

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de la Energía

Diseño e implementación de un automatismo con
modos de operación

Autor: Alberto Peinado Encinas

Tutor: David Muñoz de la Peña Sequedo

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

Sevilla, 2016



Trabajo Fin de Grado
Ingeniería de la Energía

Diseño e implementación de un automatismo con modos de operación

Autor:

Alberto Peinado Encinas

Tutor:

David Muñoz de la Peña Sequedo

Dep. de Ingeniería de Sistemas y Automática

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2016

Proyecto Fin de Carrera: Diseño e implementación de un automatismo con modos de operación

Autor: Alberto Peinado Encinas

Tutor: David Muñoz de la Peña Sequedo

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

Agradecimientos

Me gustaría agradecer todo el apoyo recibido por mi familia a lo largo de la carrera, sobre todo el de mis padres, hermano y abuelos. Gracias por estar ahí tanto en los momentos buenos como en los malos.

A mis amigos que han estado ahí siempre, en particular a uno que se va lejos a estudiar. Gracias por esos buenos ratos que nos hemos pegado y a todas las risas que nos hemos podido echar, que sigan por muchos años aunque sean a distancia.

A mis profesores, por trasmitirme y ayudarme a convertirme tanto en un buen ingeniero como en la persona que soy ahora. En particular a mi tutor del trabajo, por toda la ayuda y atención prestada estando disponible casi en todo momento y guiándome en lo largo del trabajo.

Alberto Peinado Encinas

Sevilla, 2016

Resumen

El objetivo de este trabajo es el diseño y la implementación de un automatismo con modos de operación usando para ello una interfaz hombre máquina, diseñada y programada por nosotros en un panel táctil.

Se van a automatizar dos sistemas de pequeña escala, siendo uno de ellos una maqueta de un puente grúa y el otro una maqueta de un robot de cintas.

Otro de los objetivos del proyecto es la realización de una guía básica para la programación, instalación y manejo de estas pantallas táctiles. Esta guía pretende ser de ayuda para futuras personas que se inicien con estos equipos ya sea en otros trabajos universitarios, a nivel profesional o incluso para la realización de prácticas de laboratorio de ciertas asignaturas.

Índice

Agradecimientos	i
Resumen	ii
Índice	iii
Índice de Figuras	iv
Texto Principal	11
1 Introducción	11
2 Análisis de antecedentes	12
2.1 <i>La automatización</i>	12
2.1.1 Partes de un Sistema automatizado	12
2.1.2 Objetivos de la automatización	13
2.1.3 Historia de la automatización	14
2.2 <i>Equipos y software empleados</i>	16
2.2.1 El autómatas Panasonic FP-X C30	16
2.2.2 Pantalla táctil GT05G Monochrome de Panasonic	21
2.2.3 Maquetas fischertechnik	23
2.2.4 Software utilizado	36
3 Aportación Realizada	40
3.2 <i>Puesta en marcha e incorporación de la pantalla táctil al sistema</i>	40
3.2.1 Contenido de la caja de la pantalla táctil GT05	40
3.2.2 Cableado y conexión con el PLC	41
3.2.3 Conexión con el PC	42
3.3 <i>Programación de un automatismo con modos de operación</i>	43
3.3.1 Introducción	43
3.3.2 Problemas de implementación surgidos y soluciones adoptadas	45
3.3.3 Diseño e implementación en portal Puente grúa	47
3.3.4 Diseño e implementación en portal cintas	55
4 Conclusiones	60
Referencias	62
Glosario	63
5 Anexos	64
ANEXO A. <i>Guía básica de puesta en marcha y programación de una pantalla táctil serie GT</i>	64
7 Otras opciones más avanzadas	77
ANEXO B. <i>Contenido del CD-ROM incluido en el documento</i>	78

Índice de Figuras

Ilustración 1 Fotorresistencia	Ilustración 2 Sensores de presión	12
Ilustración 3 Motores eléctricos	Ilustración 4 Relés	13
Ilustración 5 Cabeza parlante		14
Ilustración 6 El pianista, el dibujante y el escritor		14
Ilustración 7 Telar industrial automático		14
Ilustración 8 Primeros Modicon	Ilustración 9 Dick Morley	15
Ilustración 10 PLC FP-X C30 Panasonic		16
Ilustración 11 Tabla correlación pin-E/S	Ilustración 12 Conector 37 pines	17
Ilustración 13 Tabla de especificaciones generales		18
Ilustración 14 Tabla de especificaciones de entradas		19
Ilustración 15 Tabla de especificaciones de salidas a relé		19
Ilustración 16 Vista frontal PLC FPX-C30		20
Ilustración 17 Tabla de especificaciones contador rápido		20
Ilustración 18 Pantallas táctiles de la serie GT05		21
Ilustración 19 Tabla especificaciones generales de la pantalla		22
Ilustración 20 Vistas frontal, lateral y trasera de la pantalla		22
Ilustración 21 Maqueta ejemplo1	Ilustración 22 Maqueta ejemplo2	23
Ilustración 23 Elementos ejemplo1	Ilustración 24 Elementos ejemplo2	24
Ilustración 25 Fotográfica puente grúa		25
Ilustración 26 Esquema conexionado relés		27
Ilustración 27 Esquema display		27
Ilustración 28 Fotográfica interruptor y display		28
Ilustración 29 Esquema elementos puente grúa		28
Ilustración 30 Tabla leyenda puente grúa		29
Ilustración 31 Tabla correlación E/S puente grúa		30
Ilustración 32 Fotografía robot cintas		31
Ilustración 33 Fotografía emisores de luz y sonido		32
Ilustración 34 Esquema conexión relés		33
Ilustración 35 Correlación salidas – display		33
Ilustración 36 Fotografía interruptores y display		34
Ilustración 37 Esquema elementos robot cintas		34
Ilustración 38 Tabla correlación E/S robot cintas		35

Ilustración 39 Imagen genérica FPWIN Pro	36
Ilustración 40 Interfaz de trabajo FPWIN Pro	37
Ilustración 41 Imagen genérica GTWIN	38
Ilustración 42 Interfaz de trabajo GTWIN	39
Ilustración 43 Contenido de la caja	40
Ilustración 44 Cable RS232 atornillado al conector	41
Ilustración 45 Ejemplo guía gráfica para el cableado	42
Ilustración 46 Parámetros de comunicación usados	43
Ilustración 47 Modos GEMMA	44
Ilustración 48 Mensaje de advertencia	45
Ilustración 49 Bloque funcional StartStopSFC	46
Ilustración 50 Ejemplo de control maestro	46
Ilustración 51 Ejemplo de bucle de inhibición en ST	47
Ilustración 52 Diseño de pantalla modo manual	48
Ilustración 53 Bloque funcional StartStopSFC	49
Ilustración 54 Bloques funcionales lectura y modificación contadores rápidos	49
Ilustración 55 Diseño de pantalla modo especial	50
Ilustración 56 Esquema de movimiento	51
Ilustración 57 Diseño de pantalla modo reset	Ilustración 58 Diseño de pantalla modo prueba
Ilustración 59 Diseño de pantalla modo especial	51
Ilustración 60 Bloque funcional de conversión	52
Ilustración 61 Esquema zonas de la nave	52
Ilustración 62 Diseño de pantalla modo automático	53
Ilustración 63 Diseño de pantalla modo manual	54
Ilustración 64 Bloque funcional StartStopSFC	56
Ilustración 65 Diseño de pantalla modo test	56
Ilustración 66 Diseño de pantalla modo automático	57
Ilustración 67 Diseño de pantalla modo automático	58
	59

Texto Principal

1 INTRODUCCIÓN

Se ha decidido elegir este trabajo por el interés que tenía por el mundo del control automático además del causado por la asignatura *Control de sistemas energéticos*.

En particular me decidí por este proyecto y no otro, por el hecho de que quería trabajar en el laboratorio con los equipos reales, poder tocar los elementos, ver porque fallaban... en general por estar en un ambiente más práctico. Ya que esto para mí es una carencia en general del grado, ya sea por falta de tiempo o espacio, pero muchas veces solo nos centramos en la teoría y no acabamos preparados para enfrentarnos o los problemas reales ni estamos familiarizados con los equipos físicamente hablando.

Espero que todo el trabajo o alguna parte le sirvan de utilidad a alguien en un futuro, aparte de mí, por supuesto.

2 ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

En este primer capítulo hablaremos del concepto de automatización, sus partes principales, sus objetivos fundamentales y su desarrollo a lo largo de la historia. También presentaré los diferentes equipos usados a lo largo del trabajo y el estado inicial de cada uno de ellos, comentando las modificaciones realizadas en alguno de ellos para adaptarse al objetivo del trabajo

2.1 La automatización

¿Qué es la automatización? Podríamos empezar a responder esta pregunta buscando directamente en el diccionario de la Real Academia Española:

1. adj. Dicho de un mecanismo o de un aparato: Que funciona en todo o en parte por sí solo.

9. f. Ciencia que trata de sustituir en un proceso el operador humano por dispositivos mecánicos o electrónicos.

De estas dos acepciones podemos sacar una buena definición: **La automatización es la ciencia que trata de trasferir los procesos realizados habitualmente por operadores humanos a dispositivos (mecánicos y/o electrónicos) con el fin de que puedan funcionar en todo o en parte por si solos.**

2.1.1 Partes de un Sistema automatizado

Cualquier sistema automatizado cuenta con dos partes claramente diferenciadas.

A. **Parte operativa.** Se compone de todos los equipos que interactúan directamente con el sistema físico que se quiere controlar (maquinas, motores, sensores, luces...). Dichos elementos podemos clasificarlos en tres grupos atendiendo a su funcionalidad:

- **Detectores y sensores:** Son los encargados de medir una magnitud física y/o de interpretar una situación física específica. Existen infinidad de detectores y sensores ya sea para medir presión, longitud, temperatura, radiación, posición de un objeto...

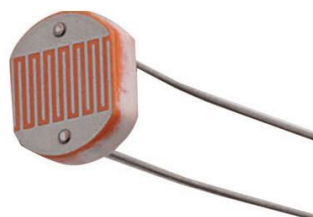


Ilustración 1 Fotorresistencia

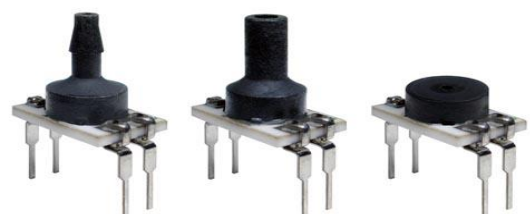


Ilustración 2 Sensores de presión

- **Transductores:** Son los encargados de transformar la información que recoge el detector en una señal eléctrica. Existen varios tipos en función del tipo de señal que transmiten los más comunes son los transductores todo-nada que transmiten señales binarias y los transductores analógicos que lo hacen continuas.
- **Actuadores o accionadores:** Son el elemento final del sistema de control. Actúan sobre el sistema físico según las señales de mando. Normalmente se tratan de relés los cuales atacan a un circuito eléctrico de mayor potencia que a su vez actúa sobre cualquier tipo de maquinaria ya sea eléctrica, neumática o hidráulica.



Ilustración 3 Motores eléctricos



Ilustración 4 Relés

B. **Parte de mando o control.** Es la que se encarga del control propiamente dicho, es decir, decide cuándo y cómo deben activarse o desactivarse los diferentes actuadores. Existen dos tipos de tecnología:

- **Lógica cableada:** En este tipo de tecnología el proceso de control se realiza a través de la interconexión directa de los elementos que lo componen, de manera que su funcionamiento está determinado por la forma en la que son conectados. Entre los dispositivos que podemos encontrar en este tipo de tecnología tenemos: relés electromagnéticos, módulos lógicos neumáticos y tarjetas electrónicas.
- **Lógica programada:** Gracias a los grandes avances en el campo de los microprocesadores las tecnologías programadas se han ido imponiendo poco a poco. Esta tecnología se basa en la ejecución de uno o varios programas por parte de un microprocesador, el cual, a través de los diferentes tipos de memorias, es capaz de leer las entradas del sistema y emitir unas determinadas salidas en función del programa ejecutado. Los equipos más utilizados en este tipo de tecnología son los ordenadores, pero para entornos industriales donde se requiera mayor robustez se prefieren usar autómatas programables.

2.1.2 Objetivos de la automatización

La tecnología de la automatización es una tecnología muy madura que está presente en casi la totalidad de las industrias y en muchos casos en nuestra vida cotidiana. Esto refleja el alto grado de fiabilidad y los grandes beneficios que esta nos puede llegar a aportar.

A continuación se enumeran los beneficios más destacables y los objetivos que pretende alcanzar la automática en cualquier sistema donde se quiera implementar:

- Mejorar la productividad de la empresa así como su eficiencia en producción, reduce costes y mejora la calidad de los productos elaborados.
- En el ámbito de seguridad en el trabajo, reduce el número de situaciones peligrosas a las que un operador humano está expuesto.

- Es capaz de realizar trabajos que serían técnicamente imposibles para un operador humano, tiempos de respuesta del orden del microsegundo, precisión del orden de la micra...
- Simplificar los procesos de operación de la planta por parte del personal, minimizando el riesgo de fallo debido a error humano.
- Mejorar la capacidad de detección de fallos de la planta, minimizando por lo tanto el tiempo de localización y reparación de los mismos.
- Integrar en un mismo sistema informático la gestión y la producción de la industria.

2.1.3 Historia de la automatización

Desde la creación de los primeros sistemas mecánicos de control hasta los microprocesadores de más de mil millones de transistores de hoy en día, la automatización siempre ha buscado un objetivo: conseguir sistemas autónomos que sean capaces de “tomar decisiones” por si mismos. A continuación se nombraran los hitos más importantes a lo largo de la historia buscando la consecución de este objetivo:

❖ **Antiguo Egipto.** Estatuas que despedían fuego por los ojos o podían mover sus brazos.

❖ **Edad Media y Renacimiento.**

- Alberto Magno: Se le atribuye la creación de una “Cabeza de mármol parlante”.
- Leonardo da Vinci: Diseño al menos dos autómatas, una armadura medieval articulada que le permitía moverse y un león mecánico construido a pedido.



Ilustración 5 Cabeza parlante

❖ **Siglo XVIII**

- Jacques de Vaucanson: Desarrollo autómatas que mostraban diferentes procesos del cuerpo humano como la respiración y la digestión.
- Pierre Jaquet-droz: Es responsable de la creación de los autómatas más complejos y famosos de la historia. Sus tres obras maestras son, el pianista, el dibujante y el escritor.



Ilustración 6 El pianista, el dibujante y el escritor

❖ **Mediados Siglo XVIII: Revolución industrial.** Se deja de lado la atención hacia autómatas humanoides y se centran los esfuerzos en la producción y la industrialización.

- La máquina de vapor, perfeccionada por James Watt en 1769.
- Telares industriales controlados por tarjetas perforadas, Basile Bouchon y Jean-Baptiste Falco.
- Máquinas especiales para corte de metal.



Ilustración 7 Telar industrial automático

❖ Siglo XIX

- Primer piano automático, por M.Fourneaux en 1863
- Sir Joseph Whitworth enfatiza la necesidad de piezas intercambiables
- Primer torno automático, por Christopher Spencer en 1870

❖ Siglo XX

- Surgen los controles hidráulicos, neumáticos y electrónicos para maquinas en 1940
- John Bardeen, Walter Brattain y Willian Shokkley desarrollan el primer transistor, 1947
- En 1968 GM Hydramatic (la división de transmisión automática de General Motors) emite una solicitud de propuestas para un reemplazo electrónico de los sistemas cableados de relés. La propuesta ganadora vino de mano de Bedford Associates teniendo como resultado la creación del primer PLC llamado Modicon (MODular DIGital CONTroler). Una de las personas que trabajaron en este proyecto fue Dick Morley quien es considerado como el “padre” de los PLC.

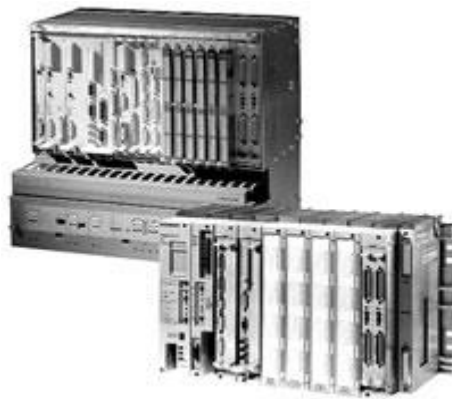


Ilustración 8 Primeros Modicon

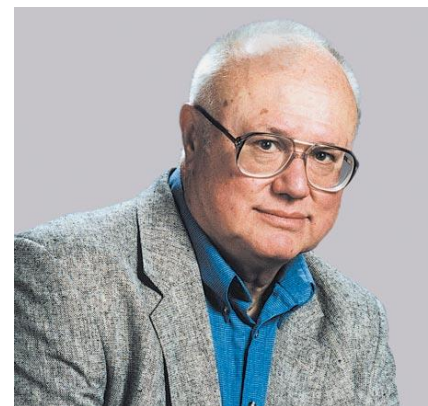


Ilustración 9 Dick Morley

- Diciembre de 1193, la Comisión Electrotécnica Internacional publica el estándar internacional IEC 61131 para Controladores Lógicos Programables.
- 1997, comienza la era de los PC en la industria de la automatización.

❖ Siglo XXI: Actualidad, Gran variedad de autómatas, equipos de control y programas informáticos que sirven de entornos de programación.

Gracias al tremendo avance de los microprocesadores y microchips disponemos de equipos pequeños, de gran potencia de computación, robustos, modulares y que son aplicables desde la industria más grande hasta el ascensor de tu bloque de pisos.

2.2. Equipos y software empleados

En los próximos apartados se van a detallar los diferentes equipos usados a lo largo del trabajo, tanto sus características más importantes como el estado inicial en el que se encontraban cuando se inició el proyecto.

Cabe destacar que ningún equipo ha sufrido importantes modificaciones físicas en el desarrollo del trabajo debido principalmente a que esto no era parte de los objetivos del mismo, no obstante se explicarán y detallarán cualquier pequeña modificación realizada.

También se van a mencionar brevemente el software empleado como entorno de programación, sin entrar a nivel de detalla de guía, solamente para introducirlos como antecedentes del trabajo en sí.

2.2.1 El autómata Panasonic FP-X C30

El FP-X C30 es un autómata programable compacto de gama media fabricado por Panasonic muy flexible por su alta versatilidad y amplia funcionalidad, diseñado para industrias que requieran del uso de mesas XY con el control de un tercer eje Z ya que permite controlar hasta cuatro ejes mediante salida de pulsos.



