p3

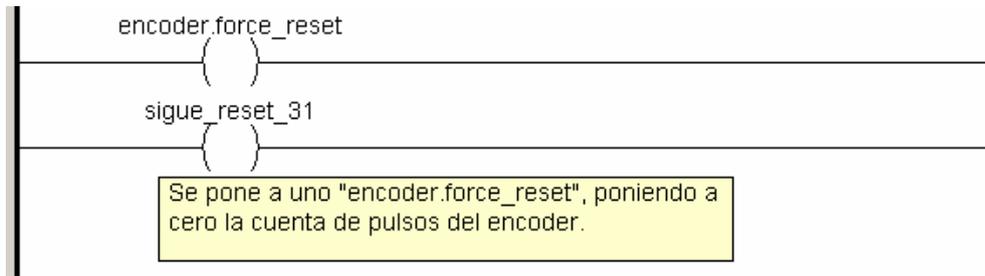


Figura 4 – 82 resetea_encoder_p3

Resetear_encoder_home_man

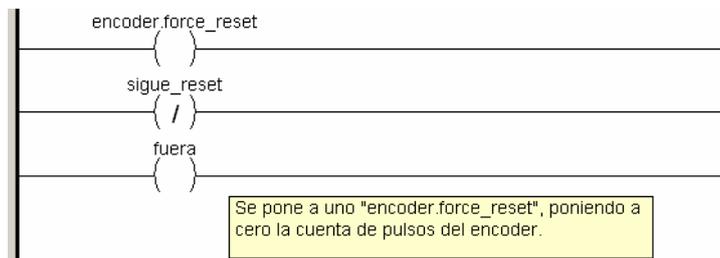


Figura 4 – 83 resetear_encoder_home_man

Reset_encoder_home_auto

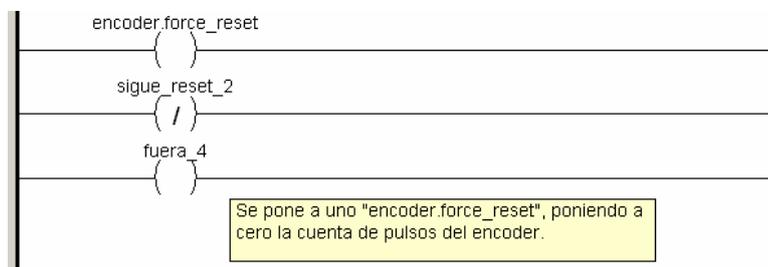


Figura 4 – 84 reset_encoder_home_auto

Reset_encoder_home_p2_m1

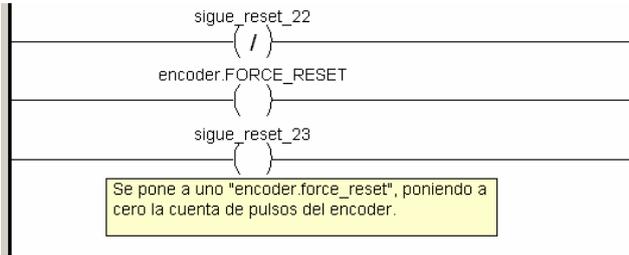


Figura 4 – 85 reset_encoder_home_p2_m1

Reset_encoder_home_p3_m1

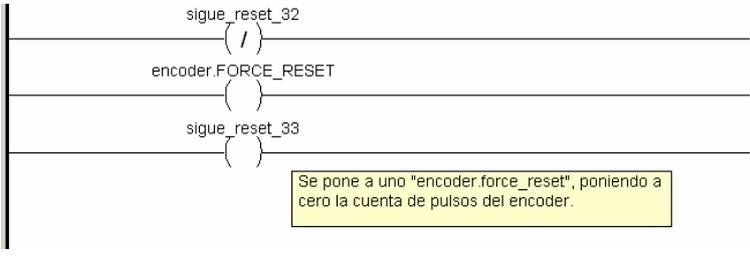


Figura 4 – 86 reset_encoder_home_p3_m1

Reset_encoder_home_auto_p1_m1

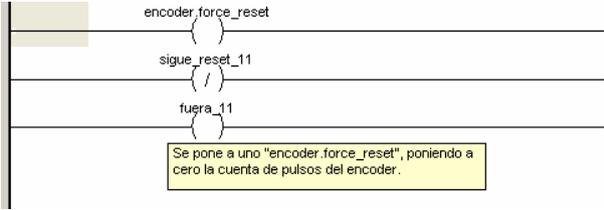


Figura 4 – 87 reset_encoder_home_auto_p1_m1

Reset_encoder_home_auto_p1_m2

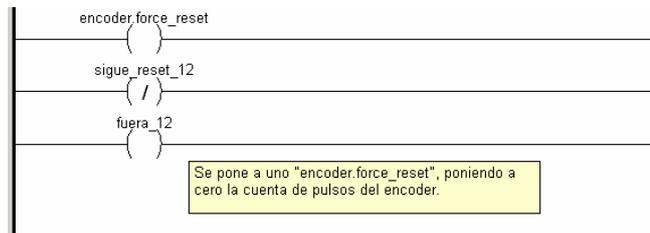


Figura 4 – 88 reset_encoder_home_auto_p1_m2

Activar_encoder_p2

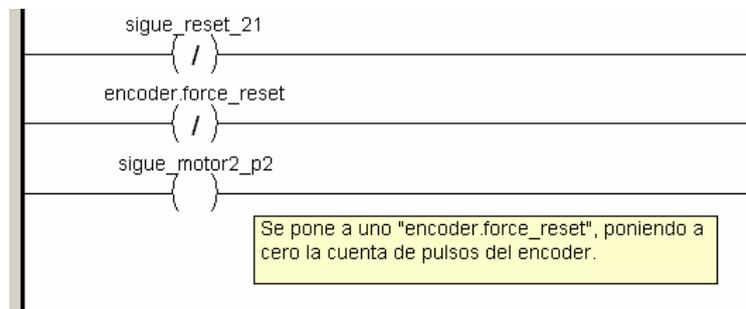


Figura 4 – 89 activar_encoder_p2

Activar_encoder_p3

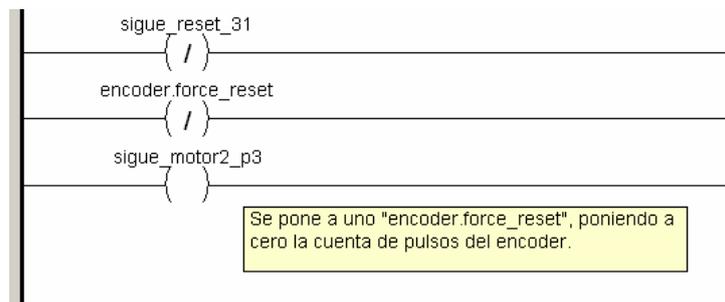


Figura 4 – 90 activar_encoder_p3

Activar_encoder_man

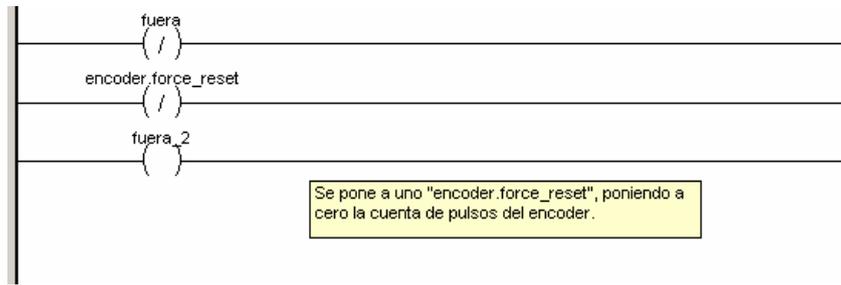


Figura 4 – 91 activar_encoder_man

Activar_encoder_auto

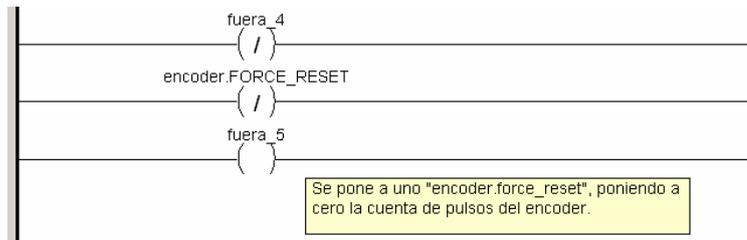


Figura 4 – 92 activar_encoder_auto

Activar_encoder_home_p1_m1

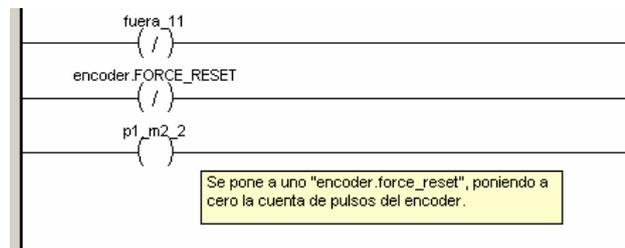


Figura 4 – 93 activar_encoder_home_p1_m1

Activar_encoder_home_p1_m2

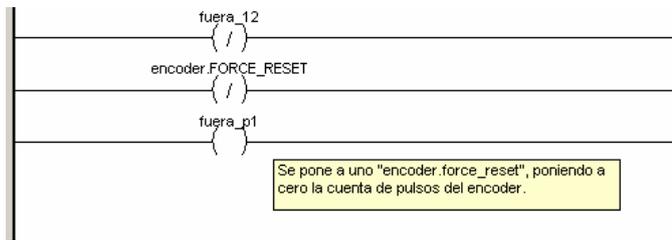


Figura 4 – 94 activar_encoder_home_p1_m2

Activar_encoder_home_p2_m1

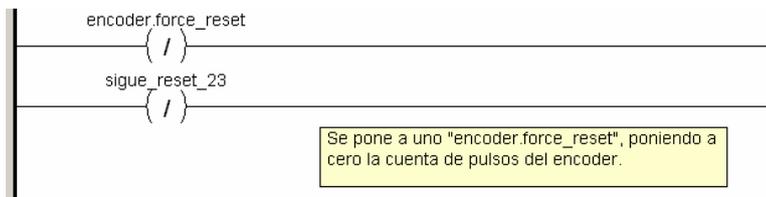


Figura 4 – 95 activar_encoder_home_p2_m1

Activar_encoder_home_p3_m1

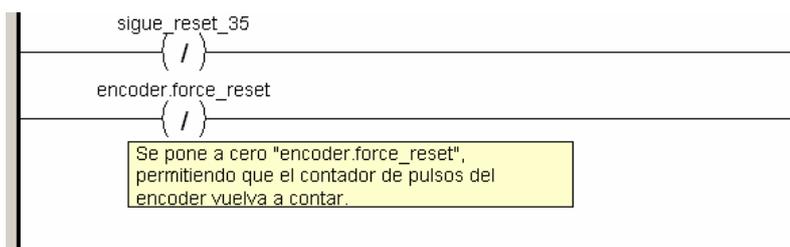


Figura 4 – 96 activar_encoder_home_p3_m1

TRANSICIONES

Todas las transiciones que se exponen a continuación, salvo “**seguir**”, se activan al llegar el motor a una posición, determinada por los valores de las variables “x1”, “y1”, “x2” e y2”