Ilustración 10 PLC FP-X C30 Panasonic

Nuestro autómata se encuentra acoplado a una base de conglomerado de madera, junto a la fuente de alimentación¹ y una botonera de simulación la cual no usaremos en este trabajo ya que disponemos de un display que hará las veces de HMI. Todo el conjunto está debidamente cableado y fijado.

Para poder enlazar el autómata a otros sistemas (en nuestro caso las maquetas) se han conectado las entradas y salidas del PLC a un conector hembra de 37 pines con la configuración siguiente:

¹ Se ha utilizado una fuente de alimentación externa para proteger la fuente interna del autómata y por consiguiente al propio autómata

Color	pin	autómata
negro	1	X0
marrón	2	X1
rojo	3	X2
rosa	4	X3
amarillo	5	X4
verde	6	X5
azul	7	X6
violeta	8	X7
gris	9	X8
blanco	10	X9
blanco-negro	11	XA
blanco-rojo	12	XB
blanco-rosa	13	XC
blanco-amarillo	14	XD
blanco-verde	15	XE
blanco-azul	16	XF
blanco-gris	17	COM
	18	
amarillo-negro	19	24V
amarillo-marrón	20	Y0
amarillo-rojo	21	Y1
amarillo-rosa	22	Y2
amarillo-verde	23	Y3
amarillo-gris	24	Y4
marrón-negro	25	Y5
marrón-rojo	26	Y6
marrón-verde	27	Y7
marrón-azul	28	Y8
rosa-verde	29	Y9
rosa-gris	30	YA
gris-marrón	31	YB
rosa-marrón	32	YC
azul-rojo	33	YD
verde-rojo	34	C0
verde-negro	35	C1
azul-verde	36	0V
azul-amarillo	37	C2

Ilustración 11 Tabla correlación pin-E/S

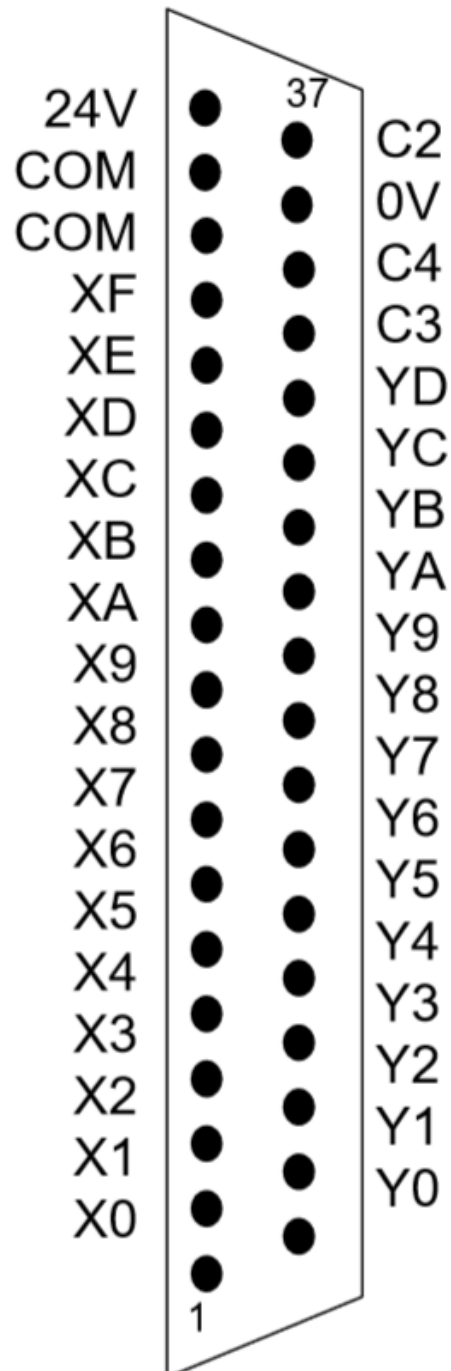


Ilustración 12 Conector 37 pines

En los primeros 16 pines del conector se encuentran las sendas entradas del autómata. En el pin 17 y 18 tenemos los canales “COM” de las salidas los cuales están unidos internamente en el autómata. En el pin 19 encontramos la fuente de tensión de 24V. En los siguientes 14 pines tenemos las salidas del autómata, y finalmente hallamos los comunes de las salidas del autómata y los 0V de la fuente de tensión.

2.2.1.1 Características principales

A continuación se van a enumerar las características más destacables de este modelo de autómeta:

- Alta velocidad de proceso, 0.32 μs por instrucción básica (1.9 ms para un programa de 5K pasos).
- Memoria de 32K pasos con área de comentarios extra que garantiza la resolución de aplicaciones complejas.
- Capaz de controlar 382 E/S mediante expansiones del FP0 y casetes de comunicación.
- Funciones de alta seguridad para evitar la descarga ilícita del programa.
- Dispone de conexión directa a un ordenador personal mediante un puerto USB (tipo AB), además cuenta con una conexión por cable RS232C.
- Posee 16 contadores, 128 relés internos y 55 registros de datos.
- Alimentación en corriente alterna (100-240 V, 50/60 Hz).
- 4 salidas del pulso en la CPU y 8 contadores de alta velocidad en fase simple (4 contadores en canales de fase doble).
- Función PID (F356 EZPID) que permite realizar el control de temperatura mediante una única línea de programa.
- Cuenta con la función MEWTOLCOL maestro que le permite comunicarse con diferentes equipos de Panasonic u otros PLC's.
- Compatible con Modbus como maestro o esclavo.
- Incluye potenciómetros analógicos lo que le permite realizar controles analógicos.

2.2.1.2 Especificaciones Generales

Concepto	Descripción
Tensión de trabajo	100 a 240 V CA, 24 V CC
Rango tensión de trabajo	85 a 264 V CA, 20.4 a 28.8 V CC
Corriente de pico	40 A o menos (C14), 45 A o menos (C30, C60) a 25°C (V CA) 12 A o menos a 25°C (V CC)
Tiempo sin alimentación	10 ms o más
Temperatura de trabajo	0 a +55°C
Temperatura de almacenaje	-40 a +70°C
Humedad ambiente	10 a 95% RH (a 25 °C, sin condensación)
Humedad de almacenamiento	10 a 95% RH (a 25 °C, sin condensación)
Tensión de rotura	Terminales de E/S - Terminales de alimentación y masa, 2300 V CA 1 minuto, 500 V CA*1 1 minuto
	Terminales de entrada - Terminales de salida a relé, 2300 V CA*1 1 minuto
	Terminales de entrada - Terminales de salida a transistor, 500 V CA*1 1 minuto
	Terminales de alimentación - Terminales de masa, 1500 V CA*1 1 minuto, 500 V CA*1 1 minuto
Resistencia de almacenamiento	Terminales de E/S - Terminales de alimentación y masa, 100 MΩ o más (500 V CC con medidor de resistencia de aislamiento)
	Terminales de entrada - Terminales de salida, 100 MΩ o más (500 V CC con medidor de resistencia de aislamiento)
	Terminales de alimentación - Terminales de masa, 100 MΩ o más (500 V CC con medidor de resistencia de aislamiento)
Resistencia a vibraciones	5 a 9 Hz, amplitud simple 3.5 mm/9 a 150 Hz, aceleración constante 9.8 m/s ² , 1 ciclo/min, 10 ciclos en cada dirección XYZ
Resistencia a golpes	147 m/s ²
Inmunidad al ruido	1500 V [P-P] ancho de pulso 50 ns, 1 μs (V CA), 500 V [P-P] ancho de pulso 50 ns, 1 μs (V CC) (con simulador de ruido) (terminales de alimentación)
Condiciones de trabajo	Preservado de gases corrosivos y sin excesivo polvo
Homologaciones	Conforme a EN61131-2
Nivel de contaminación	2
Categoría de sobretensión	II

Ilustración 13 Tabla de especificaciones generales

2.2.1.3 Especificaciones Entradas/salidas

Concepto	Descripción	
	Salida a relé	Salida a transistor
Aislamiento	Optoacoplador	
Tensión de entrada	24 V CC	
Rango de tensión	21,6 a 26,4 V CC	
Corriente de entrada	Aprox. 4,7 mA (CPU de X0 a X7)	Aprox. 8 mA (CPU de X0 a X3)
	Aprox. 4,3 mA (CPU de X8 en adelante y expansiones)	Aprox. 4,7 mA (CPU de X4 a X7)
Entradas por común	8 puntos/común (C14, E16) 16 puntos/común (C30, C60)	
	(Entrada positiva o negativa por tensión en común)	
Min. tensión ON/ corriente ON	19,2 V/3 mA	19,2 V/6 mA (CPU de X0 a X3) 19,2 V/3 mA (CPU de X4 en adelante y expansiones)
Máx. tensión OFF/ corriente OFF	2,4 V/1 mA	2,4 V/1.3 mA (CPU de X0 a X3) 2,4 V/1 mA (CPU de X4 en adelante y expansiones)
Impedancia de Entrada	Aprox. 5,1 kΩ (CPU de X0 a X7) Aprox. 5,6 kΩ (CPU de X8 en adelante y expansiones)	Aprox. 3 kΩ (CPU de X0 a X3) Aprox. 5,1 kΩ (CPU de X4 a X7) Aprox. 5,6 kΩ (CPU de X8 en adelante y expansiones)
Tiempo de respuesta	OFF → ON	CPU de X0 a X7 0,6 ms o menos: Entrada normal 50 ms o menos: Contador de alta velocidad, captura de pulsos, interrupciones *1
		CPU de X8 en adelante y expansiones 0,6 ms o menos
	ON → OFF	Igual que el apartado anterior
Indicador de Operación	LED	

*1 Especificaciones a 24 V CC, 25°C.

Ilustración 14 Tabla de especificaciones de entradas

Concepto	Descripción	
	Relé de salida	1 contacto Normalmente Abierto
Capacidad de conmutación (resistiva)	2 A 250 V CA 2 A 30 V CC (8 A o menos/común))	
Número de salidas por común	4 puntos/común	
Tiempo de respuesta	OFF → ON	Aprox. 10 ms
	ON → OFF	Aprox. 8 ms
Vida	Mecánica	20 millones de operaciones o más (Frecuencia de operación 180 veces/minuto)
	Eléctrica	100,000 operaciones o más (Frecuencia de operación 20 veces/minuto al rango de capacidad)
Protección ante picos	No	
Indicador de Operación	LED	

Ilustración 15 Tabla de especificaciones de salidas a relé

2.2.1.4 Identificación y funciones

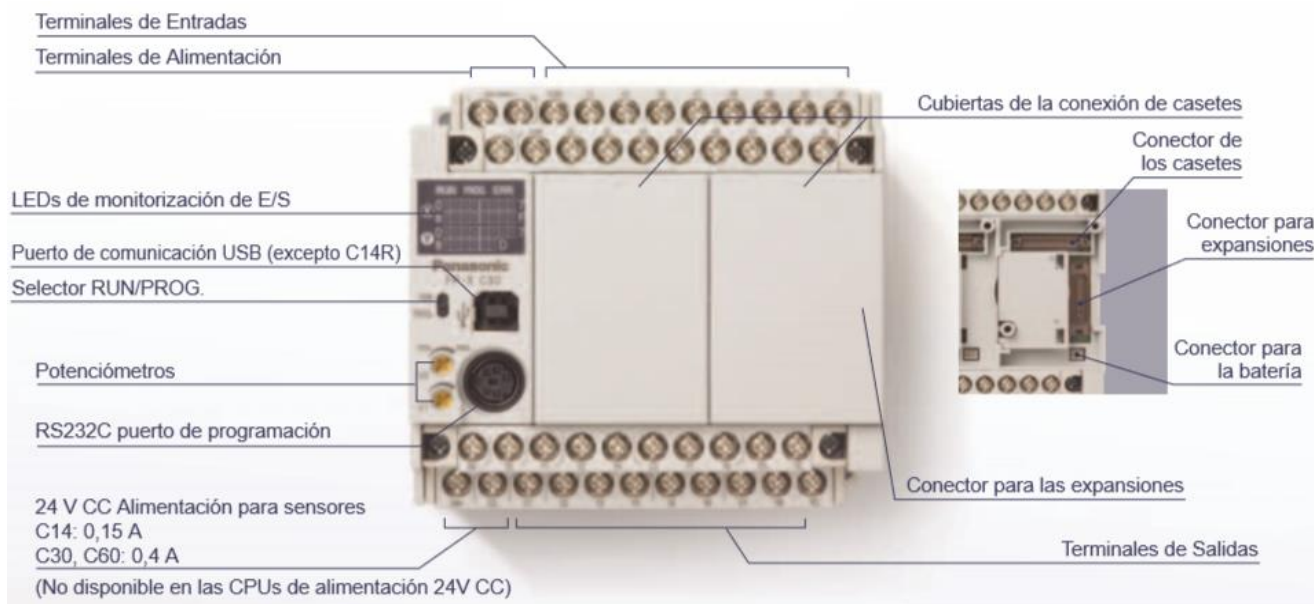


Ilustración 16 Vista frontal PLC FPX-C30

2.2.1.5 Contador de alta velocidad

La unidad principal puede contar los pulsos utilizando las entradas X0 a X7 (8 canales de simple fase o 4 de fase doble). No todos los canales permiten la misma velocidad de lectura de pulsos, de X0 a X3 son las entradas de alta velocidad mientras que de X4 a X7 encontramos las entradas de velocidad media

La función del contador de alta velocidad es realizar el conteo de entradas externas tales como las de encoders. En la siguiente tabla se pueden ver las especificaciones:

Nº Canal	Contacto de entrada	Área de memoria utilizada			Especificaciones funcionales		
		Bandera de control	Área de EV	Área de SV	Ancho mínimo de pulsos de entrada	Máxima velocidad de conteo	
Entrada de doble fase. Un canal	CH0	X0 X1	R9110	DT90300 DT90301	DT90302 DT90303	100µs	5kHz
	CH4	X4 X5	R9114	DT90316 DT90317	DT90318 DT90319		

Instrucciones asociadas: F0 (MV): Control del contador de alta velocidad. F1(DMV): Lectura y escritura del valor actual del contador de alta velocidad. F116 (HC1S): ON al alcanzar el valor de preselección. F167 (CH1R): OFF al alcanzar el valor de preselección.

Ilustración 17 Tabla de especificaciones contador rápido

2.2.2 Pantalla táctil GT05G Monochrome de Panasonic

La GT05G es un display compacto y robusto con una amplia variedad de funciones las cuales permiten una comunicación bidireccional con un PLC u otro equipo de Panasonic.



Ilustración 18 Pantallas táctiles de la serie GT05

2.2.2.1 Características principales

- Pantalla de 3,5 pulgadas STN monocromo (con retroiluminación de tres colores rojo, verde y naranja).
- Resolución: 320 x 240 píxeles
- Lleva incorporado un puerto USB (Tipo AB) para conectarla a un ordenador personal.
- Cuenta con numerosas funciones, entre ellas: Gráficas, recetas alarma y mensajes desplazables, además de un gran número de objetos 3D para una apariencia más real.
- Posee un puerto transparente para depurar simultáneamente el PLC y la pantalla.
- La alimentación de la pantalla es aislada para una mayor fiabilidad.

2.2.2.2 Especificaciones generales

Unidades principales	GT05G	GT05M	GT05S
Display			
Tensión de alimentación	24V CC		
Tamaño de la pantalla	3,5" pulgadas (71 x 53,3mm)		
Tipo de display	STN monocromo LCD		STN color LCD
Color del Display	Monocromo (blanco/negro)		4096 colores
Resolución	320 x 240 píxels		
Retroiluminación	LED 3 colores (verde/naranja/rojo)	LED 3 colores (blanco/rojo/rosa)	LED blanco
Número de caracteres	768		
Capacidad de memoria (F-ROM)	2.048kB		12.288kB
Puerto externo			
Puerto serie	RS232C / RS422 (RS485)		
Puerto USB	X		
Ethernet	--		
Tarjeta de memoria SD	X		
Salida de audio	--		

Ilustración 19 Tabla especificaciones generales de la pantalla

2.2.2.3 Identificación y funciones

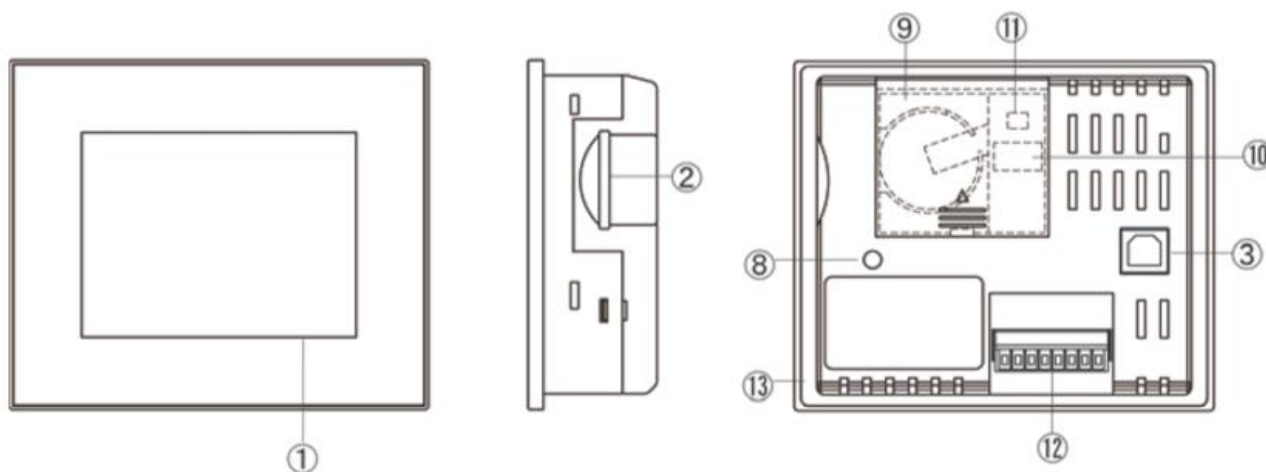


Ilustración 20 Vistas frontal, lateral y trasera de la pantalla

Leyenda:

1. Pantalla táctil
2. Ranura para tarjeta de memoria SD
3. Puerto USB (tipo AB)

8. Luz de acceso de la tarjeta SD
9. Tapa batería
10. Interruptores de modo de operación de la pantalla
11. Conector de la batería
12. Puerto COM
13. Marco resistente al agua

2.2.3 Maquetas fischertechnik

Fischertechnik es el fabricante de un sistema progresivo de construcción modular, compatible y escalable, inspirado en la industria y orientado a la enseñanza de la tecnología para todos los niveles.



Ilustración 21 Maqueta ejemplo1

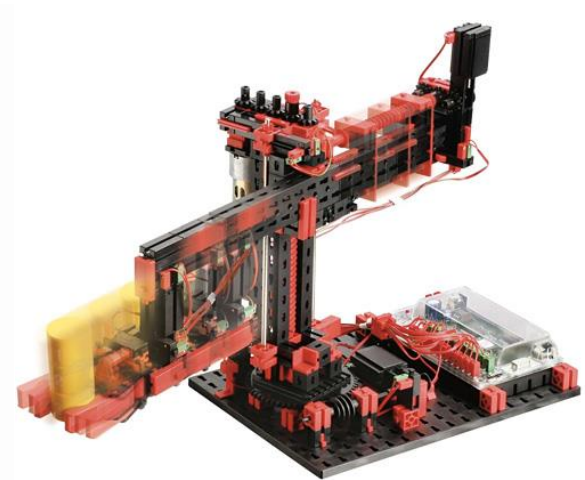


Ilustración 22 Maqueta ejemplo2

Por medio de sus bloques plásticos de alta calidad y gran acabado permite construir modelos móviles muy intrincados manteniendo un alto grado de robustez. Para ello cuenta con una amplia gama de componentes como: ruedas, poleas, engranajes, ejes, motores, cremalleras, gusanos sin fin... además de los elementos estructurales más básicos como son los largueros, tensores, remaches, pernos...

Si seguimos avanzando tanto en el nivel de sus productos como en la edad para usarlos empezamos a encontrar elementos tecnológicos más avanzados como pueden ser celdas solares, pistones, compresores, diodos, resistencias, fototransistores...



Ilustración 23 Elementos ejemplo1

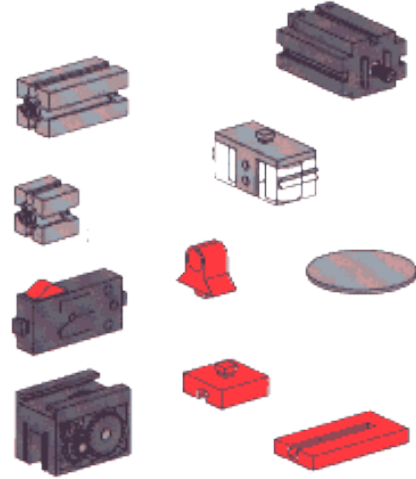


Ilustración 24 Elementos ejemplo2

En los modelos más avanzados tenemos básicamente los mismos elementos que antes con la diferencia sustancial de que ahora contamos con microcontroladores programables a través del PC gracias a un software muy simple a la vez que versátil. Para los programadores más avanzados se pueden usar también lenguajes tales como el Visual C++, Visual Basic o JAVA.

Pero esto no termina aquí ya que los modelos de nivel universitario/profesional pueden acercarse más aun a la realidad siendo modelos alimentados con 24 V para ser operados con PLC's o incluso dar el salto a los modelos de simulación y control Staudinger.

En resumen, Fischertechnik cuenta con una amplia gama de productos, desde juguetes para ir descubriendo la tecnología a los más pequeños hasta maquetas muy detalladas usadas a nivel profesional.

Para nuestro trabajo usaremos dos maquetas, el portal puente grúa y el portal cintas. En los siguientes apartados se detallará el estado de cada una de ellas y las características más destacables sin entrar en mucho detalle ya que no es el objetivo del trabajo.

2.2.3.1 Portal Puentes grúa

Ambas maquetas fueron el objetivo de otro trabajo fin de carrera el cual consistía en la reparación y mejora de esta maqueta así como la modificación completa y ampliación de la segunda. De manera que mi punto de partida será el estado en el que quedaron las maquetas después de sus respectivas mejoras.

Ante todo agradecer a su autor toda la documentación y manuales dejados sobre las maquetas los cuales me han facilitado la realización de mi trabajo. En este apartado resumiré las características claves de las mismas usando parte de la información del trabajo anterior y añadiendo mis observaciones y modificaciones posteriores.



Ilustración 25 Fotográfica puente grúa

El modelo de portal de tres ejes modela un robot estacionario de asa con espacio de trabajo ortogonal usado habitualmente en industrias altamente automatizadas para mover las piezas entre las diferentes estaciones (proceso, clasificación, almacenamiento...).

La maqueta consiste en un robot puente-grúa que es capaz de moverse en tres direcciones lineales y cuenta además con un agarre electromagnético ajustado para ser movido en la dirección Z. Las posiciones de las distintas partes móviles son reconocidas a través de los interruptores de posición y los finales de carrera, además de tener varios encoders. Sus dimensiones son 660 x 540 x 450 mm.

A continuación se enumeran y detallan los diferentes elementos que componen esta maqueta²:

A. *Sensores (24V):*

- a. **Pulsadores (8) y finales de carrera (6).** Son el mismo elemento mecánicamente hablando pero tienen funciones diferentes. Los primeros se encuentran distribuidos a lo largo del recorrido del puente en las tres direcciones y se utilizan para posicionar al puente en un determinado lugar, es decir, cuando uno de ellos es activado se abre el circuito, indicando por tanto que el puente se encuentra sobre el pulsador. Tenemos tres en el eje X, tres en el

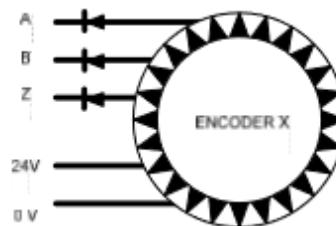
² No se describirán elementos constructivos como soportes, engranajes, largueros...

Y y dos en el eje Z.

Por otro lado tenemos los finales de carrera cuya función es la de seguridad. Cuando el puente pulsa alguno de estos significa que ha llegado al extremo de su recorrido de forma que se abre el circuito que le permite moverse en esa dirección, de esta forma se asegura la integridad de los motores y de la maqueta en general.

- b. **Codificadores incrementales o encoder (2).** Otra forma que se puede utilizar para determinar de forma más precisa y efectiva la posición del puente grúa es mediante el uso de los encoder. Esta maqueta dispone de dos encoder uno para el eje X y otro para el eje Z.

Los encoder tienen tres fases: A, B, y Z, las fases A y B se utilizan para medir los pulsos y la dirección de giro del encoder, mientras que la Z marca cuando se realiza una vuelta. Además de las fases anteriormente nombradas cada encoder tiene dos entradas para la alimentación.



Durante la realización del trabajo se ha detectado un problema relacionado con el encoder del eje Y y es el siguiente: Las fases A y B del encoder Y se encuentran soldadas a los pines del conector que corresponden a las entradas X3 y X4, para el PLC estas entradas corresponden a un contador semi-rápido de doble fase, es decir, la velocidad de captación de pulsos es menor que la de los contadores rápidos.

El problema reside en que la velocidad de este contador semi-rápido no es lo suficientemente alta como para medir todos los pulsos de nuestro encoder funcionando en doble fase, a causa de esto el contador se vuelve “loco” y no es capaz de medir los pulsos y por consiguiente la distancia recorrida.

La solución aplicada fue usar el mismo contador semi-rápido pero de una sola fase, de esta manera sí que dispone de la suficiente velocidad como para medir los pulsos, sin embargo usando este método solo es capaz de sumar distancia a la medida, independientemente la dirección en la que se mueva. Esto es un pequeño inconveniente fácilmente solventado añadiendo un reinicio³ antes de cada movimiento en el eje Y

Otro problema heredado de lo anteriormente dicho es que el contador del eje Y a veces no capta algunas señales del encoder y perdiendo por tanto bastante precisión, aunque mantiene la suficiente para el nivel académico en el que se está empleando dicha maqueta.

Otra posible solución hubiera sido volver a soldar los pines en las entradas correspondientes a los contadores rápidos de doble fase que dispone el PLC, pero el estado de la conexión de los pines y sus soldaduras son muy delicados de manera que se decidió no tocarlo por precaución.

- c. **Fotorresistencia (1).** Su función es detectar cuando tiene un objeto encima. Se trata de un contacto normalmente cerrado, cuando deja de recibir luz se produce un aumento de la resistencia al paso de la corriente por la célula, lo que equivale a abrir el circuito.

³ Este reinicio está explicado y detallado en la sección de programación correspondiente

B. Actuadores (24V):

- a. **Motores bidireccionales (3).** Se dispone un motor en cada uno de los ejes cartesianos X, Y y Z. Dependiendo de la polaridad en bornes de los motores se consigue que giren en un sentido u otro.
- b. **Electroimán (1).** En el extremo del puente grúa se encuentra un electroimán con el que se cogen las piezas metálicas para moverlas.

C. Otros elementos

- a. **Relés dobles (3).** Los relés controlan la dirección de giro de los motores y sirven como elemento de seguridad para evitar cortocircuitos. Estos relés tienen una entrada de 24V, cuando está excitados el motor asociado gira en un sentido y cuando no lo está gira en sentido contrario.

De manera que la maqueta cuenta con seis salidas relacionadas con el control de los motores, tres de ellas controlan la dirección de giro y las otras tres cierran el circuito para darle tensión a los motores para que estos puedan funcionar.

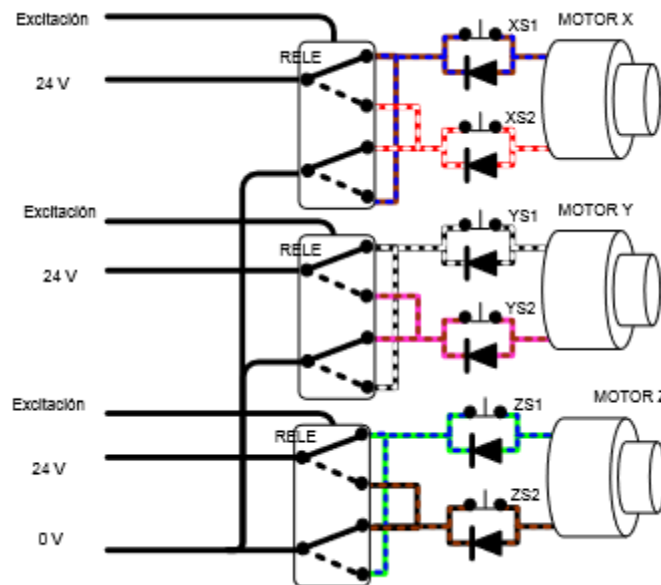


Ilustración 26 Esquema conexionado relés

- b. **Display de siete segmentos (1).** El display ha sido cableado de tal forma que la correspondencia entre los diodos del display y las salidas del PLC son las siguiente:

Salida PLC	Display
Y7	g
Y8	f
Y9	a
YA	b
YB	e
YC	d
YD	c

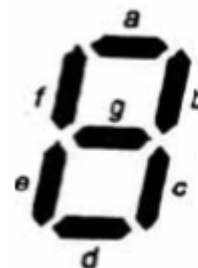


Ilustración 27 Esquema display

- c. Interruptor (1). Por último tenemos un interruptor on/off colocado en el lateral de la maqueta. A efectos prácticos se comporta como una entrada del PLC (XF).



Ilustración 28 Fotográfica interruptor y display

A continuación se muestra un esquema de la disposición espacial de todos los elementos anteriormente descritos, se añade también una tabla a modo de leyenda para facilitar el análisis.

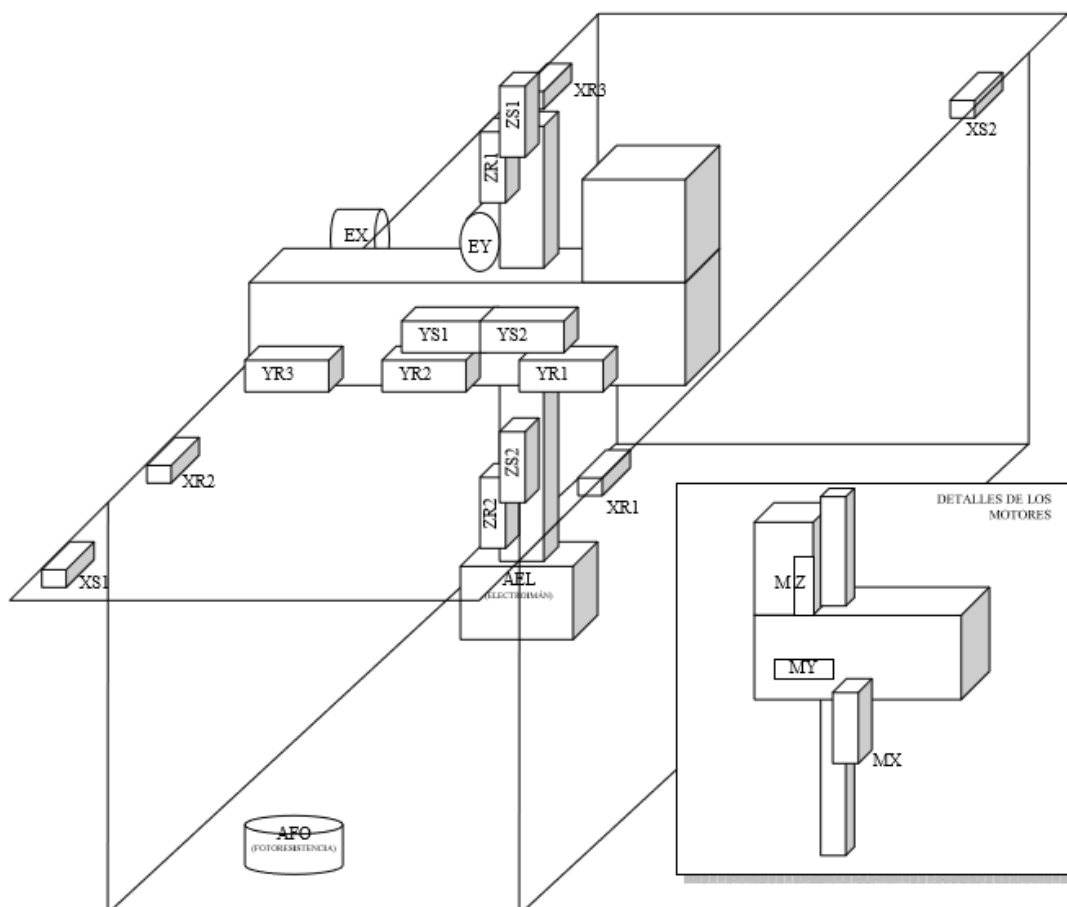


Ilustración 29 Esquema elementos puente grúa

Elemento		
X	PulsadorX Seguridad1	XS1
	PulsadorX Seguridad2	XS2
	PulsadorX Referencia1	XR1
	PulsadorX Referencia2	XR2
	PulsadorX Referencia3	XR3
Y	PulsadorY Seguridad1	YS1
	PulsadorY Seguridad2	YS2
	PulsadorY Referencia1	YR1
	PulsadorY Referencia2	YR2
	PulsadorY Referencia3	YR3
Z	PulsadorZ Seguridad1	ZS1
	PulsadorZ Seguridad2	ZS2
	PulsadorZ Referencia1	ZR1
	PulsadorZ Referencia2	ZR2
M	MotorX	MX
	Motor Y	MY
	Motor Z	MZ
E	EncoderX (Alimentación)	EX
	EncoderX (ABZ)	
	EncoderY (Alimentación)	EY
	EncoderY (ABZ)	
A	Electroimán	AEL
	Fotoresistencia	AFO

Ilustración 30 Tabla leyenda puente grúa

Además de todos los elementos anteriormente descritos la maqueta cuenta con un conector macho de 37 pines en uno de sus lados el cual permite una fácil conexión/desconexión con nuestro PLC.

Por último se adjunta la correlación entre el pin del conector de la maqueta y la entrada/salida correspondiente del PLC

PIN	ENTRADA/SALIDAS	DESCRIPCIÓN
1	X0	Encoder eje X "gris"
2	X1	Encoder eje X "rosa"
3	X2	Encoder eje X "lila"
4	X3	Encoder eje Y "amarillo-marrón"
5	X4	Encoder eje Y "verde-marrón"
6	X5	Encoder eje Y "amarillo-blanco"
7	X6	Pulsador X Referencia2 XR2 "amarillo"
8	X7	Pulsador X Referencia3 XR3 "verde"
9	X8	Pulsador X Referencia1 XR1 "blanco"
10	X9	Pulsador Y Referencia1 YR1 "gris-rosa"
11	XA	Pulsador Y Referencia3 YR3 "azul-rojo"
12	XB	Pulsador Y Referencia2 YR2 "blanco-verde"
13	XC	Pulsador Z Referencia1 ZR1 "blanco-gris"
14	XD	Pulsador Z Referencia2 ZR2 "marrón-gris"
15	XE	Fotoresistencia AFO "blanco-rosa"
16	XF	Pulsador adicional APA "marrón-negro"
17	0V	Cero voltios
18	0V	Cero voltios
19	24V	Veinticuatro voltios
20	Y0	Dirección positiva eje X "amarillo-negro"
21	Y1	Activa motor eje X "verde-azul"
22	Y2	Dirección positiva eje Y "amarillo-azul"
23	Y3	Activa motor eje Y "verde-blanco"
24	Y4	Dirección positiva eje Z "blanco-azul"
25	Y5	Activa motor eje Z "blanco-rosa"
26	Y6	Electroimán AEL "amarillo-gris"
27	Y7	Display led g "blanco-negro"
28	Y8	Display led f "amarillo-verde"
29	Y9	Display led a "rosa-verde"
30	YA	Display led b "azul"
31	YB	Display led e "verde-negro"
32	YC	Display led d "amarillo-marrón"
33	YD	Display led c "verde-rojo"
34	24V	Veinticuatro voltios
35	24V	Veinticuatro voltios
36	0V	Cero voltios
37	24V	Veinticuatro voltios

Ilustración 31 Tabla correlación E/S puente grúa

2.2.3.2 Portal Cintas

Esta maqueta, al igual que la anterior, fue objeto del trabajo de otro alumno, de nuevo agradecer toda la documentación que dejó al respecto. Tratare de resumir y detallar los elementos más destacables de esta maqueta además de comentar algunos pequeños defectos encontrados.



Ilustración 32 Fotografía robot cintas

La maqueta de portal cintas modela un robot estacionario de asa usado para transportar y elevar piezas y/o cajas, como por ejemplo las usadas en un almacén automatizado.

Este modelo consiste en un robot que es capaz de moverse mediante dos columnas en la dirección lineal del eje Y, y a través de cintas transportadoras en la dirección del eje X. Las posiciones de las distintas partes móviles son reconocidas a través de los interruptores de posición y los finales de carrera. Sus dimensiones son 660 x 540 x 450 mm.