seguir

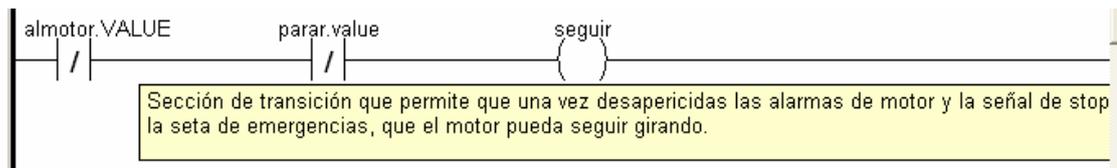


Figura 4 – 97 seguir

esperando_2s

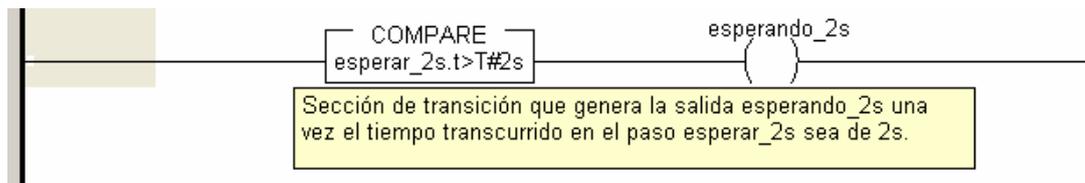


Figura 4 – 98 esperando_2s

esperando_2s_2

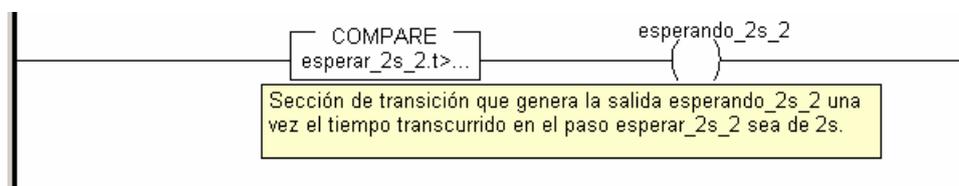


Figura 4 – 99 esperando_2s_2

esperando_2s_3

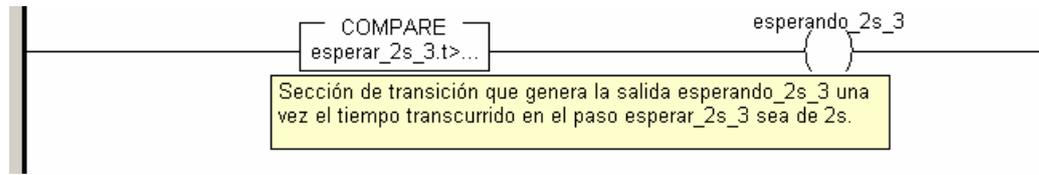


Figura 4 – 100 esperando_2s_3

esperando_1s_man

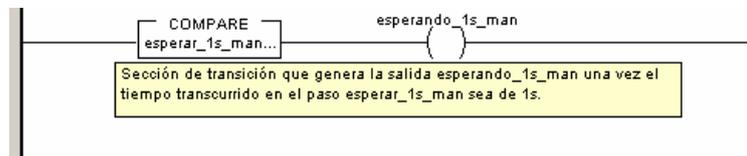


Figura 4 – 101 esperando_1s_man

esperando1s_auto

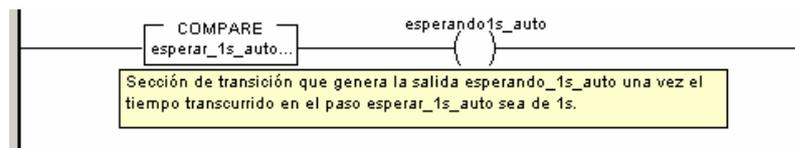


Figura 4 – 102 esperando1s_auto

esperando_1s_auto_2

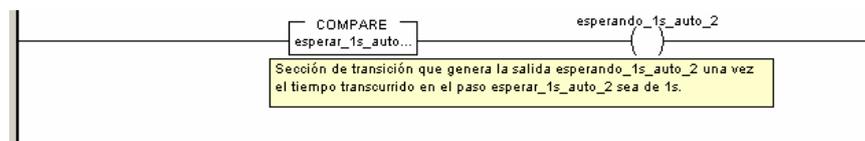


Figura 4 – 103 esperando_1s_auto_2

esperando_1s_home_auto_p1_m1

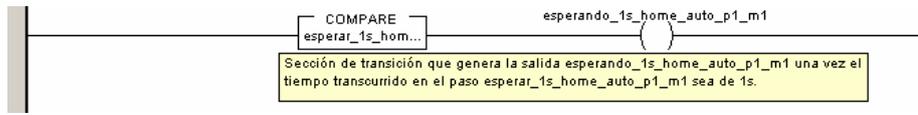


Figura 4 – 104 esperando_1s_home_auto_p1_m1

esperando_1s_home_auto_p1_m2

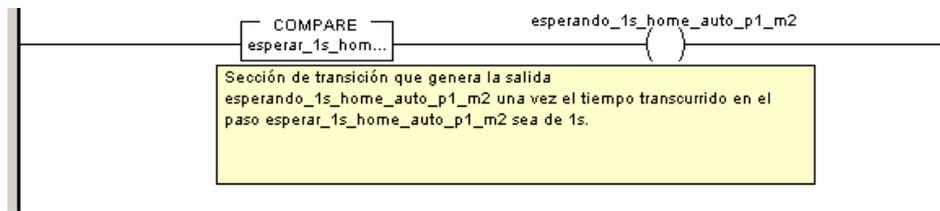


Figura 4 – 105 esperando_1s_home_auto_p1_m2

esperando_1s_p2_m2

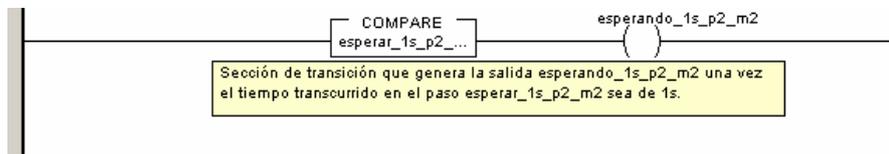


Figura 4 – 106 esperando_1s_p2_m2

esperando_1s_home_p2

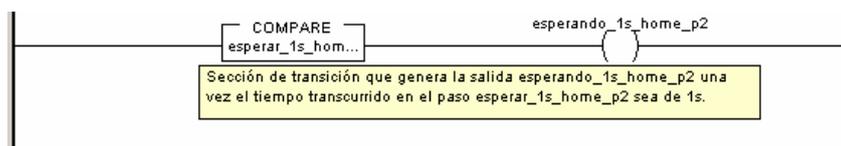


Figura 4 – 107 esperando_1s_home_p2

esperando_1s_p2_m1

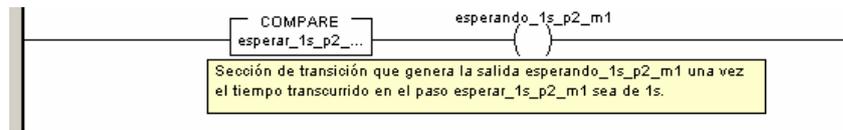


Figura 4 – 108 esperando_1s_p2_m1

esperando_1s_home_p2_2

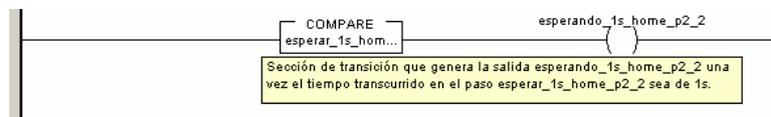


Figura 4 – 109 esperando_1s_home_p2_2

esperando_1s_p3_m1

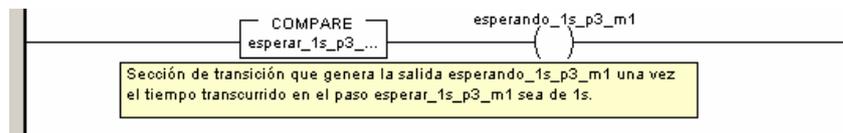


Figura 4 – 110 esperando_1s_p3_m1

esperando_1s_p3_m2

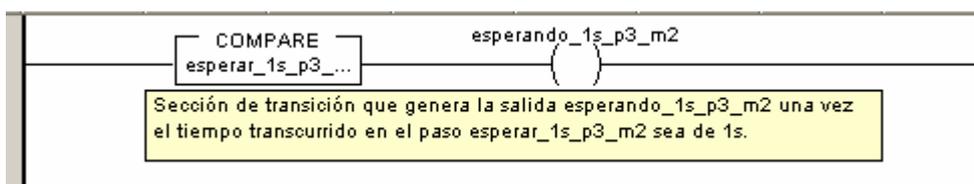


Figura 4 – 111 esperando_1s_p3_m2

esperando_1s_p3_m1_2

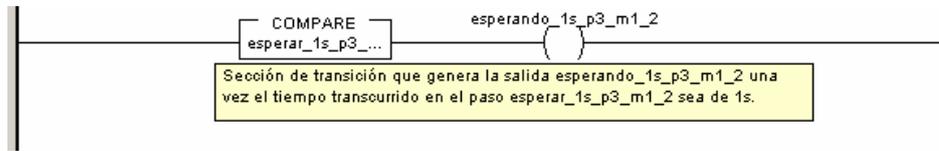


Figura 4 – 112 esperando_1s_p3_m1_2

esperando_1s_p3_m2_2

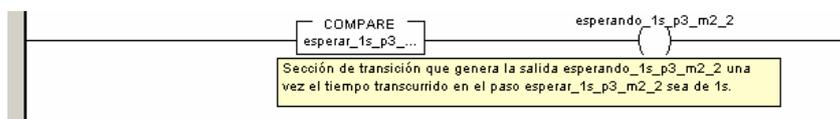


Figura 4 – 113 esperando_1s_p3_m2_2

esperando_1s_home_p3

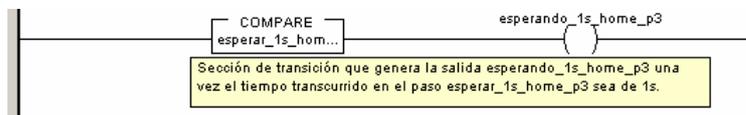


Figura 4 – 114 esperando_1s_home_p3

esperando_1s_home_p3_m1

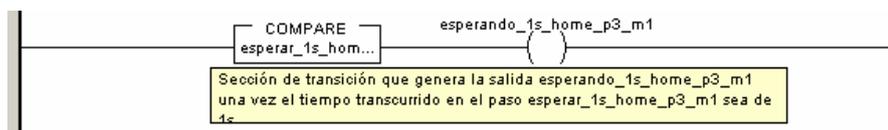


Figura 4 – 115 esperando_1s_home_p3_m1

4.4 Variables empleadas

VARIABLES				
NOMBRE	TIPO	DIRECCIÓ	VALOR	COMENTARIO
alarma	BOOL			Variable que se activa al aparecer una alarma prioritaria
almotor	T_DIS_IN_GEN	%CH0.14		Variable de entrada: señal de alarma del Servo Motor activada por la
auto	BOOL			Transición en Sección Principal: Permite elegir modo automático
aux_cambio_1	BOOL			Variable auxiliar de activa una unidad de temporización
aux_cambio_2	BOOL			Variable auxiliar de activa una unidad de temporización
aux_cambio_3	BOOL			Variable auxiliar de activa una unidad de temporización
aux_ret	BOOL			Variable auxiliar de activa una unidad de temporización
aux_ret_2	BOOL			Variable auxiliar de activa una unidad de temporización
ccw	T_DIS_IN_GEN	%CH0.11		Variable de entrada: señal activada por la Ud Auxiliar para hacer girar
ccw_sw	BOOL			Señal activada desde la Pantalla de Operador para hacer girar el
cw	T_DIS_IN_GEN	%CH0.10		Variable de entrada: señal activada por la Ud Auxiliar para hacer girar
cw_sw	BOOL			Señal activada desde la Pantalla de Operador para hacer girar el
do_ccw	BOOL			Se activa pulsar ccw desde Pantalla de Operador o Mando Auxiliar
do_cw	BOOL			Se activa pulsar cw desde Pantalla de Operador o Mando Auxiliar
enc_reset	BOOL			Variable que se activa para resetear la cuenta de pulsos de encoder tras
encoder	T_SIGN_CPT_BMX	%CH0.21		Variable que agrupa los bits y registros para contar los pulsos de
Esperando1s_auto	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando1s_auto_2	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando_1s_home_auto_p1_m1	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando_1s_home_auto_p1_m2	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando_1s_home_p2	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando_1s_home_p2_2	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando_1s_home_p3	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando_1s_home_p3_m1	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando1s_man	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando1s_p2_m1	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando1s_p2_m2	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando1s_p3_m1	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando1s_p3_m1_2	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando1s_p3_m2	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando1s_p3_m2_2	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando_2s	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando_2s_2	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
Esperando_2s_3	BOOL			Generada en la transición del mismo nombre
fc0	T_DIS_IN_GEN	%CH0.15		Variable de entrada activada por el final de carrera 0
fc1	T_DIS_IN_GEN	%CH0.17		Variable de entrada activada por el final de carrera 1
fuera	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa

fuera_2	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
fuera_3	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
fuera_4	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
fuera_5	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
fuera_11	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
fuera_12	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
fuera_p1	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
home	T_DIS_IN_GEN	%CH0.1.2		Variable de entrada: señal activada por la Ud Auxiliar para hacer girar
home_sw	BOOL			Señal activada desde la Pantalla de Operador para hacer girar el
ind_man	BOOL			Se activa al pulsar “manual” en Pantalla de Operador
ind_motor1	BOOL			Se activa al pulsar “motor 1” en Pantalla de Operador
ind_motor2	BOOL			Se activa al pulsar “motor 2” en Pantalla de Operador
ind_prog1	BOOL			Se activa al pulsar “Programa 1” en Pantalla de Operador
ind_prog2	BOOL			Se activa al pulsar “Programa 2” en Pantalla de Operador
ind_prog3	BOOL			Se activa al pulsar “Programa 3” en Pantalla de Operador
inv	T_DIS_OUT_GEN	%CH0.1.17		Señal que permite que los Servo Motores giren en sentido contrario
llegax1_m1	BOOL			Transición en Programa 2 que indica que motor 1 llega a posición x
llegax1_m1_p3	BOOL			Transición en Programa 3 que indica que motor 1 llega a posición x
Llegax2_m1_p3	BOOL			Transición en Programa 3 que indica que motor 2 llega a posición x
llega_y1_2	BOOL			Transición en Programa 2 que indica que motor 1 llega a posición y
llega_y1_m2_p3	BOOL			Transición en Programa 3 que indica que motor 1 llega a posición y
llega_y2_m2_p3	BOOL			Transición en Programa 3 que indica que motor 2 llega a posición y
man	BOOL			Transición en Sección Principal: Permite elegir modo manual
motor1_sw	BOOL			Transición en Sección Principal: Permite elegir motor 1 desde
motor2	T_DIS_OUT_GEN	CH0.1.19%		Señal para que seleccionar el motor 2
motor2_sw	BOOL			Transición en Sección Principal: Permite elegir motor 2 desde
p1_m1	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
p1_m2	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
p1_m2_2	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
p2_m1	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
p2_m2	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
p3_m1	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
p3_m2	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
parar	T_DIS_IN_GEN	CH0.1.3%		Señal generada por la seta de emergencias
prog1_sw	BOOL			Señal activada desde la Pantalla de Operador para entrar en el
prog2_sw	BOOL			Señal activada desde la Pantalla de Operador para entrar en el
prog3_sw	BOOL			Señal activada desde la Pantalla de Operador para entrar en el
pulso	T_UNSIGN_CPT_B MS	%CH0.2.0		Señal que genera el pulso que activará los Servo Motores
reset_sw	BOOL			Señal activada desde la Pantalla de Operador para poner a cero el
resetmotorin	T_DIS_IN_GEN	%CH0.1.6		Señal activada desde el Mando Auxiliar para resetear la alarma de
resetmotorin_sw	BOOL			Señal activada desde la Pantalla de Operador para resetear la alarma
resetmotorout	T_DIS_OUT_GEN	%CH0.1.18		Señal que llega a la Ud de Servo Driver para resetear la alarma de

retardo	TIME		t#100ms	Valor de temporización
retardo3	TIME		t#300ms	Valor de temporización
retardo5	TIME		t#500ms	Valor de temporización
retardo10	TIME		t#1s	Valor de temporización
retardo20	TIME		t#2s	Valor de temporización
retardo50	TIME		t#5s	Valor de temporización
run	T_DIS_OUT_GEN			Señal que permite moverse a los Servo Motores
salir	BOOL			Transición en Sección Principal: Permite volver al punto de inicio
seguir	BOOL			Transición en Sección Principal: Permite que siga el programa, una
sigue_home_p1_m1	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_home_p1_m2	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_home_p2_m1	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_home_p2_m1	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_home_p3_m1	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_home_p3_m2	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_motor1	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_motor_p1	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_motor_p2	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_motor_p3	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_motor_p3_2	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_motor2	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_motor2_p1	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_motor2_p2	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_motor2_p3	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_motor2_p3_2	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_reset	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_reset_2	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_reset_11	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_reset_12	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_reset_21	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_reset_22	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_reset_23	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_reset_31	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_reset_32	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_reset_33	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
sigue_reset_35	BOOL			Transición que permite seguir avanzando el programa
x1	DINT		20000	Constante que indica el número de pulsos de encoder
x2	DINT		45000	Constante que indica el número de pulsos de encoder
y1	DINT		25000	Constante que indica el número de pulsos de encoder
y2	DINT		50000	Constante que indica el número de pulsos de encoder

Tabla 4 - 1 Variables empleadas

4.5 Bloques de Funciones

BLOQUES DE FUNCIONES			
NOMBRE	TIPO	VALOR	COMENTARIO
FBI_24	TON		Estructura de temporización. Acción: "girarcw"
FBI_25	TON		Estructura de temporización. Acción: "girarccw"
FBI_40	TON		Estructura de temporización. Acción: "cero_man"

Tabla 4 - 2 Bloques de funciones

4.6 Pantalla de Operador

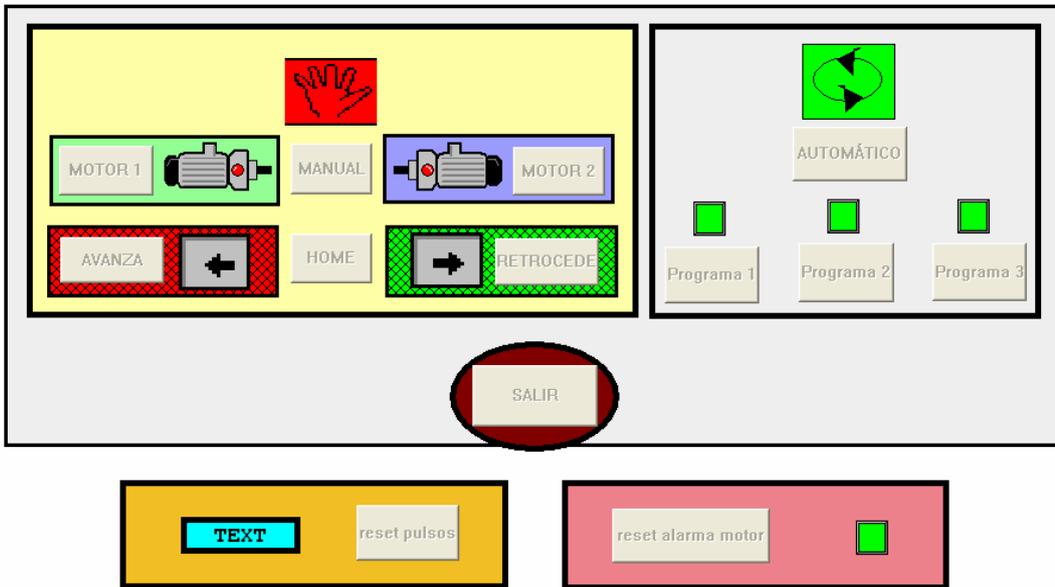


Figura 4 – 116 Pantalla de Operador

Características:

Cuenta con 5 bloques claramente definidos:

Bloque 1

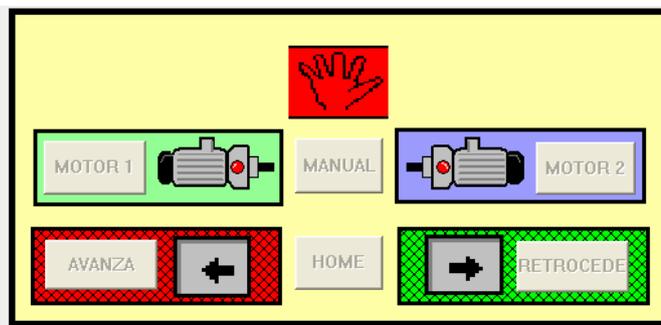


Figura 4 – 117 Pantalla de Operador. Bloque 1

Al pulsar el botón manual



se iluminará el indicativo de esta opción



A partir de aquí se puede elegir entre mover el motor 1, o el motor 2, aflorando el dibujo de un motor para saber con cuál de los dos se está trabajando.



Entonces se habilitará las opciones de giro en un sentido, o en el contrario. Se llamará “avanzar” cuando se aleja del punto 0 (Home),



y “retroceder” cuando se acerca a él.



Si en cualquier momento se pulsa sobre el botón “HOME”



el motor gira hasta que se active el final de carrera, correspondiente al punto origen. (FC0)

Bloque 2

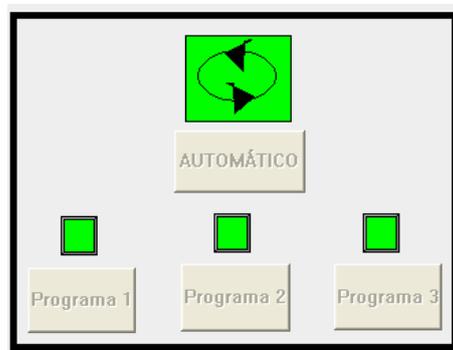


Figura 4 – 118 Pantalla de Operador. Bloque 2

Al pulsar sobre el botón “AUTOMÁTICO”



se ilumina el símbolo elegido



A partir de aquí, se puede elegir alguna de las tres opciones previstas mediante los botones “Programa 1”, “Programa 2” y “Programa 3”



En el caso de elegir uno de ellos, aparecerá un indicativo luminoso.



Bloque 3



Figura 4 – 119 Pantalla de Operador. Bloque 3

Pulsando sobre este botón, se vuelve al inicio del Programa. Esto permitirá pasar del modo “*manual*” al “*automático*” o viceversa.

También pondrá la cuenta de pulsos del encoder, a cero.

Bloque 4

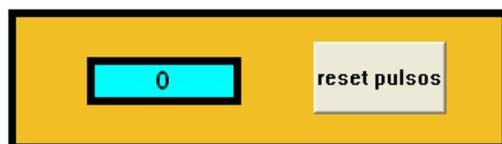


Fig. 4 – 115 Pantalla de Operador. Bloque 4

En este bloque se tiene una ventana en donde aparece la cuenta de pulsos del encoder.

Está tomada directamente del registro que guarda dicha cuenta, en la tarjeta de conteo.

También se encuentra el botón “reset pulsos”. Al pulsarlo, la cuenta vuelve a cero, y empieza de nuevo, independientemente del momento de la ejecución del programa.

Bloque 5

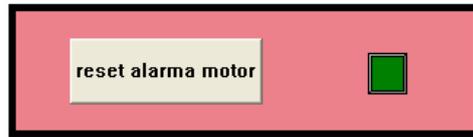


Figura 4 – 120 Pantalla de Operador. Bloque 5

El indicador luminoso cambiará de verde a rojo, cuando aparezca la *alarma de motor*.

Esta alarma se activa por distintas causas.