A continuación se enumeran y detallaran los diferentes elementos que componen está maqueta⁴:

A. *Sensores (24V)*:

- a. **Pulsadores (6) y finales de carrera (4)**. Mismo elemento y misma función que las descritas en la maqueta anterior, lo único que cambia es su posicionamiento: tenemos dos finales de carrera por cada columna y tres pulsadores intermedios en cada columna también.
- b. **Codificadores incrementales o encoder (1)**. Teóricamente la maqueta cuenta con un encoder de baja precisión en su primera columna pero en la práctica no contamos con él ya que no está correctamente cableado. No se ha optado por modificar la soldadura del conector de 37 pines ya que es muy delicada, además con los tres pulsadores de posición de los que disponemos es suficiente para el nivel de demostración en el que estamos trabajando y como en la maqueta anterior vamos a trabajar exclusivamente con los encoder no he visto la necesidad de usarlos aquí también.

⁴ No se describirán elementos constructivos como soportes, engranajes, largueros...

- c. **Fotorresistencia (1)**. Mismo elemento y función que la descrita en la maqueta anterior. Está situado al final de la cinta de la primera columna.
- d. **Sensor de elementos metálicos (1)**. Su función es detectar cuando tiene un objeto metálico encima. Se trata de un contacto normalmente cerrado, cuando pasa por el un elemento metálico se produce un incremento de la resistencia al paso de la corriente a través del sensor, lo que equivale a abrir el circuito. Está situado al final de la cinta de la segunda columna.
- e. **Sensor de luz y emisor (1)**. En la primera columna tenemos un fototransistor o receptor de luz mientras que en la segunda nos encontramos con un emisor que está permanentemente encendido. En teoría esto servía para detectar cuando estaban alineadas las dos plataformas, pero teniendo en cuenta que el fototransistor no funcionaba correctamente sumado a que al ser una simple luz y no un láser las plataformas quedaban ligeramente desniveladas, se optó por desactivar este sensor y usar los pulsadores para sincronizar y nivelar ambas plataformas.

B. Actuadores (24V):

- a. **Motores bidireccionales (4)**. Se dispone dos motores para la dirección Y, uno en cada columna, y otros dos motores para mover las cintas (dirección eje X), uno para cada cinta. Dependiendo de la polaridad en bornes de los motores se consigue que giren en un sentido u otro.
- b. **Emisor de luz (1)**. Una pequeña bombilla usada como señal luminosa situada en el suelo de la maqueta y activada por su respectiva salida del PLC.
- c. **Emisor de sonido (1)**. Un altavoz empleado como señal sonora de alarma, situado en el suelo de la maqueta y activado por su respectiva salida del PLC



Ilustración 33 Fotografía emisores de luz y sonido

C. Otros elementos

- a. **Relés dobles (4)**. Los relés controlan la dirección de giro de los motores y sirven como elemento de seguridad para evitar cortocircuitos. Estos relés tienen una entrada de 24V, cuando está excitados el motor asociado gira en un sentido y cuando no lo está gira en sentido

contrario.

De manera que la maqueta cuenta con ocho salidas relacionadas con el control de los motores, cuatro de ellas controlan la dirección de giro y las otras cuatro cierran el circuito para darle tensión a los motores para que estos puedan funcionar.

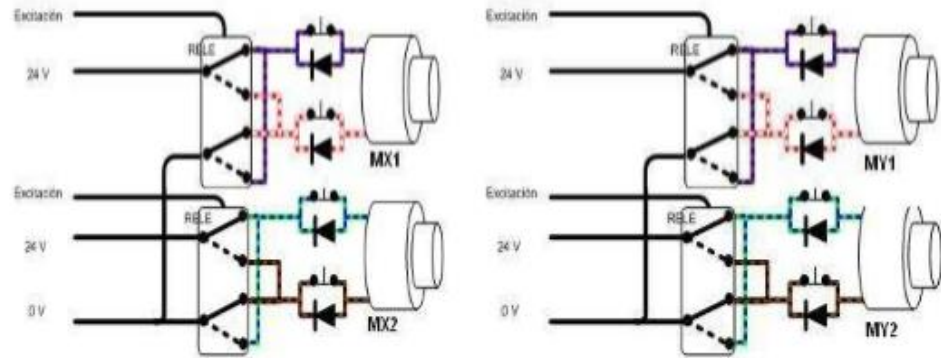


Ilustración 34 Esquema conexión relés

- b. **Display de siete segmentos (1).** El display ha sido cableado de tal forma que la correspondencia entre las salidas del autómata YA, YB, YC, YD (Entradas del decodificador D, C, B, A respectivamente) y salidas del decodificador hacia el display son las siguiente:



'46A, '47A, 'LS47 FUNCTION TABLE (T1)

DECIMAL OR FUNCTION	INPUTS					BI/RBO†	OUTPUTS							NOTE	
	LT	RBI	D	C	B		A	a	b	c	d	e	f		g
0	H	H	L	L	L	L	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	1
1	H	X	L	L	L	H	H	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	
2	H	X	L	L	H	L	H	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	
3	H	X	L	L	H	H	H	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	
4	H	X	L	H	L	L	H	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	
5	H	X	L	H	L	H	H	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	
6	H	X	L	H	H	L	H	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	
7	H	X	L	H	H	H	H	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	
8	H	X	H	L	L	L	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	
9	H	X	H	L	L	H	H	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	
10	H	X	H	L	H	L	H	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON	
11	H	X	H	L	H	H	H	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	
12	H	X	H	H	L	L	H	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	
13	H	X	H	H	L	H	H	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	
14	H	X	H	H	H	L	H	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	
15	H	X	H	H	H	H	H	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	
BI	X	X	X	X	X	X	L	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	2
RBI	H	L	L	L	L	L	L	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	3
LT	L	X	X	X	X	X	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	4

H = high level, L = low level, X = irrelevant

Ilustración 35 Correlación salidas – display

- c. **Interruptor (2).** Por último tenemos un par de interruptores on/off colocado en el lateral de la maqueta. A efectos prácticos se comportan como entradas del PLC (XE, XF).



Ilustración 36 Fotografía interruptores y display

A continuación se muestra un esquema de la disposición espacial de todos los elementos anteriormente descritos, se añade también una tabla a modo de leyenda para facilitar el análisis.

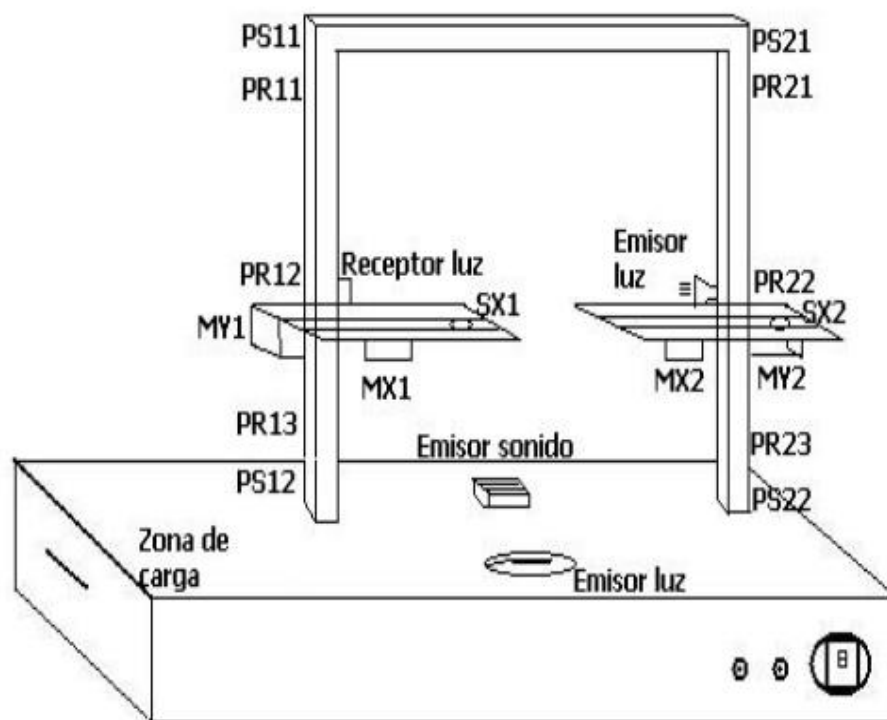


Ilustración 37 Esquema elementos robot cintas

Leyenda:

- PS. Pulsador de seguridad
- PR. Pulsador de referencia
- MX. Motor desplazamiento dirección X
- MY. Motor desplazamiento dirección Y
- SX. Fotorresistencia (1) y sensor de metales (2)

Además de todos los elementos anteriormente descritos la maqueta cuenta con un conector macho de 37 pines en uno de sus lados el cual permite una fácil conexión/desconexión con nuestro PLC.

Por último se adjunta la correlación entre el pin del conector de la maqueta y la entrada/salida correspondiente del PLC

PIN	ENTRADA X/SALIDAS Y	DESCRIPCIÓN
1	X0	Entrada reservada futuros encoder.
2	X1	Entrada reservada futuros encoder.
3	X2	Entrada reservada futuros encoder.
4	X3	Entrada reservada futuros encoder.
5	X4	Entrada reservada futuros encoder.
6	X5	Fototransistor-Receptor luz "blanco"
7	X6	Pulsador referencia PR11 "Blanco-negro"
8	X7	Pulsador referencia PR12 "Amarillo-marrón"
9	X8	Pulsador referencia PR13 "Verde"
10	X9	Pulsador referencia PR21 "Rojo-azul"
11	XA	Pulsador referencia PR22 "Rosa"
12	XB	Pulsador referencia PR23 "Rojo"
13	XC	Sensor posicionamiento SX1 "Blanco-azul"
14	XD	Sensor posicionamiento SX2 "Blanco-amarillo"
15	XE	Pulsador izquierdo "Rosa-verde"
16	XF	Pulsador derecho "Verde-rojo"
17	0V	Cero voltios
18	0V	Cero voltios
19	24V	Veinticuatro voltios
20	Y0	Dirección positiva MY1 "Verde-azul"
21	Y1	Activa motor MY1 "Amarillo-verde"
22	Y2	Dirección positiva MY2 "Azul"
23	Y3	Activa motor MY2 "Amarillo-rojo"
24	Y4	Activa motor MX1 "Verde-negro"
25	Y5	Dirección positiva MX1 "Blanco-gris"
26	Y6	Emisor sonido "Gris"
27	Y7	Activa motor MX1 "Lila"
28	Y8	Dirección positiva MX1 "Marrón-rojo"
29	Y9	Emisor luz base "Gris-marrón"
30	YA	Display D "Blanco-verde"
31	YB	Display C "Blanco-rojo"
32	YC	Display B "Amarillo-negro"
33	YD	Display A "negro"
34	C3-24V	Veinticuatro voltios
35	C4-5V	Cinco voltios
36	0V	Cero voltios
37	C0,1,2-24V	Veinticuatro voltios

Ilustración 38 Tabla correlación E/S robot cintas

2.2.4 Software utilizado

Se han utilizado dos entornos de programación diferentes, uno para el autómeta (FPWIN Pro) y otro para la pantalla táctil (GTWIN), ambos de Panasonic.

2.2.4.1 FPWIN Pro

El FPWIN Pro es un software de programación según el estándar internacional IEC61131-3. En particular hemos usado la versión 6.0 de este software debido a que las versiones anteriores tenían problemas de compatibilidad con Windows7.



Ilustración 39 Imagen genérica FPWIN Pro

Este programa desarrollado gracias a la experiencia adquirida en la organización PLCopen, permite programar cualquier autómeta de la serie FP, además permite abrir los programas realizados con las otras herramientas de programación como NPST_GR, FP-Soft o FPWIN-GR.

2.2.4.1.1 Características más importantes

- Cuenta con 5 lenguajes de programación: Lista de instrucciones, diagrama de contactos (LD), diagrama de bloques funcionales, diagrama secuencial de funciones (SFC) y texto estructurado (ST).
En este trabajo vamos a emplear los lenguajes: LD, ST y SFC.
- Posee un navegador estructurado que proporciona una vista efectiva de las POU's, tareas, registros del sistema... simplificando así la gestión del proyecto.
- Permite la programación, servicio, monitorización y diagnóstico a través de diferentes vías: RS232 (COM), Modem, Ethernet y USB.
- Se pueden forzar ON/OFF las entradas y salidas del autómeta desde el PC.
- Gracias a la codificación Unicode, los nombres de las variables, las funciones, los bloques de funciones y los comentarios se pueden escribir en todos los idiomas.
- Cuenta con un modo de control por teclado lo que permite acelerar la programación.
- Interfaz de usuario en ocho idiomas: inglés, alemán, francés, italiano, español, japonés, coreano y

chino.

- Soporta todas las instrucciones IEC para el FP7⁵.
- Incorpora nuevas funciones de comunicación y punteros, nueva serie de instrucciones sobrecargadas y tipos de datos de 16 y 32 bits para los PLCs.
- Este software cuenta a sus espaldas de una gran cantidad de documentación online así como librerías con las funciones más utilizadas disponibles todas ellas desde la página web de Panasonic electric works.

2.2.4.1.2 Interfaz de trabajo

En la siguiente imagen podemos ver un ejemplo de programación, las barras de herramientas y el navegador. En función del lenguaje de programación que estemos utilizando dicha interfaz puede verse ligeramente modificada pero mantiene la misma estructura. En las referencias al final de este documento podrán encontrar el enlace a la guía general de uso de este software.

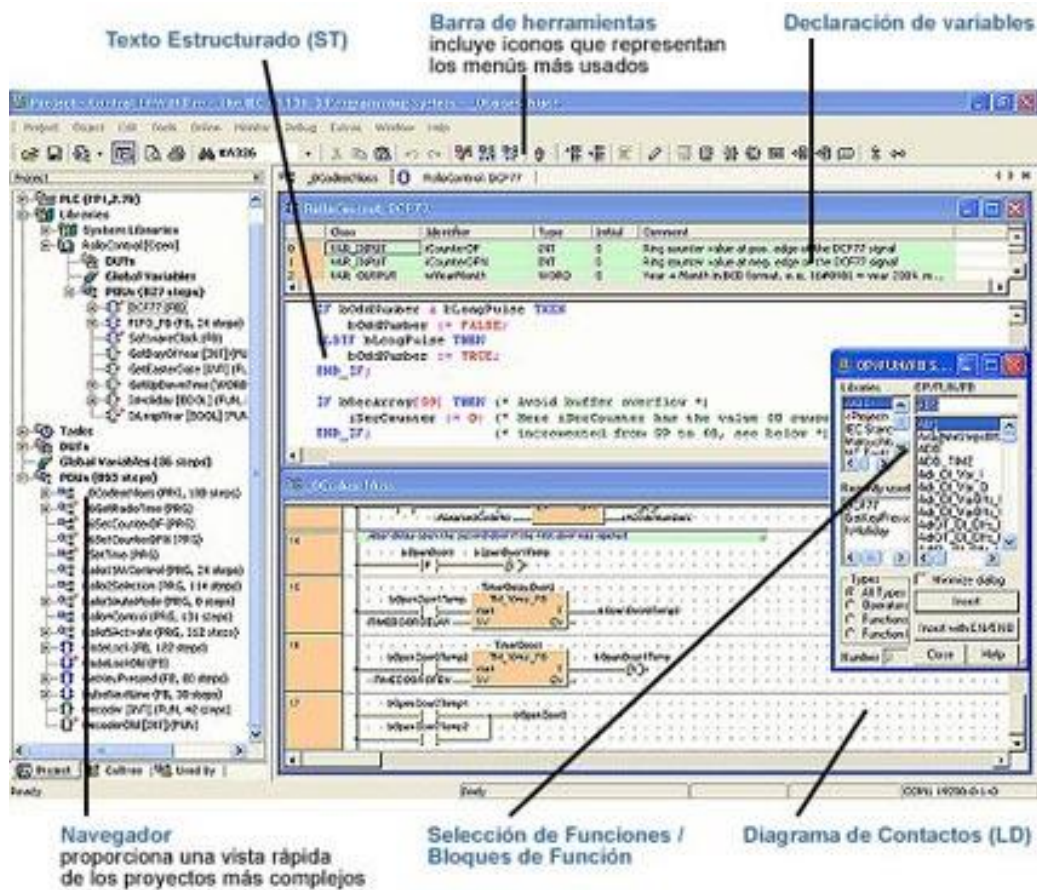


Ilustración 40 Interfaz de trabajo FPWIN Pro

⁵ Otro modelo más avanzado de PLC

2.2.4.2 GTWIN

GTWIN es una herramienta de creación de pantallas diseñado para la serie GT de Panasonic. Con este programa podemos diseñar y descargar pantalla a un panel táctil GT, cargar los datos desde la pantalla o incluso imprimir.



Ilustración 41 Imagen genérica GTWIN

Este software dispone de numerosas librerías que incluyen todo tipo de objetos gráficos como pueden ser interruptores, indicadores luminosos, relojes, teclados... los cuales son fácilmente incorporables a nuestros diseños, solo es necesario arrastrarlos y colocarlos en la pantalla.

Este programa también cuenta con numerosas funciones graficas como pueden ser gráficos, mensajes de alerta, barras de progreso...

2.2.4.2.1 Características más importantes

- Interfaz de usuario disponible en siete idiomas: Inglés, alemán, italiano, español, francés, japonés y chino.
- Entorno grafico de diseño muy intuitivo y rápido.
- GTWIN es puede transmitir la última versión de firmware al panel táctil.
- Cuenta con numerosas librerías de los objetos gráficos disponibles, diferenciadas entre las librerías para pantallas monocolor y las pantallas a color.
- Es capaz de guardar imágenes de pantallas como bitmaps, cosa que resulta especialmente práctico, por ejemplo, para preparar manuales de instrucciones para equipos.

2.2.4.2.2 Interfaz de trabajo

En la siguiente imagen tenemos la interfaz base del programa con los elementos más destacables enumerados.