Llega directamente desde la Unidad de Servo Driver.

Mediante el botón “reset alarma motor” se puede resetear, de tal forma que desaparezca, pero es posible que dependiendo de su origen, se necesite un reset total en la Unidad, teniendo incluso que apagarla, desconectando la alimentación eléctrica, hasta la descarga completa de los condensadores. Tal es el caso de la alarma de sobreviraje, o la de exceso de consumo.

5 GUÍA DE UTILIZACIÓN

5.1 Objetivo

En este apartado se incluye una guía, con el fin de que se pueda hacer uso de los elementos del Proyecto.

Se recuerda el orden en que se tiene que ir integrando los distintos componentes y una vez todo el proceso esté en marcha, el manejo desde la Pantalla de Operador.

5.2 Elementos necesarios

PLC SCHNEIDER M340, equipado con las tarjetas:

BMX CPS 2000

BMX P34 2020

BMX DDM 16022

BMX EHC 0200

UNIDAD DE SERVODRIVER OMRON (p.ej. 100 W R88D - UP04 V)

UNIDAD DE SERVOMOTOR OMRON (p.ej. 100W R88M – U10030VA – S1)

UNIDAD DE INTERFASE ELECTRÓNICA (Objeto del Proyecto)

PC. Es necesario que pueda comunicarse, tanto por medio USB, como Ethernet, y RS-232)

Tiene que soportar los programas:

UNITY PRO XL (Schneider Electric)

SIGMA WIN (Yaskawa) o similar, compatible con WMON (OMRON)

5.3 Conexiones

5.3.1 PC – PLC

Se puede conectar el PC con el PLC, de dos formas distintas: a través de un enlace USB, y de un enlace Ethernet.



Figura 5 – 1 M340 CPU. Conexiones de red

Mediante puerto USB

Una vez en el programa UNITY, y abierto nuestro proyecto, se hace:

PLC -> Establecer dirección

Apareciendo la siguiente ventana:

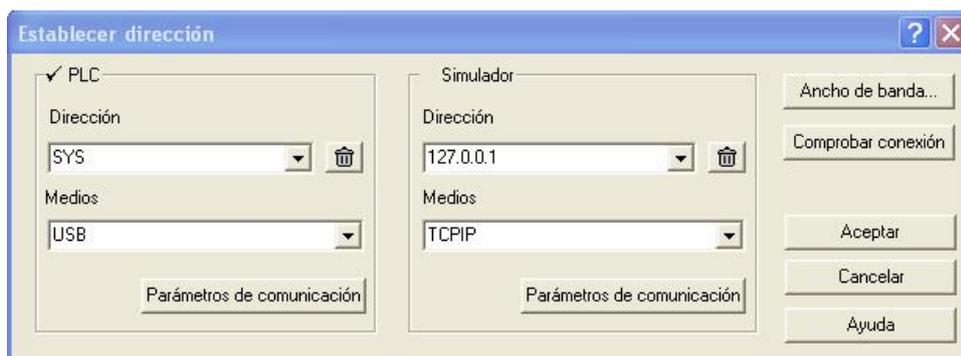


Figura 5 – 2 Pantalla de establecimiento de dirección

En este caso en el área de PLC, se tiene que

Dirección = SYS

Medios = USB

Mediante puerto ETHERNET

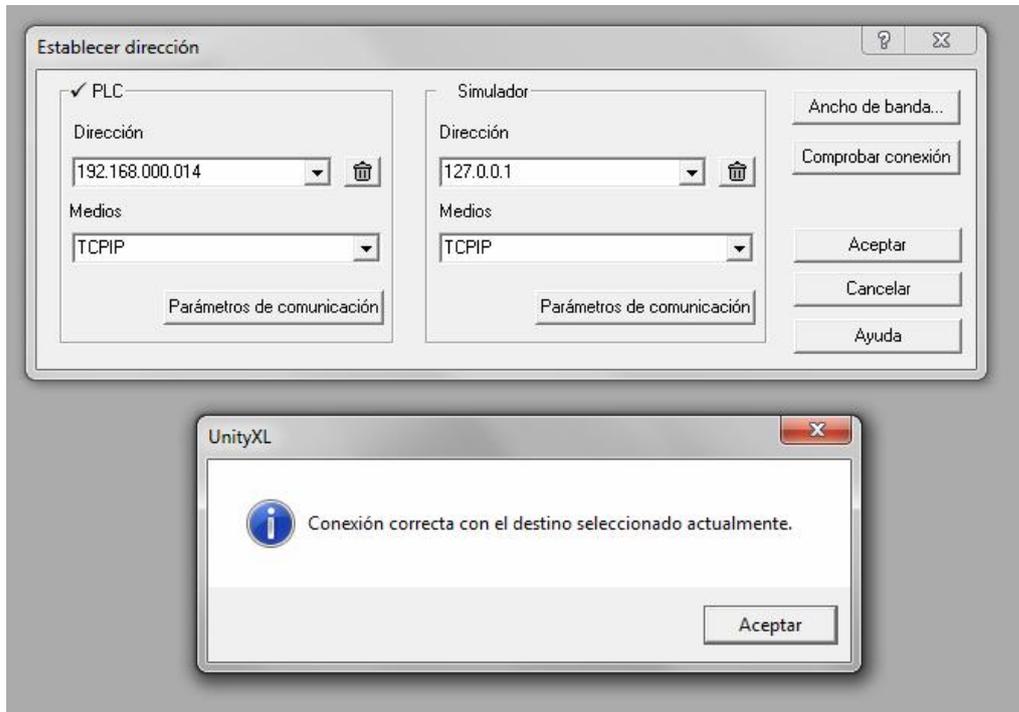


Figura 5 – 3 Pantalla de establecimiento de dirección y comprobación

Dirección = DIRECCIÓN IP DEL PLC (192.168.0.14)

Medios = TCPIP

En ambos casos, se pulsa “aceptar” y quedará configurado.

También se puede probar, pulsando en “comprobar conexión”, que funciona correctamente, tal como lo indica en la pantalla emergente.

5.3.2 PC – Ud Servo Driver

Se utilizará el conector CN-3 de la Ud de SERVODRIVER para la conexión RS-232 con el PC.



Figura 5 – 4 Servo Driver

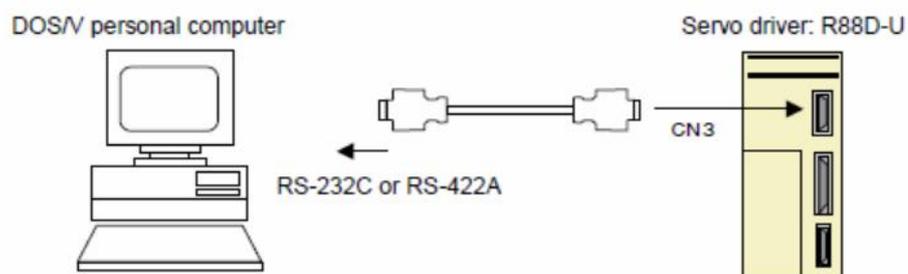


Figura 5 – 5 Conexión PLC – Servo Driver

Una vez que en el programa de monitoreo SIGMA WIN se hace, View -> Communication Settings

Se abrirá la pantalla:

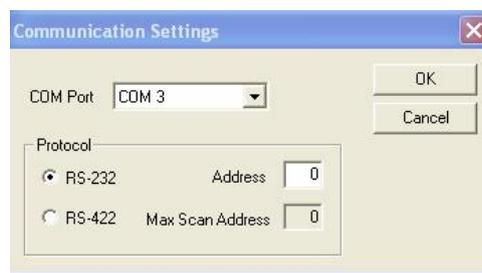


Figura 5 – 6 Pantalla de configuración de comunicaciones

COM PORT = (*)

Protocol = RS – 232

Address = 0

(*) El puerto COM empleado dependerá de cada PC usado.

5.3.3 PLC – Interfase Electrónica

5.3.3.1 PLC – Módulo de Elección de Motor

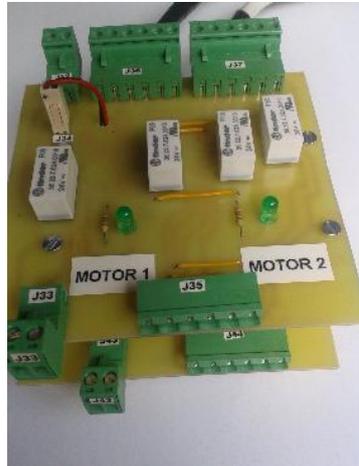


Figura 5 – 7 Módulo de elección de motor

Las conexiones se harán a través del módulo “Elección de Motor”, tarjetas tanto superior, como inferior.

CABLE PLC – MODULO ELECCIÓN DE MOTOR				
ORIGEN			DESTINO	
NOMBRE SEÑAL	PIN	COLOR	CONECTOR	PIN
MÓDULO ENTRADA SALIDAS DIGITALES PLC			MÓDULO ELECCIÓN DE MOTORES	
COMÚN NEGATIVO	19	Blanco	J35	1
INVERSIÓN DE GIRO	12	Naranja	J35	2
RUN	11	Verde	J35	3
RESET ALARMA	13	Transparente	J35	4
ALARMA	5	Negro	J35	5
COMÚN POSITIVO	10	Gris	J35	6
MOTOR 2 (+)	14	Verde claro	J33	1
MOTOR 2 (-)	19	Blanco crema	J33	2
FC 0	6	Blanco sucio	J43	1
FC 1	8	Celeste	J43	2
MÓDULO DE CONTEO			MÓDULO ELECCIÓN DE MOTORES	
PWM +	6	Amarillo	J44	1
PWM -	10	Azul	J44	2
A	3	Rojo	J44	3

B	9	Violeta	J44	4
Z	4	Rosa	J44	5
EGND	5	Marrón	J44	6

Tabla 5 -1 Cable Módulo elección de motor - PLC

5.3.3.2 Módulo de Elección de Motor – Módulo de Adaptación de señales

CABLE MÓDULO ELECCIÓN DE MOTOR – MÓDULO ADAPTACIÓN DE SEÑALES						
MOTOR	NOMBRE SEÑAL	CONECTOR	PIN	COLOR	CONECTOR	PIN
		MOD ELECCIÓN MOTOR			MOD ADAPATACIÓN SEÑALES	
1	COMÚN NEGATIVO	J36	1	Blanco	J3	1
1	INVERSIÓN DE GIRO	J36	2	Naranja	J3	2
1	RUN	J36	3	Verde	J3	3
1	RESET ALARMA	J36	4	Transparente	J3	4
1	ALARMA	J36	5	Negro	J3	5
1	COMÚN NEGATIVO	J36	6	Gris	J3	6
2	COMÚN NEGATIVO	J37	1	Blanco	J3	1
2	INVERSIÓN DE GIRO	J37	2	Naranja	J3	2
2	RUN	J37	3	Verde	J3	3
2	RESET ALARMA	J37	4	Transparente	J3	4
2	ALARMA	J37	5	Negro	J3	5
2	COMÚN NEGATIVO	J37	6	Gris	J3	6
1	PWM +	J45	1	Amarillo	J8	1
1	PWM -	J45	2	Azul	J8	2
1	A	J45	3	Rojo	J8	3
1	B	J45	4	Violeta	J8	4
1	Z	J45	5	Rosa	J8	5
1	EGND	J45	6	Marrón	J8	6
2	PWM +	J46	1	Amarillo	J8	1
2	PWM -	J46	2	Azul	J8	2
2	A	J46	3	Rojo	J8	3
2	B	J46	4	Violeta	J8	4
2	Z	J46	5	Rosa	J8	5
2	EGND	J46	6	Marrón	J8	6

Tabla 5 -2 Módulo elección de motor - Módulo adaptación de señales

5.3.4 Ud Servo Driver – Interfase Electrónica

Las conexiones se harán a través del módulo “Adaptador de señales”, tanto superior, como inferior.