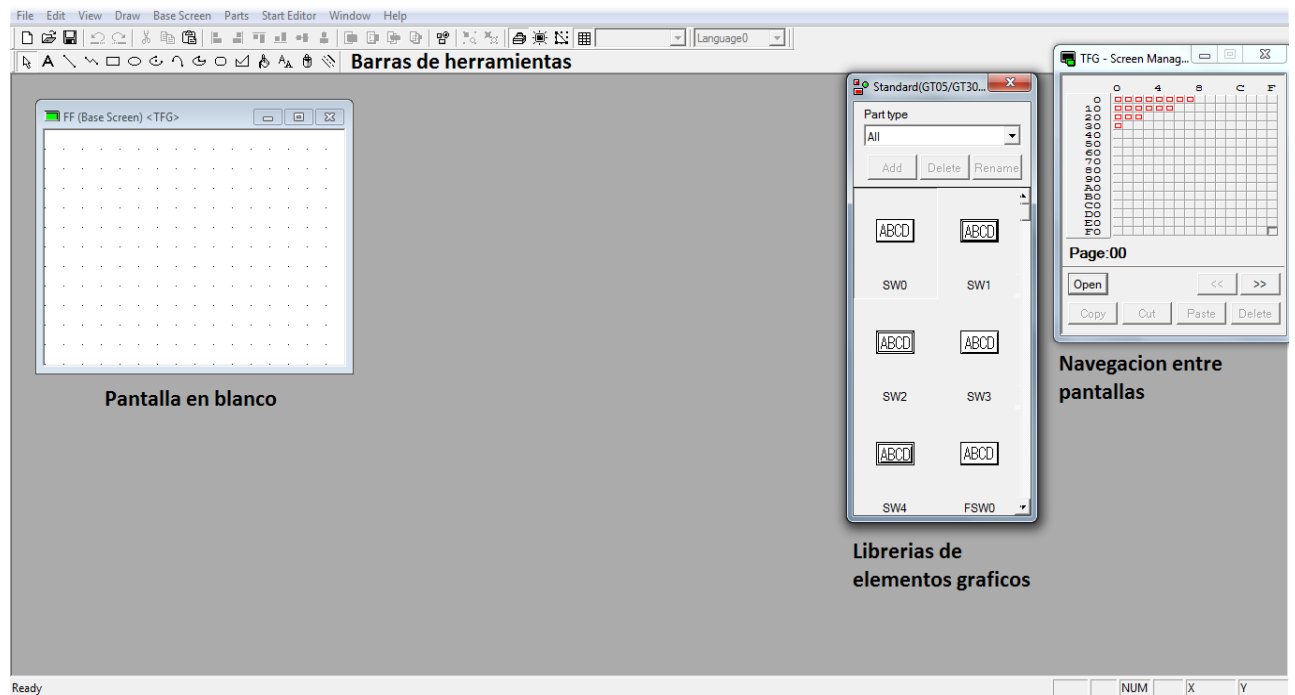


Ilustración 42 Interfaz de trabajo GTWIN

3 APORTACIÓN REALIZADA

En este segundo capítulo voy a detallar y explicar la realización del trabajo propiamente dicho, tanto los problemas surgidos como las soluciones finales adoptadas. No obstante todo lo anterior también ha formado parte del trabajo en el sentido de que he dedicado cierto tiempo a la familiarización con los equipos, instalación de software, comunicación entre los equipos y el PC, pruebas de funcionamiento...

Resumiendo el capítulo anterior y después de hacer lo anteriormente dicho me encontraba en la siguiente situación: Tenía el PLC y las maquetas funcionando, el software de programación estaba listo y la conexión entre el autómatas y el ordenador era correcta, en este punto tenía por delante dos claros propósitos:

1. Puesta en marcha y conexión de la pantalla táctil con el autómatas y con el PC.
2. Programación un automatismo con modos de operación para cada maqueta, usando la pantalla táctil como HMI.

3.2. Puesta en marcha e incorporación de la pantalla táctil al sistema

En este apartado vamos a detallar el proceso de puesta en marcha y conexión del display al autómatas y al PC vamos a omitir algunos puntos más técnicos ya que uno de los objetivos del trabajo es la realización de un *guía de puesta en marcha y programación pantalla táctil serie GT* la cual se encuentra en el anexo correspondiente de este documento. En dicha guía trataremos esos puntos de forma más general mientras que en este apartado lo explicaremos centrándonos en nuestros equipos y nuestro sistema.

3.2.1 Contenido de la caja de la pantalla táctil GT05



Ilustración 43 Contenido de la caja

- ✓ Display GT05
- ✓ Cable RS232 y guía de conexión
- ✓ Conector de empalme de cables
- ✓ Pletina para la fijación de la pantalla a una superficie
- ✓ Manual de instrucciones básicas

3.2.2 Cableado y conexión con el PLC

El siguiente paso es el cableado de la pantalla táctil, para ello vamos a usar el conector de empalme que viene incluido. En este conector irán todos los cables atornillados, posteriormente esta clavija se inserta en la ranura correspondiente situada en la parte trasera del display.



Ilustración 44 Cable RS232 atornillado al conector

Antes de comenzar con el cableado es importante ver la correspondencia entre los pines del conector y la ranura, esto se consigue fácilmente introduciendo el conector antes de atornillar ningún cable e ir colocando y fijando cada cable en su posición correcta.

En primer lugar tenemos los cables de alimentación, en nuestro caso la pantalla táctil funciona con 24V de continua, aprovechando que nuestra fuente de alimentación externa tiene una salida de 24V de CC sacamos un par de cables de los correspondientes bornes y los atornillamos en sus respectivas posiciones del conector.

Hay que prestar especial cuidado en no confundir la polaridad de los cables ya que esto quemaría los circuitos de la pantalla, para más seguridad se ha usado cable rojo para el positivo y negro para el negativo.

A continuación toca cablear el RS232 para poder conectarlo a la pantalla táctil. En la caja viene una hoja en la que detalla, según tu modelo de PLC, donde tienen que ir cada uno de los tres cables del conector RS232. En la figura de más abajo se muestra un ejemplo de cómo viene explicado y representado la forma de cablearlo.

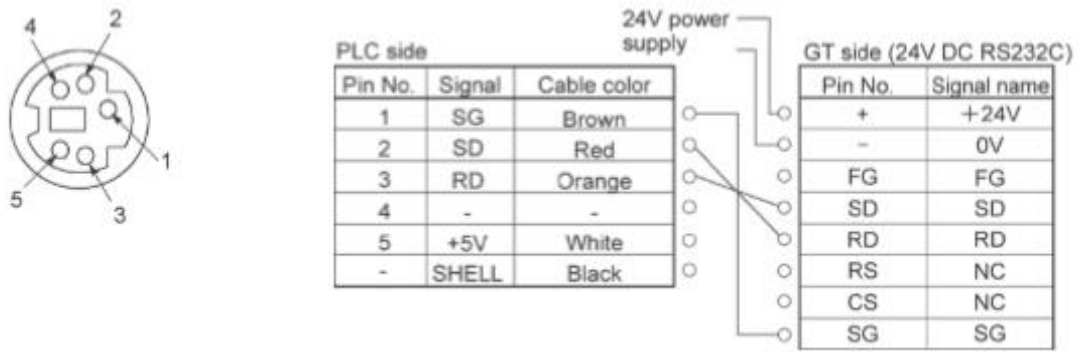


Ilustración 45 Ejemplo guía gráfica para el cableado

Una vez hecho todo esto solo queda conectar la clavija a la pantalla, el conector RS232 al PLC y darle tensión, comprobamos que la pantalla se enciende correctamente, accedemos al menú principal de la misma para realizar una serie de pequeños ajustes: Brillo, calibración del táctil, contraste, sonido... por último comprobamos que la comunicación con el PLC es correcta.

3.2.3 Conexión con el PC

La conexión a PC para la programación de la pantalla es más sencilla. En lo referido a la parte física (el cableado) la pantalla cuenta con un puerto USB (tipo AB), este cable no lo traía incluido de manera que tuve que adquirirlo en una tienda de informática.

En cuanto a la parte de software, una vez instalado el programa GTWIN, es algo más tedioso. En primer lugar descargue la última versión de los drivers del display desde el sitio oficial de Panasonic⁶, a continuación instale los drivers en el ordenador y por último configuraré los parámetros de comunicación desde el programa GTWIN.

Esta configuración es similar a la que realice con el PLC anteriormente. Como detalle, evitar tener conectados al mismo tiempo en el PC la pantalla y el PLC ya que sufren problemas de compatibilidad y ambos dejan de funcionar.

⁶ Panasonic ofrece este y otros software de forma gratuita previo registro en su web como estudiante universitario

En la siguiente imagen se muestran a manera de ejemplo y/o referencia los parámetros usados en mi caso:

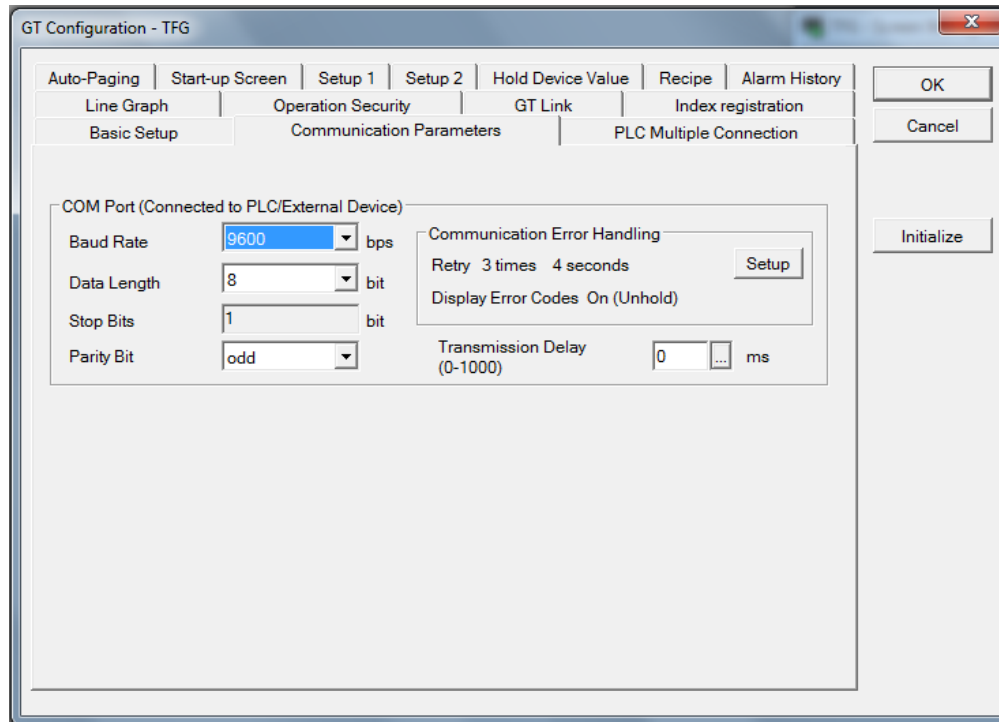


Ilustración 46 Parámetros de comunicación usados

Finalmente hice algunas pruebas para comprobar que la comunicación entre la pantalla y el PC fuesen correctas, en particular, cree algunas pantallas muy simples con algún mensaje y/o formas geométricas y las transferí a la pantalla para ver si esta las mostraba correctamente.

Una vez montado y en funcionamiento todo el sistema comencé con un proceso de autoaprendizaje a través de manuales, video tutoriales y pruebas para familiarizarme con los elementos gráficos y funcionalidades que ofrecía el display y así como la forma en la que el PLC y la pantalla táctil se comunicaban entre sí. Todo esto está explicado y detallado en la *guía de puesta en marcha y programación de pantalla táctil serie GT* que se encuentra al final de este documento en el anexo correspondiente.

3.3. Programación de un automatismo con modos de operación

3.3.1 Introducción

En un proceso de producción, las máquinas y sistemas no están siempre funcionando en modo automático fijo. Existen diversas circunstancias que pueden detener el proceso, algunas de estas circunstancias son:

- Fallos de maquinas
- Material en proceso defectuoso
- Interrupción de la alimentación de piezas
- Mantenimientos periódicos
- Paradas de la planta por fin de jornada
- Arranques en diferentes condiciones

Estas circunstancias pueden ser previsible o no de manera que hay que preparar el automatismo para hacerles frente y hacer posible la interacción con los operadores de fábrica.

En un intento de normalizar los modos de operación la ADEPA⁷ ha propuesto un sistema universal para definir los modos de funcionamiento normal, arranque y parada y proceso en defecto. Este sistema es denominado la guía GEMMA⁸.

GEMMA es una guía de estudio grafica que permite definir los modos en los que se encuentra un sistema y también define los caminos y las condiciones de cambio entre dichos modos.

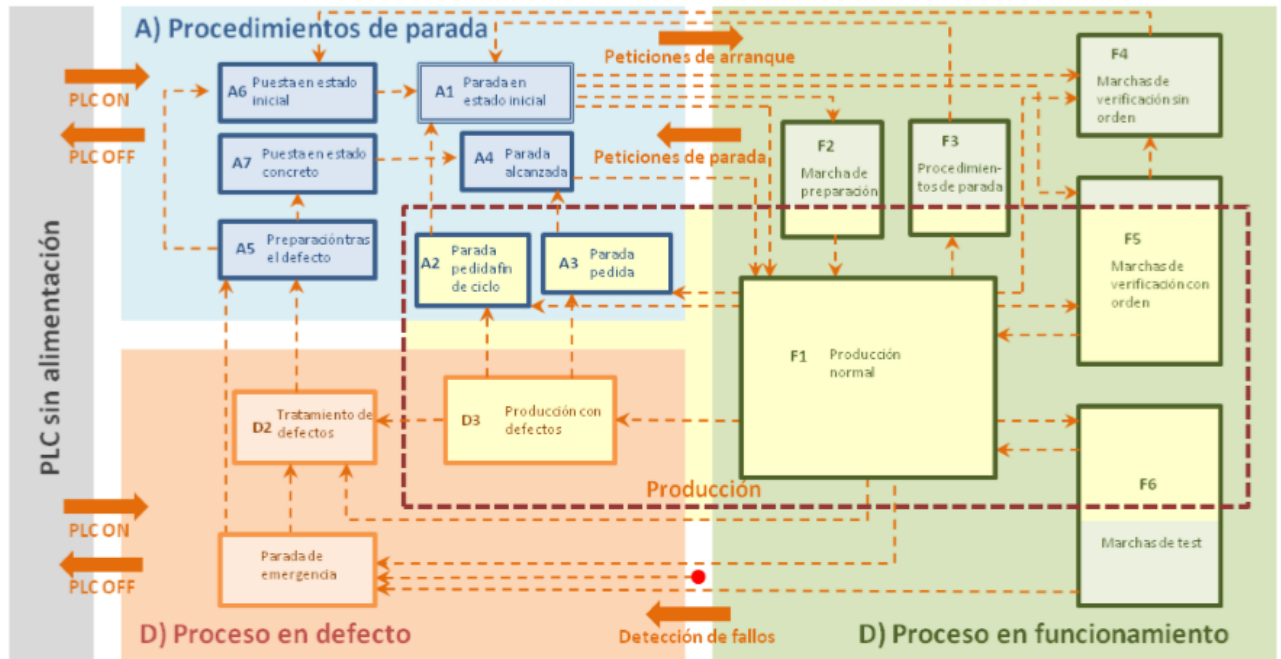


Ilustración 47 Modos GEMMA

En el grafico anterior podemos ver cuatro zonas diferenciadas, la primera, la cual no contemplaremos en nuestro trabajo, es la correspondiente a “PLC sin alimentación”, en esta zona actúan los sistemas de seguridad mecánicos o eléctricos (independientes del PLC).

Nos centraremos en las tres zonas restantes: Procedimientos de parada, Proceso en funcionamiento y proceso en defecto. En estas zonas nuestro automatismo se tiene que encargar por completo de cada situación y de pasar correctamente de una situación dada a otra que surja.

Debido a la gran cantidad de diversos modos de operación que tenemos y la restricción física de las maquetas, diseñaremos e implementaremos los más importantes a nivel industrial. A medida que vayamos desarrollando el trabajo detallaremos cada uno de los modos usados, así como sus transiciones y la solución final adoptada en cada caso.

⁷ Agence national pour le Développement de la Productique Appliquée à l’industrie (Agencia nacional para el desarrollo de productividad aplicada a la industria)

⁸ Guide d’Etude des Modes de Marches et d’Arrêts (Guía de estudio de los modos de arranque y parada)

3.3.2 Problemas de implementación surgidos y soluciones adoptadas

3.3.2.1 Problemas de implementación

A la hora de implementar un automatismo con modos de operación es fundamental la acción denominada **inhibir código**. Esto consiste en que en determinados momentos uno varios fragmentos del código dejen de ejecutarse en cada ciclo de autómeta, dicho de otra manera, el programa ignora esa parte del código.

En otros entornos de programación la inhibición de código esta fácilmente implementada, por ejemplo en los PLC de Schneider, cada POU tiene asociado un bit al cual se puede acceder y modificar a través de otra POU, este bit indica la ejecución o no del código de dicha POU, 1 si se quiere ejecutar y 0 si se quiere inhibir.

El problema lo tenemos cuando buscamos la manera de inhibir código en Panasonic y nos damos cuenta de que no tiene una forma directa y habitual de hacerlo. El momento preciso en el que te das cuenta de que Panasonic no ha pensado en la inhibición de código de la forma tradicional es cuando vemos este mensaje:

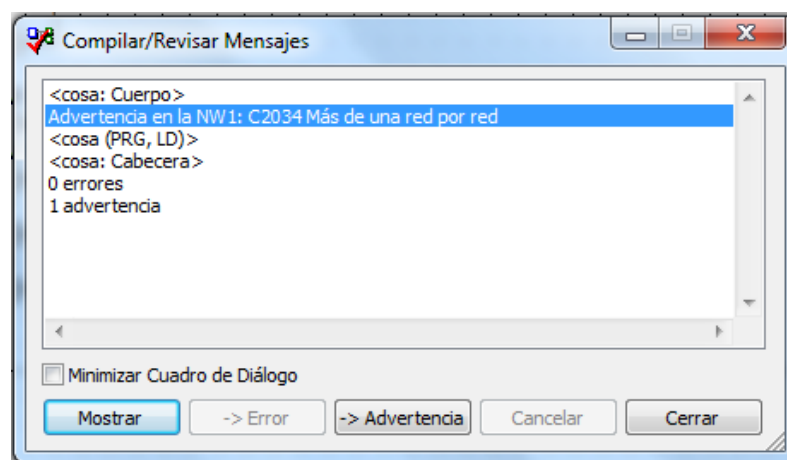


Ilustración 48 Mensaje de advertencia

En esta imagen vemos como al intentar compilar varias POU's que atacan a las mismas salidas (cosa que es normal es otros fabricantes de PLC's al crear un automatismo de modos de operación) nos encontramos que nos lo marca como advertencia y a las 15 advertencia nos marca error y no nos deja compilar el programa.

Esto es un problema bastante importante ya que nos cambia la concepción de automatismo de modos de operación empleada tradicionalmente, pero gracias a algunas herramientas especiales que ofrece Panasonic en forma de bloques funcionales y con un poco de ingenio hemos conseguido implementar varios modos de operación que funcionan correctamente.