Figura 5 – 8 Módulo adaptador de señales

CABLE SERVO - MODULO ADAPTACIÓN DE SEÑALES				
ORIGEN		DESTINO		
NOMBRE SEÑAL	PIN	COLOR	CONECTOR	PIN
REGLETA AUX SERVO		MÓDULO ADAPTADOR DE SEÑALES		
ALA	34	Rosa	J5	1
ALCOM	35	Naranja	J5	2
EGND	19	Negro	J5	3
RESET ALARMA	18	Blanco	J5	4
CW +	1	Marrón	J6	1
CW -	2	Amarillo	J6	2
CCW +	3	Transparente	J6	3
CCW -	4	Gris claro	J6	4
+ 24V	13	Rojo	J6	5
RUN	14	Verde	J6	6
A +	20	Crema	J9	1
A -	21	Celeste	J9	2
B +	23	Gris	J9	3
B -	22	Azul	J9	4
Z +	24	Verde claro	J9	5
Z -	25	Violeta	J9	6

Tabla 5 -3 Servo Driver - Módulo adaptación de señales

5.3.5 PLC – Seta de Emergencias

Se conecta a la entrada nº 3 del módulo de entradas / salidas digitales del PLC.

La seta dispone de dos contactos, uno normalmente abierto y otro normalmente cerrado. Se usará el primero de los dos.

5.3.6 PLC – Mando Auxiliar

Nombre	Color botón	PIN PLC	Función	Color hilos
IN	Negro	2	CCW	Blanco
OUT	Negro	1	CW	Amarillo
HOME	Azul	3	HOME	Verde
RESET	Rojo	8	RESET MOTOR	Marrón
FC 0	Interruptor	NO SE USA	FC 0	Rojo
FC 1	Interruptor	NO SE USA	FC 1	Azul
Común	-	11	Alimentación	Negro

Tabla 5 -4 Cable mando auxiliar - PLC

5.3.7 Interfase Electrónica – Finales de Carrera

Se cuenta con dos finales de carrera por motor. Llegarán al módulo “Elección de Motor”. En función del motor elegido se seleccionará la pareja de finales de carrera, que se encaminarán a la tarjeta de entradas/salidas digitales del PLC.

NOMBRE DE LA	ORIGEN	PIN	DESTINO	PIN	COLOR
CABLE FINALES DE CARRRA – MÓDULO ELECCIÓN DE MOTORES					
FC 0 MOTOR 1 +	FC0 1 +	NO	J38	2	rojo
FC 0 MOTOR 1 -	FC0 1 -	C	J38	1	blanco-marrón
FC 1 MOTOR 1 +	FC1 1 +	NO	J39	2	verde
FC 1 MOTOR 1 -	FC1 1 -	C	J39	1	blanco-marrón
FC 0 MOTOR 2 +	FC0 2 +	NO	J40	2	rojo
FC 0 MOTOR 2 -	FC0 2 -	C	J40	1	blanco-marrón
FC 1 MOTOR 2 +	FC 1 2 +	NO	J41	2	verde
FC 1 MOTOR 2 -	FC 1 2 -	C	J41	1	blanco-marrón
CABLE MÓDULO ELECCIÓN DE MOTORES - PLC					
FC 0	J43	1	DDM16022	6	blanco sucio
FC 1	J43	2	DDM16022	8	celeste

(*) Pin 1 es común a todos

Tabla 5 -5 Interfase electrónica – Finales de carrera

5.3.8 Ud Servo Driver – Ud Servo Motor

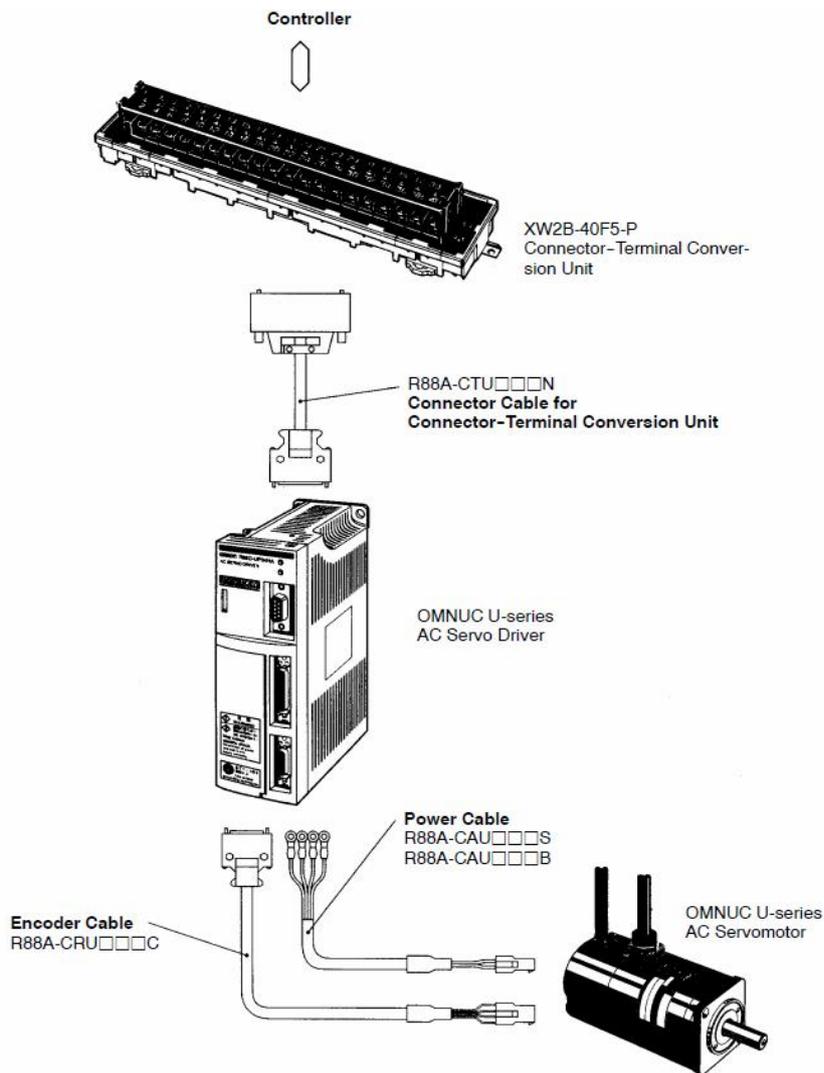


Figura 5 – 9 Conjunto de elementos OMRON

CN-1 Es el puerto a donde conectamos la regleta XW2B – 40F5 – P

CN-2 Es el puerto a dónde se conecta el encoder

CN-3 Es el puerto RS-232 al que se conecta el PC

5.3.9 Alimentación Eléctrica

Todos los elementos tienen clavijas “shuko” para su alimentación a 230 V.

En el caso de la interfase electrónica cuenta, además, con un interruptor general de entrada.

5.4 Configuración Ud de Servo Driver

Asegurarse de que están conectadas las líneas del PC con la unidad de ServoDriver (RS-232)

La configuración se puede almacenar en un fichero tipo *.ypr.

Una vez que esté ejecutándose la aplicación SIGMA WIN, se abre el fichero, y los datos quedarán expuestos en la lista de parámetros.

Como podrán ser o no, los mismos que estén en la unidad de ServoDriver, se envían a la misma, pulsando en la flecha correspondiente:



Figura 5 – 10 Botón de envío de parámetros desde y hacia el Servo Driver

Los cambios en determinados parámetros serán efectivos una vez que se apague totalmente la unidad, y vuelva a encenderse, una vez agotado los condensadores.

5.5 Carga de Programa en PLC

Asegurarse de que están conectadas las líneas del PC con el PLC (USB o Ethernet).

Lanzar el programa UNITY PRO XL.

Abrir el fichero con la aplicación elegida.

Conectar con el PLC. Previamente se ha establecido la dirección de conexión.

PLC -> conectar

Una vez conectado se transfiere el programa al PLC.

PLC -> Transferir proyecto a PLC

Se ejecuta el programa pulsando sobre el botón “RUN”



Figura 5 – 11 Botón para ejecutar la aplicación en Unity Pro

5.6 Operación desde el PC

Una vez que el programa se está ejecutando en el PLC, se abre la Pantalla de Operador.

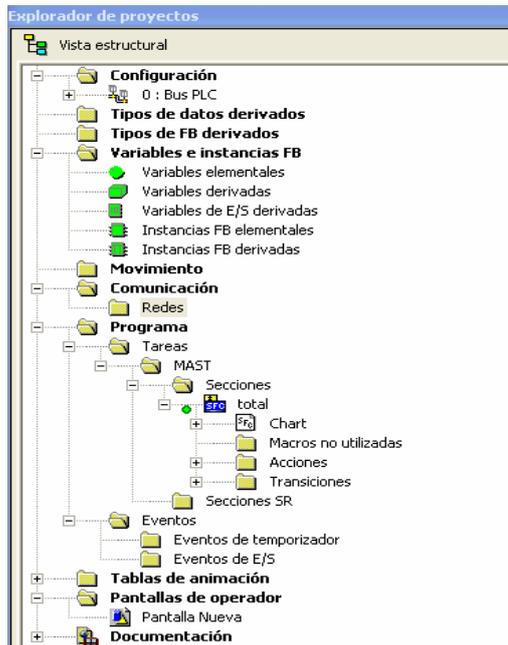


Figura 5 – 12 Explorador de proyectos

Se le habrá asignado un nombre. En el ejemplo de la figura: “Pantalla Nueva”. Al pulsar dos veces, se abrirá la Pantalla de Operador.

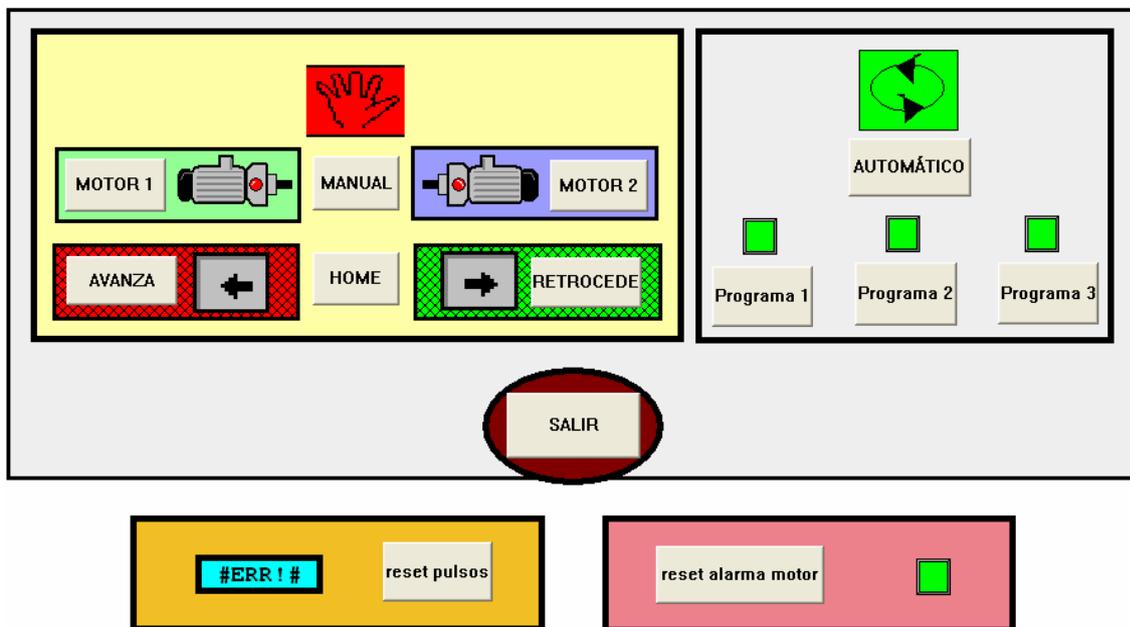


Figura 5 – 13 Pantalla de Operador

Para que la Pantalla se pueda manipular tiene que estar pulsado el botón

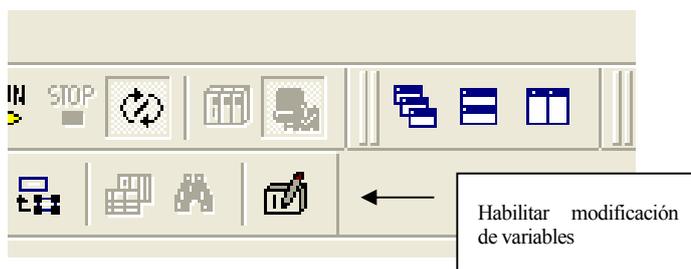


Figura 5 – 14 Pantalla de habilitación de elementos en Pantalla de Operador

También se puede pulsar:

Servicios -> Habilitar modificación de variables (F7)

Operaciones a realizar:

1. Elegir entre modo “MANUAL” o “AUTOMÁTICO”
2. En modo “MANUAL”, elegir entre “MOTOR 1” o “MOTOR 2”
3. Una vez elegido el motor, pulsar “AVANZA” o “RETROCEDE”. Nunca los dos a la vez.
4. Al pulsar “HOME”, el motor elegido gira, retrocediendo, hasta que llega a la posición de inicio, determinada por el final de carrera número 0 (FC0)
5. Al pulsar “SALIR”, se vuelve al inicio, y se puede elegir entre modo “MANUAL” o “AUTOMÁTICO”.
6. Al elegir “AUTOMÁTICO”, dará la opción de elegir entre los tres programas indicados.
7. En “Programa 1” el motor 1 girará hasta llegar al final de carrera (FC1), posteriormente lo hará el motor 2. Éste volverá al punto de inicio, y por último lo hará el motor 1.
8. En “Programa 2”, el motor 1 girará hasta una posición determinada por el número de pulsos de encoder que se reciben, luego el motor 2 hará la misma operación. Una vez que lo realiza, vuelve a la posición de inicio, y a continuación lo hace el motor 1.
9. En “Programa 3”. Igual que en el caso anterior, pero pasarán por dos puntos distintos (x1, y1) y (x2, y2).
10. Si se pulsa “reset pulsos”, la cuenta que aparece a su izquierda se pondrá a cero, empezando a contar de nuevo, en cuanto el motor gire.
11. Si se recibe una alarma, del motor que esté seleccionado en ese momento, el indicador luminoso pasará de verde a rojo.

Si se pulsa “reset alarma motor”, la alarma desaparecerá, y el indicador volverá a lucir en verde. Es posible que determinadas alarmas, aunque aparentemente hayan desaparecido sea necesario realizar un reseteo total de la unidad de ServoDriver, procediendo al corte de la alimentación eléctrica, hasta que se descarguen los condensadores.

5.7 Operación con el Mando Auxiliar



Figura 5 – 15 Mando auxiliar

Una vez que el programa esté corriendo en el PLC, se puede realizar alguna operación desde el mando auxiliar.

Si se pulsa “IN” el motor seleccionado gira hasta alcanzar el punto 0. Es necesario mantener pulsado el botón. Si no, se para.

Si se pulsa “OUT” realizará el giro contrario.

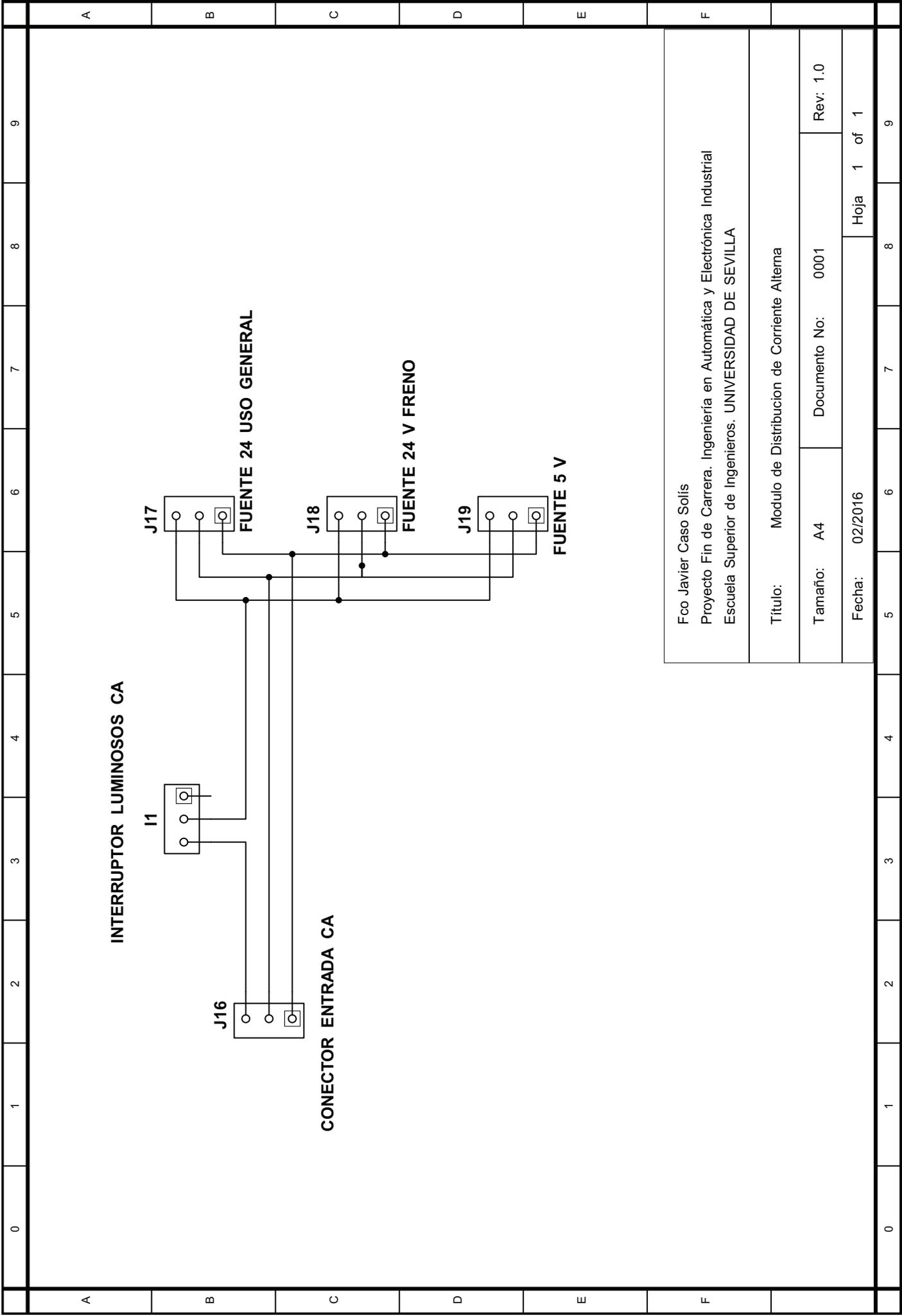
Al pulsar “HOME”, volverá al punto 0, sin tener que tener pulsado constantemente el botón.

Al pulsar “RESET” eliminará la alarma de motor.

Los interruptores “FC0” y “FC1”, simulan los respectivos finales de carrera. Una vez instalados los definitivos, ya no es necesaria su simulación, y por tanto estos interruptores, dejan de tener utilidad.

6 PLANOS ELÉCTRICOS

6.1 Módulo de Distribución de Corriente Alterna

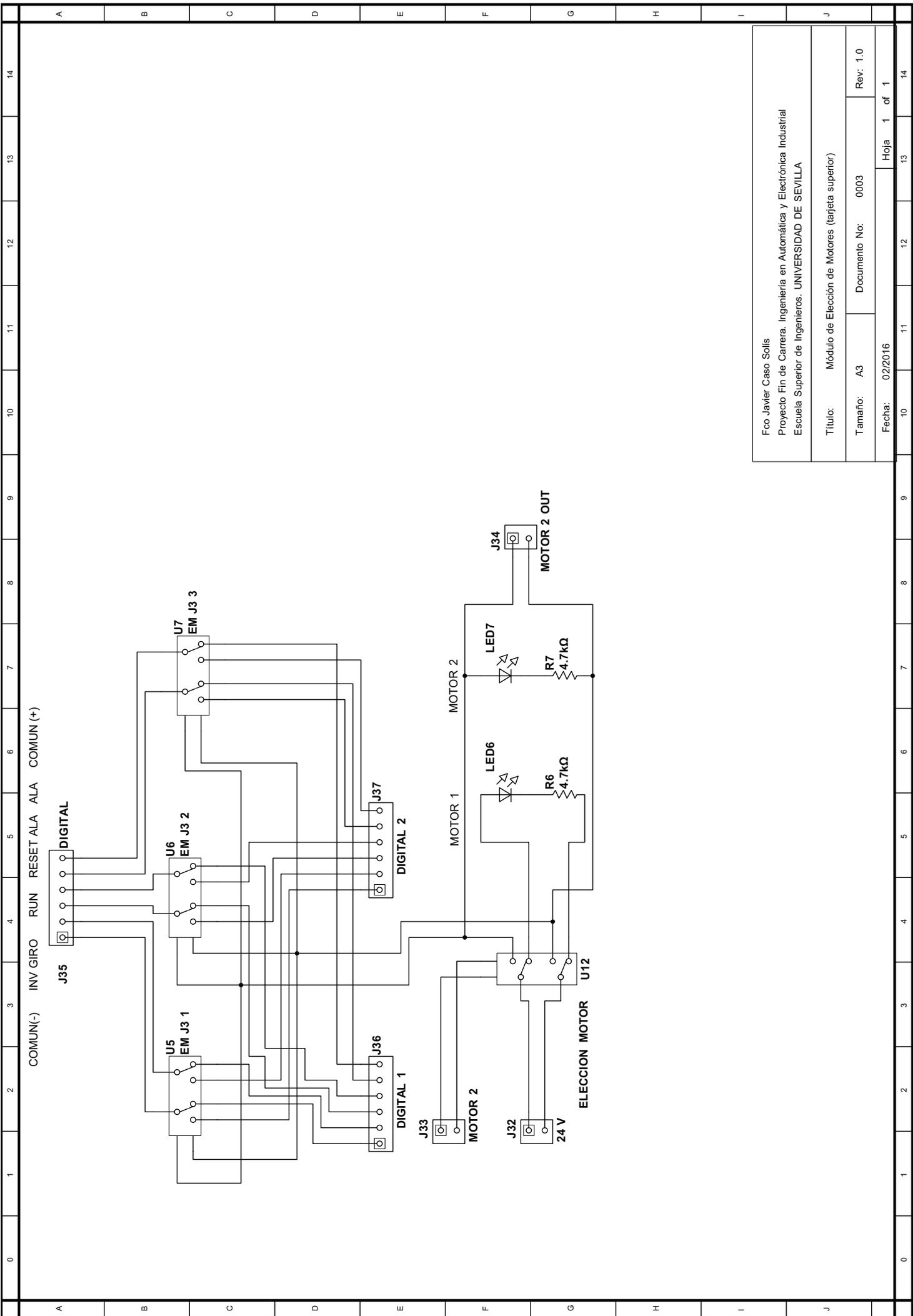


Fco Javier Caso Solís	
Proyecto Fin de Carrera. Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial	
Escuela Superior de Ingenieros. UNIVERSIDAD DE SEVILLA	
Título:	Modulo de Distribucion de Corriente Alterna
Tamaño:	A4
Documento No:	0001
Rev:	1.0
Fecha:	02/2016
Hoja	1 of 1

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	B	C	D	E	F				
A	B	C	D	E	F				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