3.3.2.2 Soluciones

Para poder lidiar con este problema hemos empezado con un diseño del automatismo adaptado a nuestras necesidades, es decir, hemos intentado que la mayor parte posible del código este programado en SFC, la razón de esto se explica a continuación. No obstante hemos empleado tanto LD como ST para algunas secciones que resultaban más sencilla programarlas en estos lenguajes.

El porqué de programar casi todo en SFC es el siguiente: FPWIN Pro trae instalado una librería que incluye bloques funcionales para el control de SFC, en concreto el que vamos a usar nosotros y se puede ver en la figura de más abajo es un bloque que permite “congelar y reiniciar” una o todas las SFC del programa.

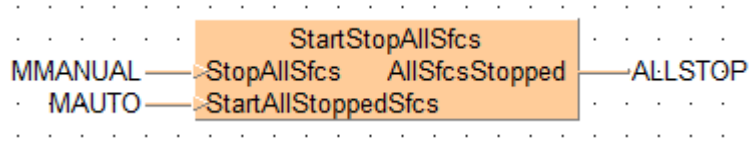


Ilustración 49 Bloque funcional StartStopSFC

Esto simula parcialmente esa inhibición de código de la que hablamos anteriormente, y digo parcialmente porque este bloque funcional del que estamos hablando bloquea las salidas de la SFC que esté afectando y las pone a 0. Por ejemplo si tenemos una SFC que actúa directamente sobre una salida que enciende o apaga una luz roja del sistema, y con el bloque funcional de parada y reinicio la congelamos la luz permanecerá apagada mientras la SFC este congelada a pesar de que otra POU posterior diga que la luz debe de estar encendida.

Si no se sabe esto la implementación puede ser problemática ya que no sabes porque a veces funciona y otras no sin un motivo aparente. Esto se ha solucionado de una forma bastante sencilla: En lugar de que cada SFC actué directamente sobre las salidas del PLC, se han creado variables que simulan estas salidas. Por ejemplo, si la salida Y0 enciende o apaga un motor, todas las SFC actuarán modificando el valor de unas variables internas Y0a, Y0b...

Tal y como lo tenemos ahora el sistema nunca se vería afectado y no funcionaría el control, de manera que creamos una POU de “control maestro” programada en LD, en la cual conectamos en paralelo todas las salidas virtuales creadas a la salida real del PLC. De esta manera conseguimos que al detener una SFC y bloquear sus salidas otras POU puedan actuar sobre el sistema de forma independiente.

A continuación se tiene un ejemplo del “control maestro” explicado anteriormente.

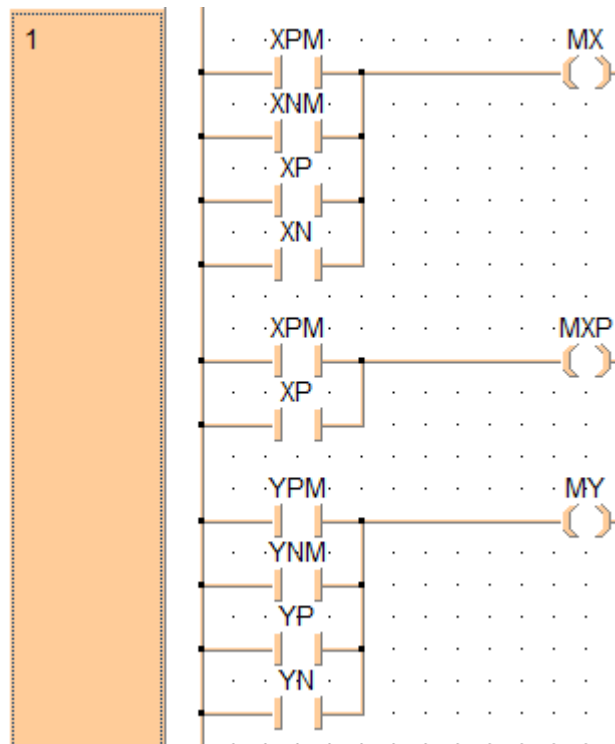


Ilustración 50 Ejemplo de control maestro

En cuanto a inhibir el código de las POU programadas en LD simplemente añadimos contactos en serie para evitar que la línea correspondiente se ejecute cuando este inhibida.

Por último para el lenguaje en ST colocamos un bucle que encierre todo el código, cuya condición nos permita controlar cuando queremos que se ejecute dicho código y cuando no.

```
IF MMANUAL=1 THEN
  ROBOT:=0;
  XP:=0;
  XN:=0;
  YP:=0;
  YN:=0;
END_IF;

IF ROBOT=1 THEN
```

Ilustración 51 Ejemplo de bucle de inhibición en ST

3.3.3 Diseño e implementación en portal Puente grúa

3.3.3.1 Propuesta modos de operación

Se dispone de un puente grúa para mover piezas dentro de una nave industrial. El operario puede acceder a través de un panel táctil a las opciones de control del robot.

Dichas opciones son:

1. **Modo automático.** Funcionamiento normal del robot en producción. *(En la sección correspondiente se detalla el funcionamiento e implementación de este modo)*
2. **Modo manual.** En casos específicos el operario puede controlar todos los movimientos y funciones del puente grúa a través del panel.
3. **Modo reset.** En caso de alguna parada inesperada a mitad de proceso, coloca al robot en posición de inicial.
4. **Modo especial.** Modo semiautomático que permite mover distintos tipos de piezas a lugares específicos predefinidos dentro de la nave.
5. **Modo prueba.** Para comprobar el calibrado del robot se pueden introducir a través del panel táctil unas coordenadas cualesquiera y comprobar si el robot se desplaza a dichas coordenadas.

En cuanto a la seguridad, todas las pantallas disponen de un botón de emergencia que al pulsarlo detiene por completo el robot sea cual sea la acción que esté realizando. Si el electroimán estaba conectado en el momento de la parada de emergencia seguirá conectado de manera que si tenía una pieza suspendida en el aire no caiga produciendo daños mayores.

Mientras se esté en **modo parada de emergencia** la única acción posible en el panel táctil será poder desactivarlo, para ello habrá que pulsar dos botones de forma secuencial, así reduciremos las posibilidades de desactivar el modo de emergencia de manera fortuita.

3.3.3.2 Modos de operación usados según la guía GEMMA

Como la guía GEMMA pretende establecer un sistema de referencia universal, vamos relacionar los modos de operación de nuestra propuesta con los modos de la guía GEMMA *(Ver Ilustración 47 Modos GEMMA)*.

1. Modo automático > **Producción normal**. Estado en que la máquina produce normalmente. Es el estado más importante y es él se deben realizar las tareas para las cuales la máquina ha sido construida.
2. Modo manual > **Marchas de verificación sin orden**. En este caso la máquina, normalmente por orden del operario, puede realizar cualquier movimiento o unos determinados movimientos preestablecidos. Es el denominado control manual y se utiliza para funciones de mantenimiento y verificación.
3. Modo reset > **Puesta del sistema en estado inicial**. En este estado se realiza el retorno del sistema al estado inicial (reinicio). El retorno puede ser manual o automático.
4. Modo especial > **Marchas de verificación con orden**. En este caso la máquina realiza el ciclo completo de funcionamiento en orden pero al ritmo fijado por el operador. Se utiliza también para tareas de mantenimiento y verificación. En este estado la máquina puede estar en producción. En general, se asocia al control semiautomático.
5. Modo prueba > **Marchas de test**. Sirve para realizar operaciones de ajuste y mantenimiento preventivo.
6. Parada de emergencia > **Parada de emergencia**. Es el estado, que se consigue después de una parada de emergencia, en donde deben tenerse en cuenta tanto las paradas como los procedimientos y precauciones necesarias para evitar o minimizar las consecuencias debidas a los defectos.

3.3.3.3 Implementación modos de operación

Vamos a intentar dividir el desarrollo de la solución en varias partes para facilitar la explicación y la comprensión, a medida que vayamos avanzando las iremos relacionando entre sí para conformar la solución final.

En primer lugar tenemos el control maestro del cual hablamos en la sección de *problemas de implementación surgidos y soluciones adoptadas*. En este control maestro hemos añadido en paralelo directamente los botones del control manual, esto ha sido posible gracias a que disponemos un HMI táctil en el cual, cuando se accede al modo manual se desactiva las demás POU's (*más adelante veremos cómo conseguimos esto*) de manera que no existe interferencia en el control maestro. Y viceversa, cuando estamos trabajando en otro modo distinto al manual, no es posible acceder a los botones del display de modo manual de manera que tampoco tenemos interferencias entre modos.

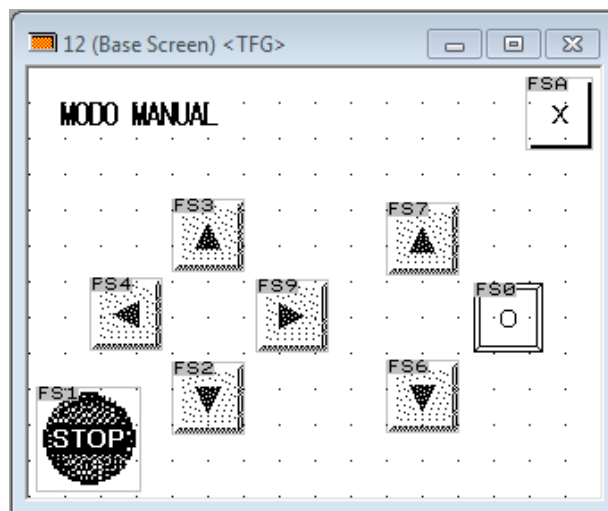


Ilustración 52 Diseño de pantalla modo manual

Esta es la pantalla asociada al modo manual, las cuatro flechas de la izquierda controlan el movimiento en el plano XY del robot, las dos del medio controlan el eje Z y el botón de la derecha activa o desactiva el electroimán. También podemos ver el botón de emergencia (esquina inferior izquierda) y el botón menú (esquina superior derecha)

Para desactivar las SFC tenemos una POU en LD muy sencilla, cuando detecta un flanco de subida en MMANUAL congela todas las SFC, cuando lo hace en MAUTO vuelve a habilitar dichas SFC. Estas variables (MMANUAL y MAUTO) también inhabilitan/habilitan cierto código escrito en LD y el código escrito en ST.

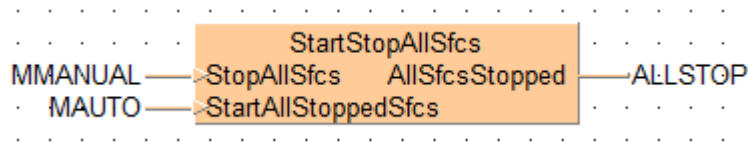


Ilustración 53 Bloque funcional StartStopSFC

Para el posicionamiento del puente grúa vamos a emplear encoders y contadores rápidos, ya se habló del problema de uno de los encoder de esta maqueta, aquí se tratará como se ha solucionado.

Los contadores rápidos se encargan de ir midiendo el movimiento del puente grúa, a través de unos bloques funcionales especiales extraemos la información de los contadores rápidos y la trasferimos a una variable interna para poder trabajar con ella.

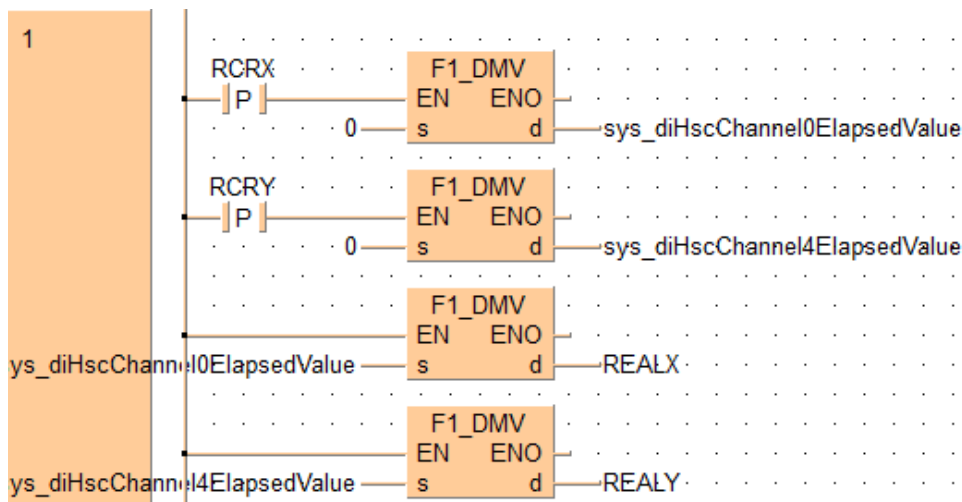


Ilustración 54 Bloques funcionales lectura y modificación contadores rápidos

La POU de movimiento del robot está escrita en ST. Esta sección se encarga de recibir unas coordenadas y mover al robot hasta esas coordenadas. Como lo hace es muy sencillo: coge la coordenada en el eje X y mueve el robot en esa dirección hasta que el encoder le marca que ha llegado a dicha coordenada (a través de un IF), al mismo tiempo hace el mismo proceso en el eje Y. Cuando el robot está en la posición solicitada manda una señal de ENPOS para que otra POU la use como señal de comunicación.

Para solucionar el problema con el encoder del eje Y sencillamente antes de solicitar un nuevo movimiento en esta dirección se hace un reset físico del puente grúa únicamente en la dirección Y al mismo tiempo que se resetea el valor del contador rápido asociado a dicho encoder.

El modo automático lo detallaremos en una sección independiente.

Para el modo especial semiautomático en primer lugar vamos a mostrar una imagen de la pantalla correspondiente para facilitar la explicación.

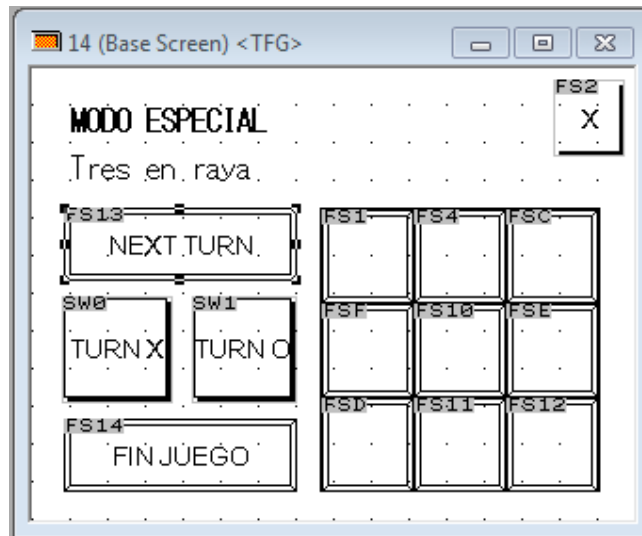


Ilustración 55 Diseño de pantalla modo especial

(Debido al parecido entre este modo y el conocido juego tres en raya se ha decidido darle esta forma y estos nombres a los elementos de dicha pantalla, no obstante su objetivo es el mismo “mover distintos tipos de piezas a lugares específicos predefinidos dentro de la nave”)

El funcionamiento del programa que corresponde a este modo es el siguiente: Seleccionamos TURN X o TURN O para indicar qué clase de piezas queremos mover (Cada tipo está almacenado en una posición determinada de la nave), a continuación pulsamos NEXT TURN, de esta manera el robot se colocará en la posición de almacenamiento de la pieza elegida y efectuará la maniobra de carga, esta maniobra consiste en bajar en la dirección Z hasta que un pulsador de referencia detecta que el electroimán ha tocado una superficie rígida en ese momento se activa el electroimán agarra la pieza y comienza a subir.

Después de esto el robot vuelve al origen de coordenadas⁹ y se queda esperando hasta que el operador pulse en la casilla correspondiente en la cuadrícula 3x3 de la pantalla, una vez seleccionado el destino el robot se mueve a dicha casilla y realiza la operación de descarga (similar a la de carga pero desactivando el electroimán y soltando la carga). Tras esto el robot vuelve al origen de coordenadas al tiempo que en la pantalla táctil queda reflejado que tipo de pieza hay en cada lugar.

Se puede repetir el proceso hasta completar toda la cuadrícula, para reiniciarla y salir del modo se debe pulsar FIN JUEGO

Los modos restantes, reset y prueba, son bastante sencillos. El primero simplemente realiza la operación de reinicio hasta el origen de coordenadas, manda una señal de confirmación de que ha llegado y se queda esperando.

Esta operación de reinicio está programada en una POU independiente para ser usada por todos los demás programas, las entradas de dicha POU son la señal para que efectúe el reinicio y la señal de que lo ha terminado. Para este reinicio no usamos los encoder sino que tomamos como referencia los pulsadores de la esquina más cercana a la fotorresistencia, de manera que hacemos mover al puente grúa en dirección indicada en la figura hasta que se pulsan los respectivos sensores, en ese punto esta nuestro origen de coordenadas.

⁹ En nuestro caso se encuentra en la esquina más cercana a la fotorresistencia

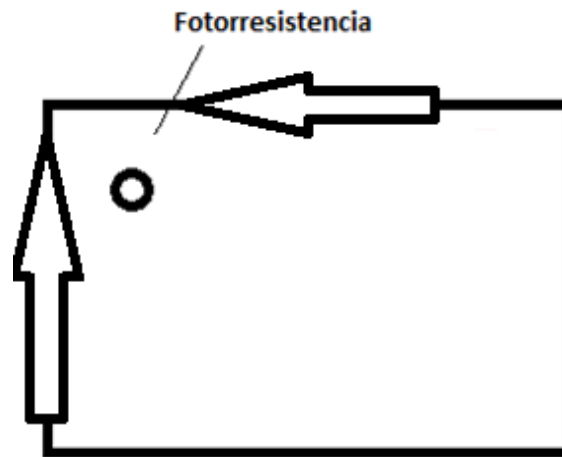


Ilustración 56 Esquema de movimiento

En el modo prueba el operario puede introducir las coordenadas que el estime a través de la pantalla táctil. El programa únicamente manda estas coordenadas a la POU de movimiento del robot y envía una señal cuando está en la posición solicitada

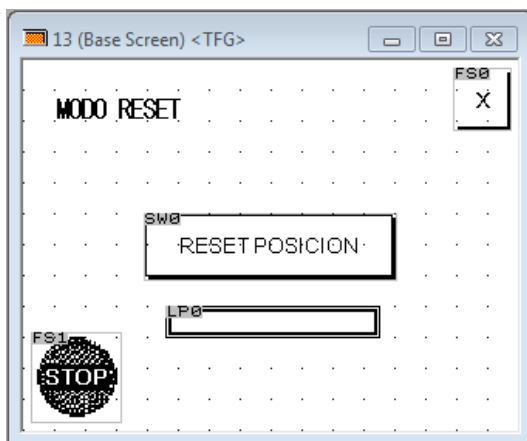


Ilustración 57 Diseño de pantalla modo reset

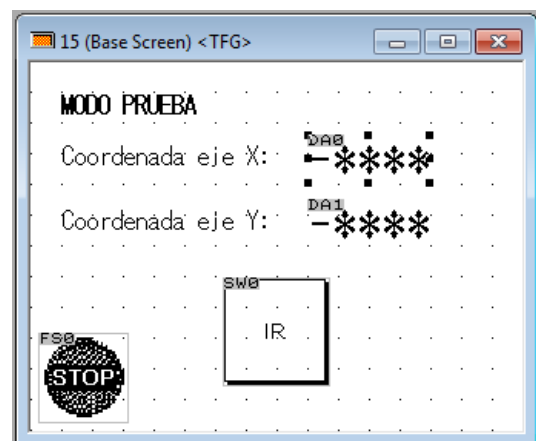


Ilustración 58 Diseño de pantalla modo prueba

3.3.3.4 Programación de la pantalla táctil

Los elementos gráficos que componen las diferentes pantallas son muy básicos: interruptores, pulsadores, luces y mensajes. El control de luces y demás elementos esta realizado a través del PLC en una POU de auxiliares, básicamente la componen bobinas enclavadas para encender luces, bloquear interruptores, invisibilizar elementos...