6.2 Módulo de Distribución de Corriente Continua

6.3 Módulo de Elección de Motor (superior)



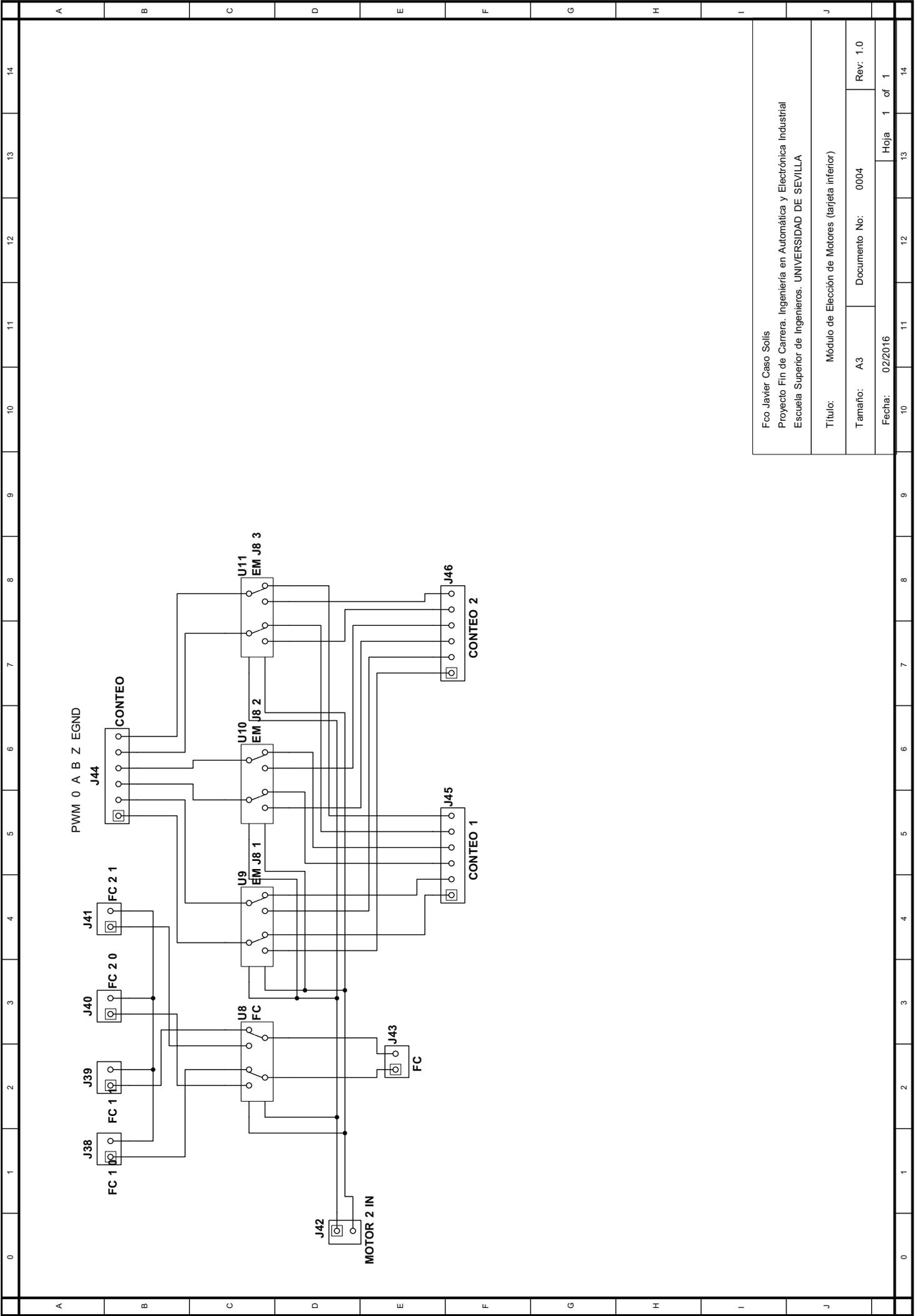
Fco Javier Caso Solis
 Proyecto Fin de Carrera. Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial
 Escuela Superior de Ingenieros. UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Título: Módulo de Elección de Motores (tarjeta superior)

Tamaño: A3 Documento No: 0003 Rev: 1.0

Fecha: 02/2016 Hoja 1 of 1

6.4 Módulo de Elección de Motor (inferior)



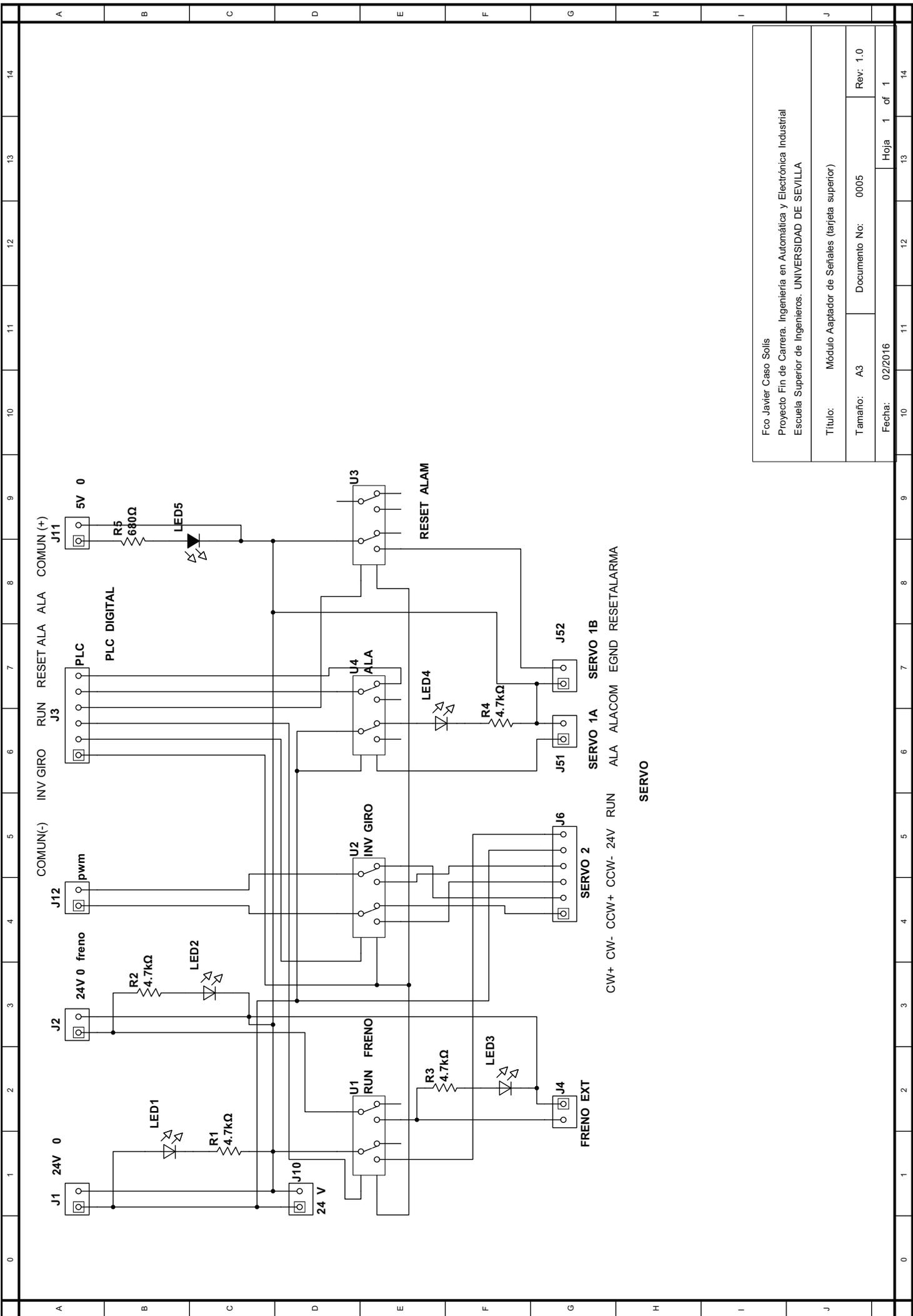
Fco Javier Caso Solís
 Proyecto Fin de Carrera. Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial
 Escuela Superior de Ingenieros. UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Título: Módulo de Elección de Motores (tarjeta inferior)

Tamaño: A3 Documento No: 0004 Rev: 1.0

Fecha: 02/2016 Hoja 1 of 1

6.5 Módulo Adaptador de Señales (superior)



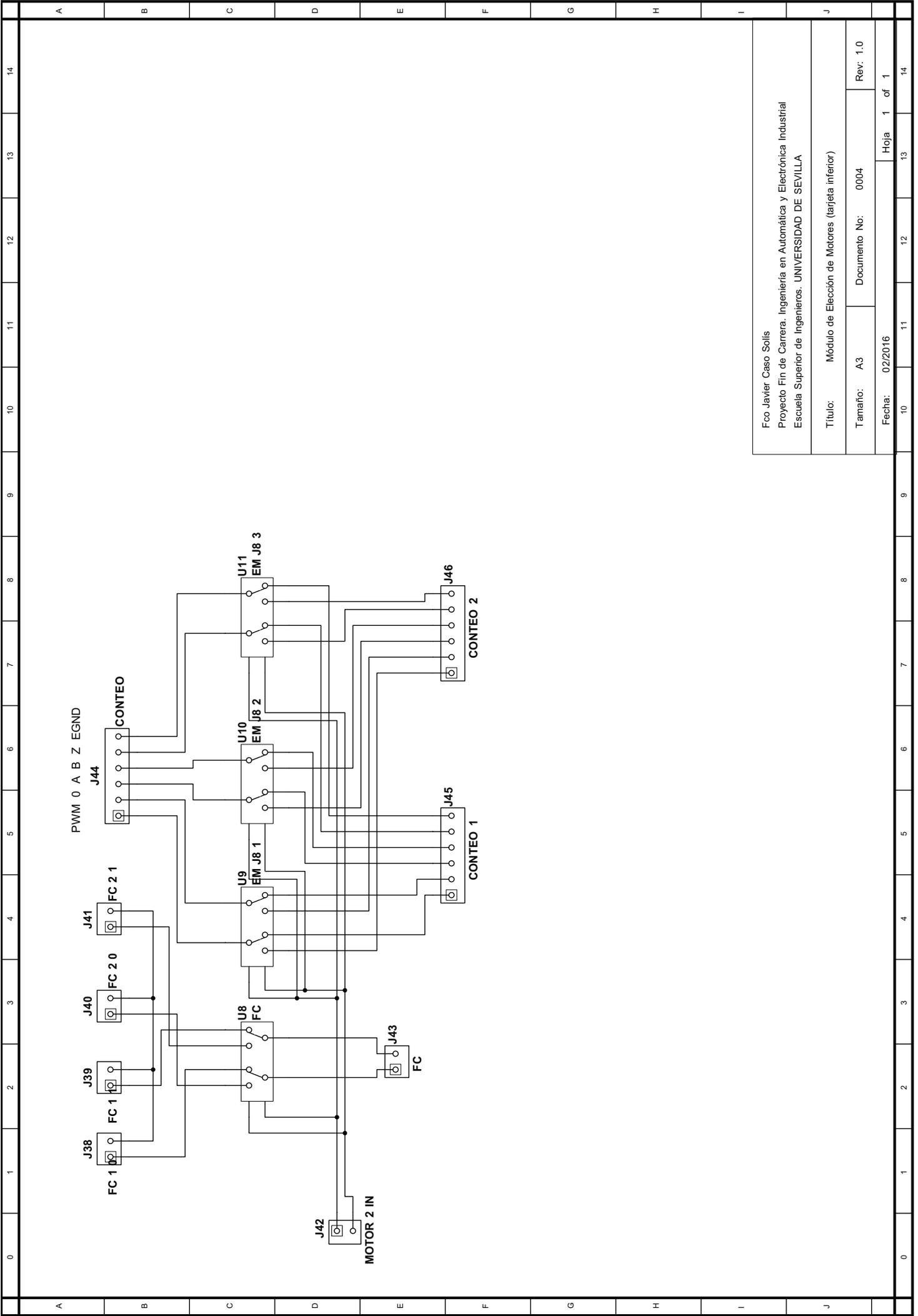
Fco Javier Caso Solis
 Proyecto Fin de Carrera. Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial
 Escuela Superior de Ingenieros. UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Título: Módulo Adaptador de Señales (tarjeta superior)