Lo más complejo en el control y programación de la pantalla táctil ha sido por un lado la cuadrícula 3x3. Esta se compone de dos interruptores por casilla, uno encima de otro, el primero es el botón propiamente dicho, el que da la señal para mover la pieza a ese lugar. Pero cuando la pieza llega a su destino ese botón desaparece y se deja ver el de debajo, que toma un valor u otro en función de la pieza dejada. Este valor se mantiene hasta pulsar FIN JUEGO y provocar el reinicio. Jugando un poco con las bobinas enclavadas y las diferentes variables logramos el siguiente efecto:



Ilustración 59 Diseño de pantalla modo especial

Por otro lado en la pantalla del modo de prueba donde se introducen las coordenadas se tuvo que buscar una forma de pasar de un tipo de variable INT a DINT que los contadores rápidos solo trabajan con esta última. Después de investigar un poco encontré un bloque funcional que su función era precisamente esta, se creó una POU con este bloque y problema solucionado:

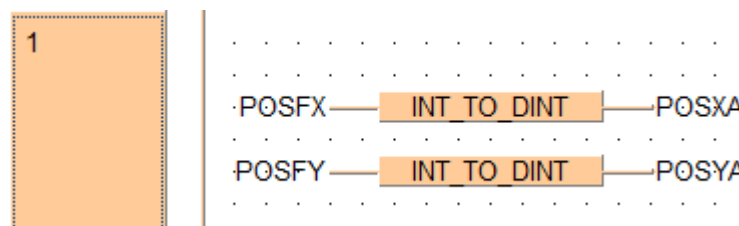


Ilustración 60 Bloque funcional de conversión

Hemos añadido otras funciones generales a la pantalla táctil, como una autenticación de seguridad (pass: 1234) para poder acceder a la misma así como un botón de menú para facilitar la navegación entre pantallas.

3.3.3.5 Propuestas modo automático

Propuesta uno: Llenado de cajas

Se dispone de un puente grúa para mover piezas dentro de una nave industrial, las piezas llegan de proceso y se depositan en la zona de almacenamiento (lugar de la fotorresistencia). Cuando se acumulan suficientes unidades el operario da la orden al robot grúa para que comience la operación de carga de cajas.

Esta operación consiste en recoger una pieza de la zona de almacenamiento y llevarla a la zona de descarga donde se encuentra una caja en espera. Para recoger una pieza se debe bajar en dirección Z hasta que el electroimán toque la pieza, momento en el cual se activará para fijarla. La operación de descarga es la misma pero desconectado el imán para soltar la carga.

Si la zona de almacenamiento se queda sin piezas, el robot se detendrá en el origen de coordenadas a la espera de la llegada de más piezas, al mismo tiempo que aparecerá un mensaje de alerta en el panel táctil para avisar al operario.

Debido a que la capacidad de las cajas es variable el robot continuara con el ciclo de carga hasta que el operario le dé la orden de detenerse.

El movimiento en el plano XY del robot ya viene programado en la POU correspondiente (como entrada necesita la posición a la que tiene que moverse, cuando termina de ejecutar el movimiento, manda una señal del robot en posición).

El reset global y el reset en la dirección Y están ya programados en POU's independientes (Como entrada tienen la señal para que efectúen el reinicio y como salida la señal de que lo ha terminado).

Propuesta uno: Desplazamiento de piezas por zonas de trabajo

Se dispone de un puente grúa para mover piezas dentro de una nave industrial, las piezas llegan a la zona de espera (A), si la zona de trabajo (B) para el maquinado de la pieza está libre el robot moverá la pieza desde la zona A a la B. Si por el contrario la zona de trabajo está ocupada por otra pieza el robot llevará la pieza desde la zona A hasta la zona de almacenamiento provisional (C).

Cuando el maquinado de la pieza termina (se simulará el final de maquinado a través de la señal dada por el pulsador físico de la maqueta) el robot moverá al pieza desde la zona B hasta la siguiente zona del proceso (D).

Cuando la zona de trabajo (B) se queda libre tienen prioridad las piezas que se encuentran en almacenamiento (C)

La zona de almacenamiento provisional (C) tiene una capacidad máxima de tres piezas. Cuando se llena se detiene automáticamente el flujo de piezas hasta la zona de espera (A)

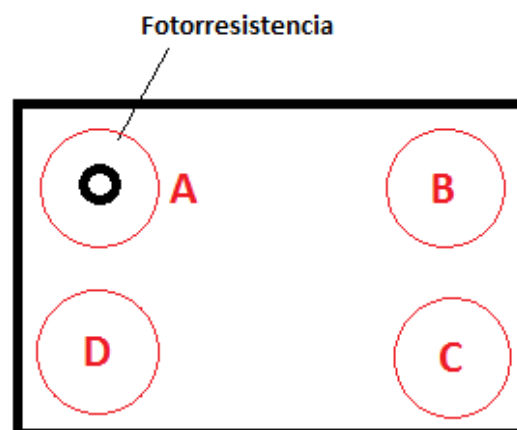


Ilustración 61 Esquema zonas de la nave

El movimiento en el plano XY del robot ya viene programado en la POU correspondiente (, como entrada necesita la posición a la que tiene que moverse, cuando termina de ejecutar el movimiento, manda una señal del robot en posición.

El reset global y el reset en la dirección Y están ya programados en POUs independientes (Como entrada tienen la señal para que efectúen el reinicio y como salida la señal de que lo ha terminado).

3.3.3.6 Implementación modo automático

Debido a una limitación de FPWIN Pro en el número de pasos máximos del programa, solo se ha podido realizar la implementación de la propuesta 1 en el automatismo.

Cuando le damos la señal al robot para que comience la operación, lo primero que efectúa es un reinicio global mandando una señal a la POU de reset. Una vez esta POU mande su señal de reinicio efectuado y si la fotorresistencia detecta que tiene una pieza encima, se le da la señal a la POU de movimiento para que el robot se desplace hasta la posición de carga, cuando ha llegado al sitio indicado comienza la operación de recogida de la pieza.

Esta operación secuencial consiste en bajar el brazo del puente grúa hasta que toque una superficie rígida, en este caso la pieza. Cuando lo hace un pulsador lo detecta mandado una señal que activa el electroimán al tiempo que el brazo vuelve a subir hasta su posición original.

Una vez cargada la pieza, se efectúa un reinicio en la dirección Y (debido al problema con los contadores rápidos y a través de la POU de reset Y) y a continuación se le vuelve a dar la señal a la POU de movimiento para que desplace al robot a la zona de embalaje.

Una vez se coloque el robot en posición, se efectúa la operación de descarga. Del mismo modo que antes, baja el brazo del puente grúa hasta que toca con una superficie rígida, en ese momento se desconecta el electroimán soltando la pieza y acto seguido comienza a subir el brazo nuevamente.

En este punto se vuelve a hacer un reinicio global al puente grúa, a través de la POU comentada al inicio de este apartado. En este punto y si el operario no ha detenido el proceso debido a que la caja está llena el robot vuelve a repetir la misma operación nuevamente.



Ilustración 62 Diseño de pantalla modo automático

3.3.4 Diseño e implementación en portal cintas

3.3.4.1 Propuesta modos de operación

Se dispone de un portal basado en cintas elevadoras para mover piezas. El operario puede acceder a través de un panel táctil a las opciones de control del robot.

Dichas opciones son:

1. **Modo automático.** Funcionamiento normal del robot en producción. *(En la sección correspondiente se detalla el funcionamiento e implementación de este modo)*
2. **Modo manual.** En casos específicos el operario puede controlar todos los movimientos y funciones de las cintas través del panel táctil.
3. **Modo test.** Utilizado para comprobar el estado de todos los motores de forma rápida, funciona de forma semiautomática.

En cuanto a la seguridad, todas las pantallas disponen de un botón de emergencia que al pulsarlo detiene por completo el robot sea cual sea la acción que esté realizando

Mientras se esté en **modo parada de emergencia** la única acción posible en el panel táctil será poder desactivarlo, para ello habrá que pulsar dos botones de forma secuencial, así reduciremos las posibilidades de desactivar el modo de emergencia de manera fortuita.

3.3.4.2 Modos de operación usados según la guía GEMMA

Como la guía GEMMA pretende establecer un sistema de referencia universal, vamos relacionar los modos de operación de nuestra propuesta con los modos de la guía GEMMA (*Ver Ilustración 4.7 Modos GEMMA*).

1. Modo automático > **Producción normal.** Estado en que la máquina produce normalmente. Es el estado más importante y es él se deben realizar las tareas para las cuales la máquina ha sido construida.
2. Modo manual > **Marchas de verificación sin orden.** En este caso la máquina, normalmente por orden del operario, puede realizar cualquier movimiento o unos determinados movimientos preestablecidos. Es el denominado control manual y se utiliza para funciones de mantenimiento y verificación.
3. Modo test > **Marchas de test.** Sirve para realizar operaciones de ajuste y mantenimiento preventivo.
4. Parada de emergencia > **Parada de emergencia.** Es el estado, que se consigue después de una parada de emergencia, en donde deben tenerse en cuenta tanto las paradas como los procedimientos y precauciones necesarias para evitar o minimizar las consecuencias debidas a los defectos.

3.3.4.3 Implementación modos de operación

Del mismo modo que antes vamos a intentar dividir el desarrollo de la solución en varias partes para facilitar la explicación y la comprensión, a medida que vayamos avanzando las iremos relacionando entre sí para conformar la solución final. *Debido a que la filosofía de diseño es idéntica a la de la anterior maqueta se van a reutilizar algunos fragmentos de texto.*

En primer lugar tenemos el control maestro del cual hablamos en la sección de *problemas de implementación surgidos y soluciones adoptadas*. En este control maestro hemos añadido en paralelo directamente los botones del control manual, esto ha sido posible gracias a que disponemos un HMI táctil en el cual, cuando se accede al modo manual se desactiva las demás POU's (*más adelante veremos cómo conseguimos esto*) de manera que no existe interferencia en el control maestro. Y viceversa, cuando estamos trabajando en otro

modo distinto al manual, no es posible acceder a los botones del display de modo manual de manera que tampoco tenemos interferencias entre modos.

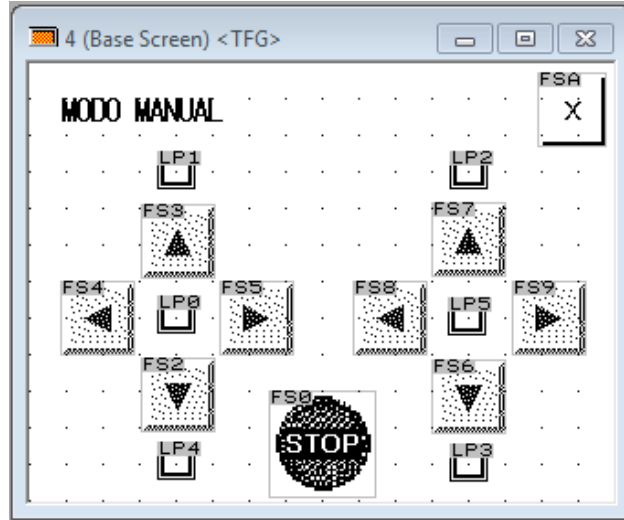


Ilustración 63 Diseño de pantalla modo manual

Esta es la pantalla asociada al modo manual, las cuatro flechas de la izquierda controlan el movimiento de la primera columna y las cuatro de la derecha el de la segunda. También encontramos una serie de tres luces por columna que indican cuando la cinta está encima de uno de los tres pulsadores de referencia que se encuentran distribuidos a lo largo de las columnas. También podemos ver el botón de emergencia (zona inferior central) y el botón menú (esquina superior derecha).

Para desactivar las SFC tenemos una POU en LD muy sencilla, cuando detecta un flanco de subida en MMANUAL congela todas las SFC, cuando lo hace en MAUTO vuelve a habilitar dichas SFC. Estas variables (MMANUAL y MAUTO) también inhabilitan/habilitan cierto código escrito en LD y el código escrito en ST.

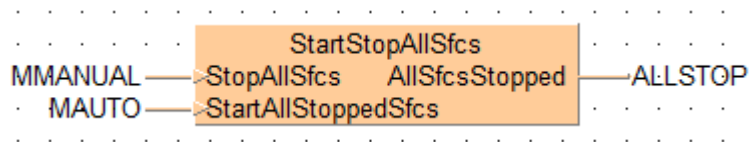


Ilustración 64 Bloque funcional StartStopSFC

Para la localización del robot usaremos los tres pulsadores de referencia colocados a lo largo de cada una de las dos columnas, recordar que estos pulsadores funcionan con lógica inversa (Un 1 si no tienen nada encima y un 0 si son pulsados).

El modo automático lo detallaremos en una sección independiente.

El modo test es un programa secuencial muy sencillo, sencillamente va activando las salidas una por una cada vez que pulsamos el botón SIGUIENTE, al hacerlo se enciende la luz correspondiente a la última salida comprobada.

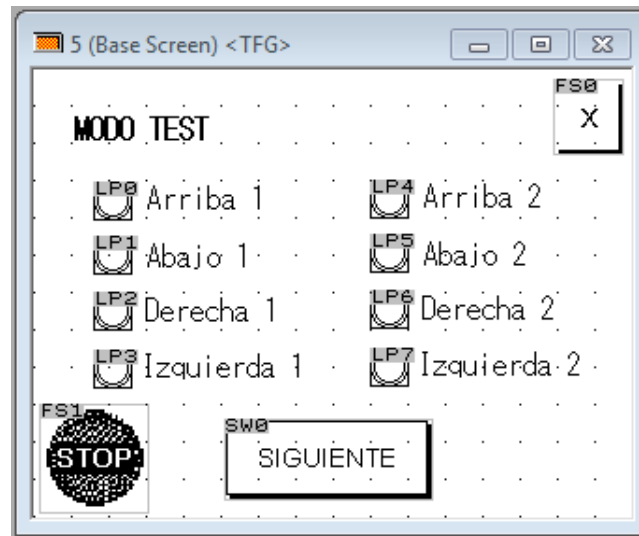


Ilustración 65 Diseño de pantalla modo test

3.3.4.4 Programación de la pantalla táctil

Al igual que antes los elementos gráficos que componen las diferentes pantallas son muy básicos: interruptores, pulsadores, luces y mensajes. El control de luces y demás elementos está realizado a través del PLC en una POU de auxiliares, básicamente la componen bobinas enclavadas para encender luces, bloquear interruptores, invisibilizar elementos...

Hemos añadido otras funciones generales a la pantalla táctil, como una autenticación de seguridad (pass: 1234) para poder acceder a la misma así como un botón de menú para facilitar la navegación entre pantallas.

3.3.4.5 Propuestas modo automático

Propuesta uno: Almacenamiento de cajas

Se dispone de un portal basado en cintas elevadoras para mover mercancía, las cajas se recogen en el extremo de la primera cinta transportadora, se lleva hasta la segunda cinta donde son descargadas y colocadas en una de las tres alturas de las que dispone el almacén. El operario puede elegir a que altura se descargará la próxima caja en camino sin necesidad de parar el sistema.

Gracias a la fotorresistencia y al detector de metales podemos saber cuándo una caja ha llegado al final de cada cinta.

El posicionamiento del portal en la zona de trabajo se realizará a través de los pulsadores situados en cada nivel de descarga.

Se recomienda que al inicio del trabajo el robot se dirija a un punto de origen desde el que empezará la primera operación.

Propuesta dos: Llenado de cajas

Se dispone de un portal basado en cintas elevadoras para mover mercancía, se quieren cargar piezas en una caja mediante el uso de las cintas. Las cajas se recogen en el extremo de la primera cinta, a continuación se desplaza a la segunda cinta donde permanece en espera.

Acto seguido, en la primera cinta, se recogen las piezas que se desean empaquetar, se llevan al extremo de la cinta y en función de si son válidas o no se cargan en la caja que está en espera. Para cargar la pieza basta con levantar la primera cinta a media altura y dejar caer la pieza sobre la caja. Si la pieza no es válida basta con levantar la segunda cinta y arrojar la pieza al suelo. El operario podrá decidir qué tipo de piezas cargar a través de un panel táctil.

En cada ciclo de carga se deben introducir dos piezas en la caja y a continuación llevar la caja hasta el final de la segunda cinta donde se encuentra el almacén.

Gracias a la fotorresistencia y al detector de metales podemos saber cuándo una caja ha llegado al final de cada cinta.

El posicionamiento del portal en la zona de trabajo se realizará a través de los pulsadores situados en cada nivel de descarga.

Se recomienda que al inicio del trabajo el robot se dirija a un punto de origen desde el que empezará la primera operación.