Tamaño: A3 Documento No: 0005 Rev: 1.0

Fecha: 02/2016 Hoja 1 of 1

6.6 Módulo Adaptador de Señales (inferior)



Fco Javier Caso Solís
 Proyecto Fin de Carrera. Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial
 Escuela Superior de Ingenieros. UNIVERSIDAD DE SEVILLA

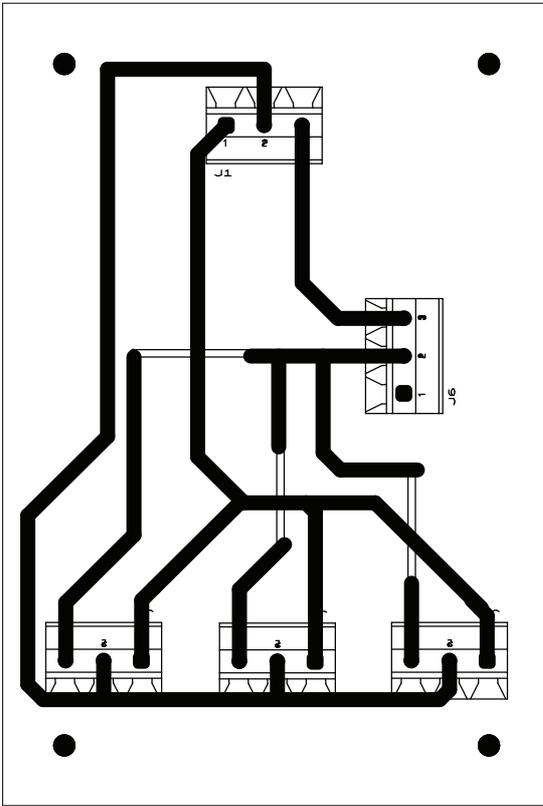
Título: Módulo de Elección de Motores (tarjeta inferior)

Tamaño: A3 Documento No: 0004 Rev: 1.0

Fecha: 02/2016 Hoja 1 of 1

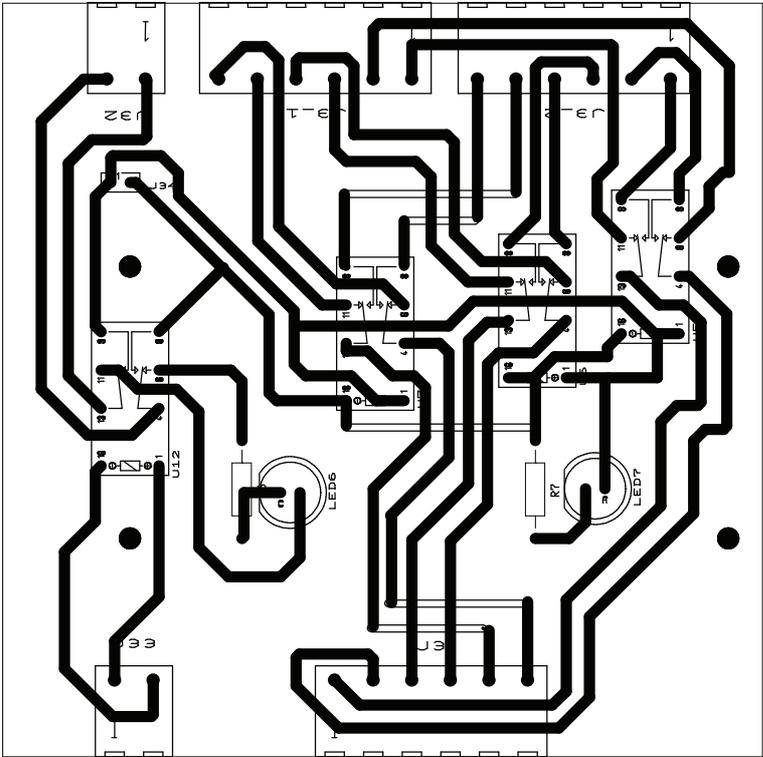
7 CIRCUITOS IMPRESOS

7.1 PCB Módulo de Distribución de Corriente Alterna

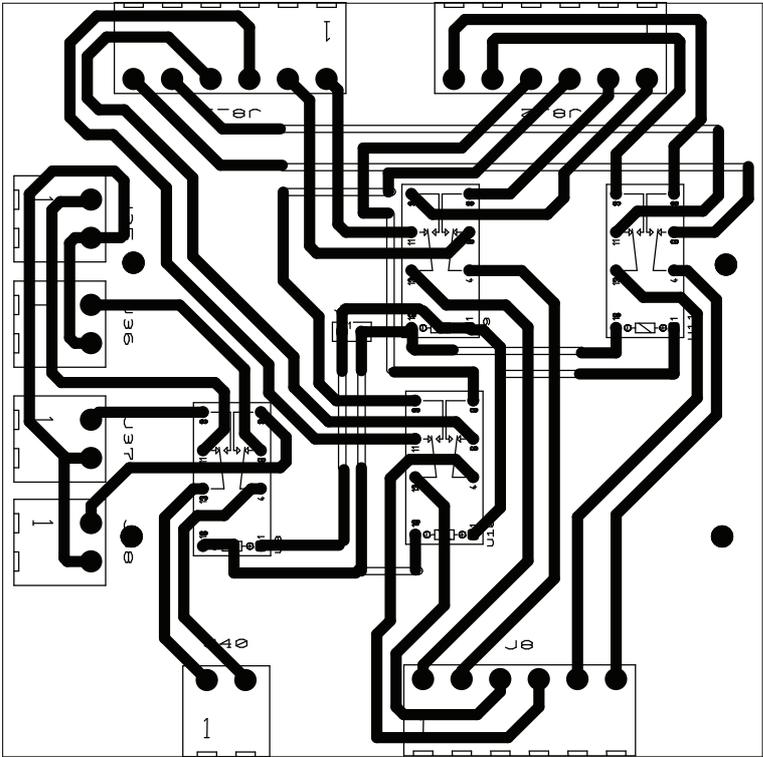


7.2 PCB Módulo de Distribución de Corriente Continua

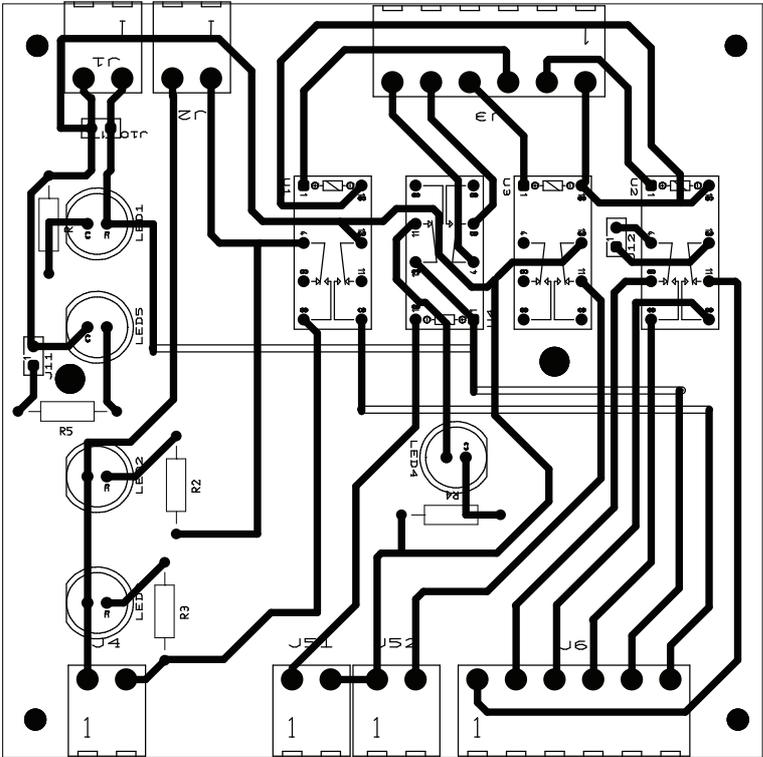
7.3 PCB Módulo de Elección de Motor (superior)



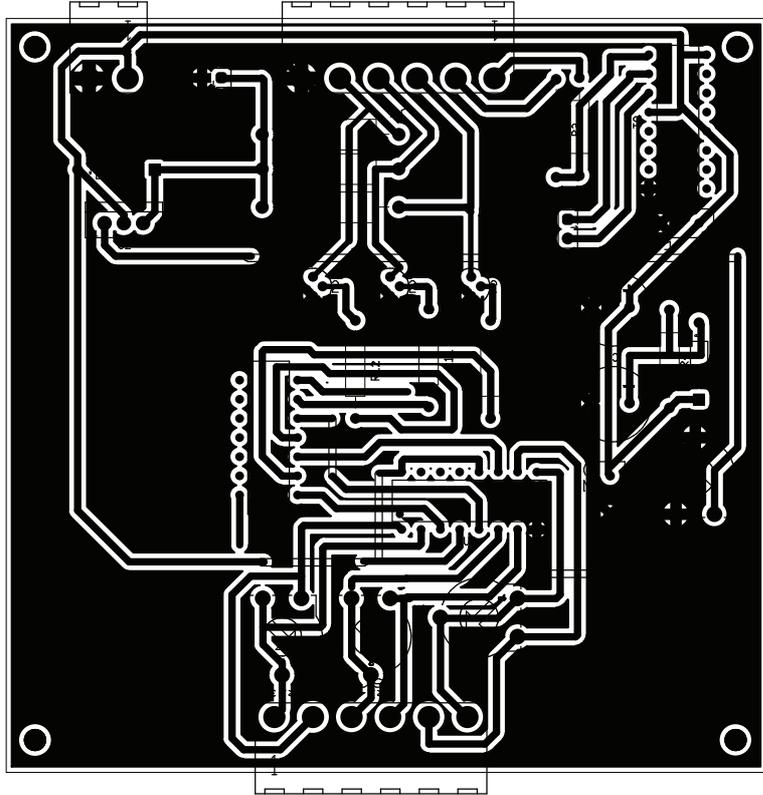
7.4 PCB Módulo de Elección de Motor (inferior)



7.5 PCB Módulo Adaptador de Señales (superior)



7.6 PCB Módulo Adaptador de Señales (inferior)



REFERENCIAS

Documentación del fabricante OMRON:

- [1] OMRON U SERIES. AC Servo Motor and Servo Driver. (30 to 750 W Pulse Train inputs)
- [2] OMRON U SERIES. User's manual. (30 to 750 W Pulse Train inputs)

Documentación del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC:

- [3] SCHNEIDER ELECTRIC: Tutorial práctico Unity –M340
- [4] SCHNEIDER ELECTRIC: Instituto de Formación Unity Pro – M340
- [5] SCHNEIDER ELECTRIC: Guía rápida UnityPro
- [6] SCHNEIDER ELECTRIC: Manual de referencia UnityPro
- [7] SCHNEIDER ELECTRIC: Manual UnityPro
- [8] SCHNEIDER ELECTRIC: Taller M340

Hojas de datos de distintos fabricantes:

- [9] TEXAS INSTRUMENTS: AM26LS 32AC; AM26LS31C
- [10] FINDER: Relés serie 30
- [11] FAIRCHILD: 7404
- [12] MOTOROLA: BC547