3.3.4.6 Implementación modo automático

Implementación propuesta 1

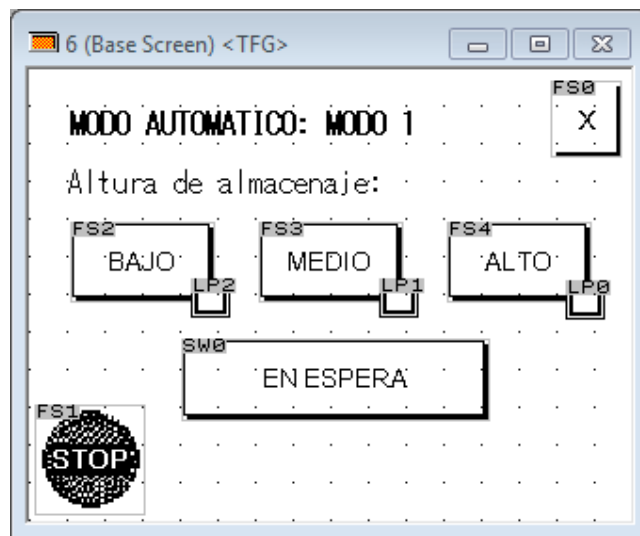


Ilustración 66 Diseño de pantalla modo automático

Cuando se pulsa el botón EN ESPERA se efectúa un reinicio del sistema, este consiste en bajar las dos cintas hasta el nivel inferior marcado por los respectivos pulsadores de referencia.

Cuando nos encontramos en esta situación, se activa la primera cinta para recoger la caja. Cuando la caja llega al final de la primera cinta se activa la segunda manteniendo la primera activada.

Una vez que la caja llega al final de la segunda cinta, se detiene la primera y según la opción marcada en el panel táctil (BAJO, MEDIO o ALTO) se efectúa la elevación hasta el nivel indicado (Si el nivel es BAJO no se elevará). Para ello se usan como referencia los tres pulsadores situados a lo largo de la segunda columna. Cuando la cinta y la caja que lleva encima llegan al nivel indicado se produce la descarga de la caja activando

la segunda cinta.

Mientras el operario no vuelva a pulsar el botón EN ESPERA el proceso se repetirá cíclicamente, pudiendo cambiar en cualquier momento del ciclo el nivel de descarga de las cajas.

Implementación propuesta 2

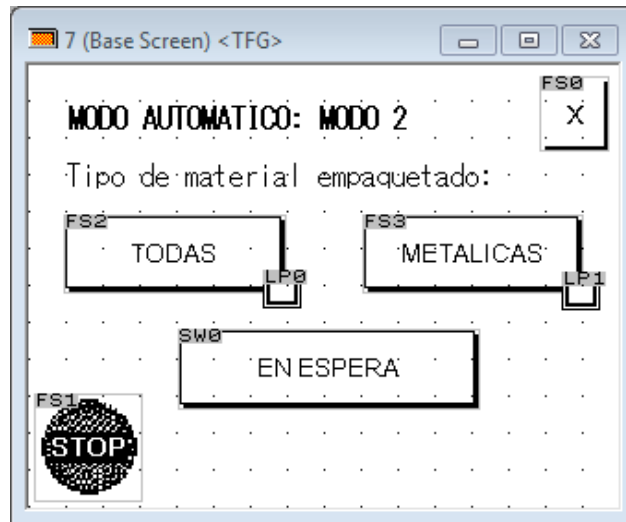


Ilustración 67 Diseño de pantalla modo automático

Cuando se pulsa el botón EN ESPERA se efectúa un reinicio del sistema, este consiste en bajar las dos cintas hasta el nivel inferior marcado por los respectivos pulsadores de referencia.

Cuando nos encontramos en esta situación, se activa la primera cinta para recoger la caja. Cuando la caja llega al final de la primera cinta se activa la segunda manteniendo la primera activada.

Una vez que la caja llega al final de la segunda cinta, se detiene la primera y en función de la opción elegida: TODAS o METALICAS se pueden dar dos casos:

1. TODAS. Con esta opción todas las piezas que lleguen serán empaquetadas. Se activará la primera cinta para recoger la pieza durante un tiempo de 2 segundos (usamos un temporizador en una POU auxiliar). Pasado ese tiempo se para la cinta y se eleva hasta la altura intermedia (usando como referencia el pulsador intermedio de la primera columna). Nuevamente se pone en marcha durante otros 2 segundos para depositar la pieza sobre la caja.
2. METALICAS. Con esta opción solo las piezas metálicas serán empaquetadas. Se sube la segunda cinta hasta el nivel intermedio para poder desechar las piezas no válidas que vayan pasando por la primera cinta. Se activa la primera cinta y cuando detecta que ha llegado al final una pieza metálica se detiene. En ese punto la primera cinta sube hasta el nivel intermedio mientras que la segunda baja al nivel inferior, cuando terminan ambas maniobras se reactiva la primera cinta para depositar la pieza sobre la caja.

Cada vez que un ciclo de los anteriores termina se suma uno a un contador auxiliar y se repite el proceso de empaquetado de la pieza. Cuando el contador llega a dos manda una señal que acaba con el ciclo de carga. Se eleva la caja hasta el nivel superior y se activa la segunda cinta para descargarla.

Mientras el operario no vuelva a pulsar el botón EN ESPERA el todo proceso se repetirá cíclicamente, pudiendo cambiar en cualquier momento del ciclo el tipo de piezas que se desean empaquetar.

4 CONCLUSIONES

En cuanto al trabajo en general, pienso que me ha ayudado mucho a acercarme a la automatización industrial. He conocido algunos de los equipos, he trabajado con ellos y me he enfrentado a algunos problemas reales que no vemos en las clases de teoría.

Por otro lado y mejorado mi capacidad de autoaprendizaje, ya que comencé este trabajo sin tener ni la más mínima idea de que existían este tipo de terminales táctiles ni de cómo se programaban. Poco a poco a lo largo del proyecto fui investigando, preguntando y buscando información hasta que conseguí un nivel medio sobre el tema. Para poder seguir avanzando en los conocimientos no queda otra que luchar y pelearse con el programa muchas veces, como se suele decir: “la práctica hace al maestro”

Desde el punto de vista técnico me he encontrado con varias dificultades a la hora de programar modos de operación. Pienso que esto es debido a que Panasonic no diseñó estos autómatas y su entorno de programación pensando en industrias súper avanzadas, quizás el mercado de estos autómatas se reduce a tareas más sencillas.

No obstante con una programación adecuada es posible lograr cosas bastante interesantes en el ámbito de la automatización industrial.

Un punto a favor de Panasonic es la red y los protocolos que usa para interconectar sus equipos. Me ha resultado muy sencillo e intuitivo tanto en configuración como en cableado de los mismos, así como la propia comunicación entre ellos a la hora de programar.

En resumen, un trabajo muy interesante que ha presentado varios obstáculos en el camino, pero con algo de dedicación se han conseguido solventar uno por uno. Espero que este trabajo y la información contenida en él le resulten útiles a alguien más aparte de mí, y le pueda ayudar igual que a mí me ayudaron otros trabajos y guías.



REFERENCIAS

- [1] Víctor Manuel Gonzáles Cortés. *Guía de maquetas Fishertechnic 3-AXIS PORTAL*.
- [2] Víctor Manuel Gonzáles Cortés. *Guía de maquetas Fishertechnic CINTAS*.
- [3] Panasonic Corp. *Catálogos y manuales descargables*. <https://www.panasonic-electric-works.com/es/>
- [4] Sergio Leonardo Fonseca Mancera y Johny Álvarez Salazar. *Reseña histórica del control automático*
- [5] Revista A&D. *Evolución de la automatización industrial*
- [6] Wikipedia.org. *Definiciones de algunos conceptos*

Glosario

PLC	Programmable Logic Controller (Controlador lógico programable)
IEC	International Electrotechnical Commission (Comisión Electrónica Internacional)
PLCopen	Organización independiente que proporciona mejoras en la automatización industrial
POU	Program Organization Unit (Unidad de organización del programa)
HMI	Human Machine Interface (Interfaz hombre máquina)

5 ANEXOS

ANEXO A. Guía básica de puesta en marcha y programación de una pantalla táctil serie GT

(Continúa en la siguiente página debido a la portada)

Guía básica de puesta en marcha y programación de una pantalla táctil serie GT

Autor: Alberto Peinado Encinas

**Dep. de Ingeniería de Sistemas y Automática
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2016



Índice

1	Introducción	67
2	Instalación de Hardware	67
3	Instalación de Software	68
4	Interfaz del programa	69
	4.2. <i>Creación de nueva pantalla</i>	70
	4.3. <i>Transferencia de datos a la pantalla táctil</i>	71
5	Elementos Gráficos Básicos	71
	5.2. <i>Figuras geométricas y texto</i>	71
	5.3. <i>Switch</i>	72
	5.4. <i>Function Swich</i>	72
	5.5. <i>Lamp</i>	73
	5.6. <i>Message</i>	74
	5.7. <i>Data</i>	74
6	Comunicación entre Display – PLC	76
7	Otras opciones más avanzadas	77
	ANEXO B. <i>Contenido del CD-ROM incluido en el documento</i>	78

1 INTRODUCCIÓN

Esta es una guía básica para la familiarización con las pantallas táctiles serie GT de Panasonic y su software de programación GTWIN. En ella podrá encontrar una serie de sencillos pasos para la instalación y la configuración del display. También le guiaremos en su primer contacto con el software GTWIN y su interfaz de trabajo, así como con los elementos gráficos más básicos que podrá añadir a sus pantallas.

IMPORTANTE: Los valores e imágenes mostrados son específicos del modelo GT05G, si dispone de otro modelo no olvide comprobar sus valores de voltaje, sus tipo de cable... para no dañar la pantalla.

2 INSTALACIÓN DE HARDWARE

En primer lugar nos encontramos con el cableado y puesta en marcha de la pantalla táctil. Los pasos a llevar a cabo son los siguientes:

1. Extraiga todos los elementos de su caja
2. Introduzca el conector en la parte trasera de la pantalla, en su ranura correspondiente, para tener una referencia de la posición de cada cable. FOTO CONECTOR



Figura 1 Parte trasera GT05

3. Saque dos cables (positivo y negativo) de una fuente de 24V.
4. Con la fuente apagada, atornille los cables al conector en su respectiva posición prestando especial cuidado a la polaridad.

5. A continuación y guiándose del manual, atornille los cables del RS232 al conector en su lugar correcto. La guía grafica de conexión debe tener un aspecto similar al siguiente:

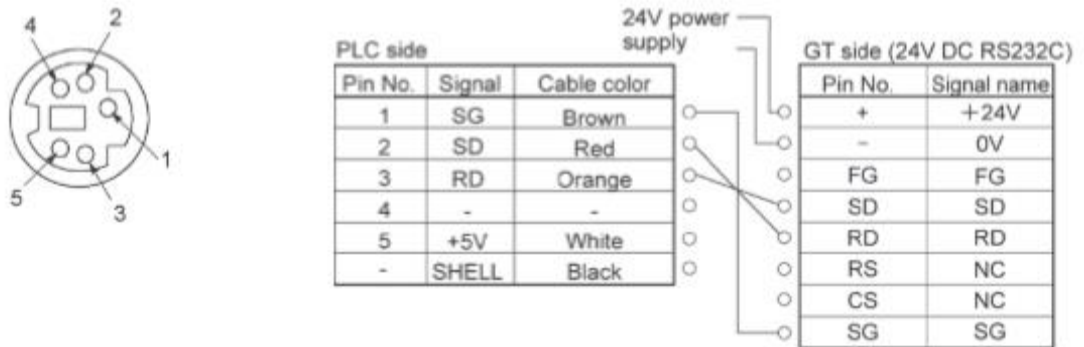


Figura 2 Ejemplo de guía gráfica de cableado

6. Introduzca nuevamente el conector en la ranura de la pantalla, conecte el cable RS232 a la ranura correspondiente de su PLC.
7. Si ha seguido los pasos correctamente y ha conectado los cables en sus respectivas posiciones ya tiene la pantalla instalada.

3 INSTALACIÓN DE SOFTWARE

A continuación se detallan los pasos para la instalación del software y la comunicación con el ordenador personal.

1. Descarga de los drivers de la pantalla táctil (desde la página oficial de Panasonic puede hacerlo)
2. Conecte un cable USB (tipo AB) a la ranura correspondiente de la parte trasera del display y a continuación conéctelo al PC.
3. Si no lo ha detectado automáticamente, diríjase en el PC a: Panel de control > Administrador de dispositivos > Puertos COM
4. Seleccione el dispositivo > Propiedades > Actualizar drivers > Buscar en el ordenador, y a continuación busque el directorio donde descargo los drivers. Si todo va bien la instalación debería finalizar y reiniciar el ordenador.
5. Instale el programa GTWIN siguiendo los pasos de su instalador.
6. Cuando lo abra le aparecerá una ventana, seleccione nuevo proyecto y a continuación seleccione su modelo de pantalla y PLC.
7. Una vez hechos estos pasos tendrá su pantalla lista para programar.

4 INTERFAZ DEL PROGRAMA

Una vez creado el nuevo proyecto tendrá algo parecido a esto:

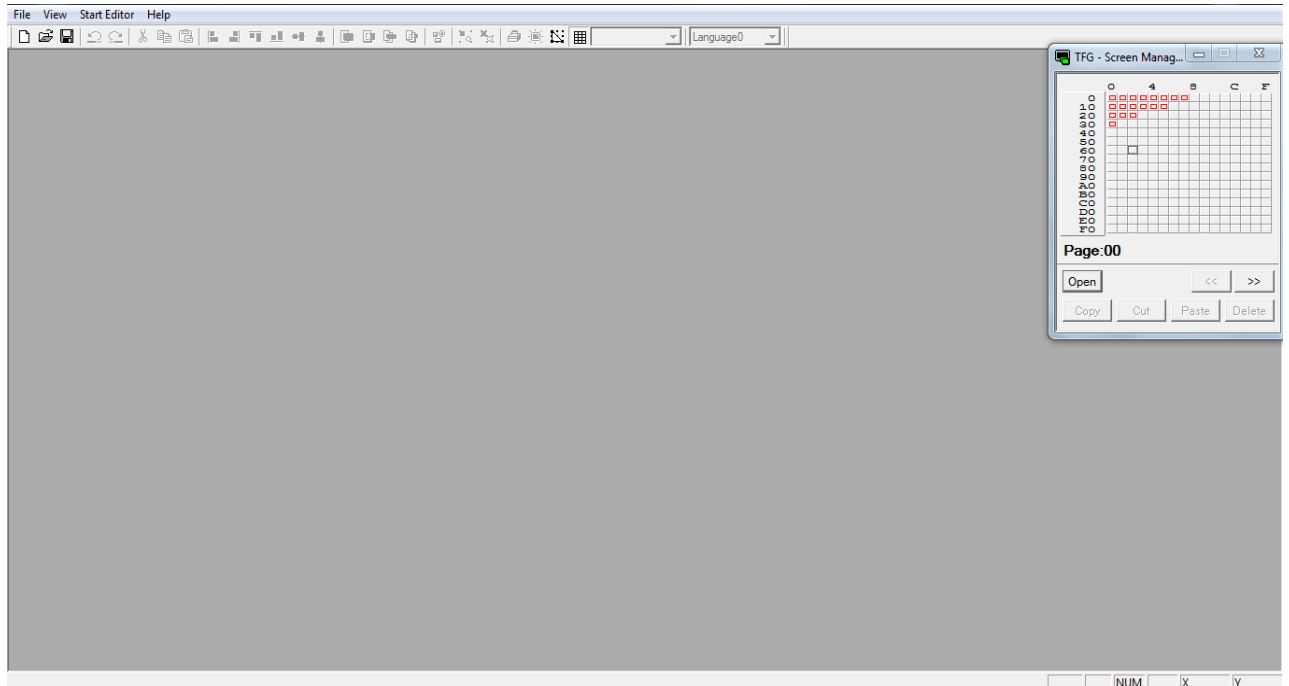


Figura 3 Interfaz GTWIN

4.2. Creación de nueva pantalla

La cuadrícula que tiene a su derecha son todos los huecos de los que dispone para crear pantallas (las casillas rojas son huecos ya utilizados), de manera que pulse en la que quiera, al hacerlo tendrá algo como esto:

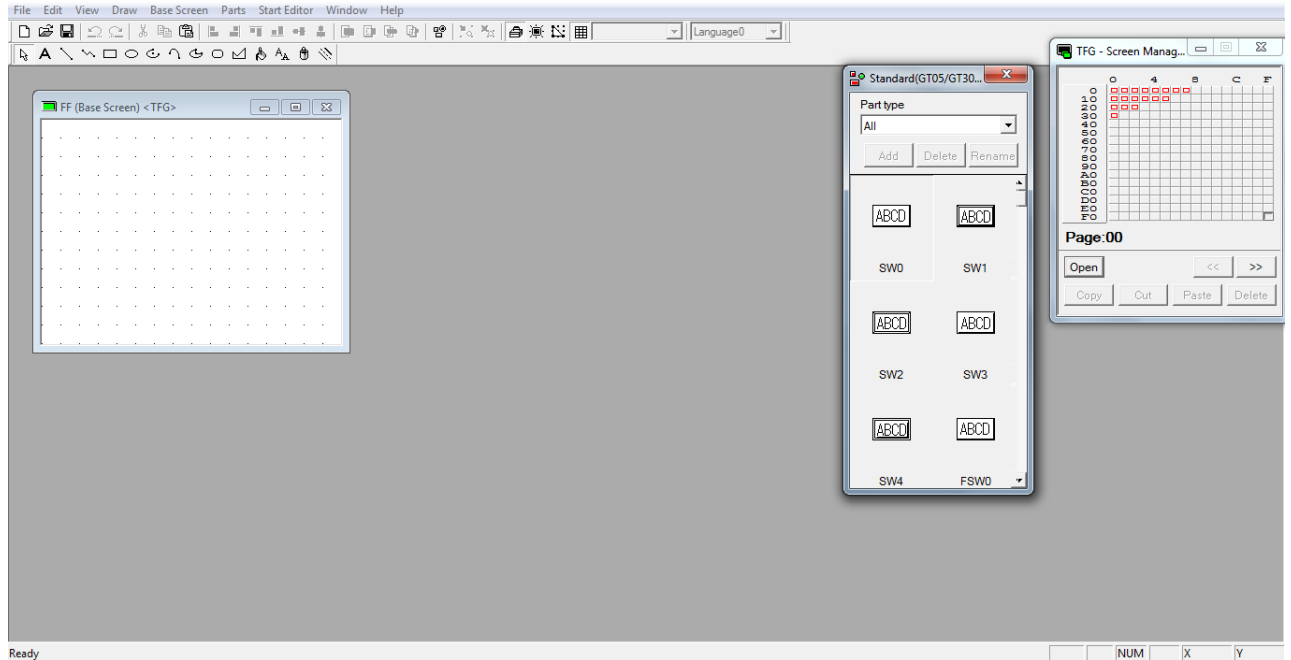


Figura 4 Interfaz GTWIN

Aparecerán dos nuevas ventanas, la que está en blanco será nuestra pantalla donde podremos añadir todos los elementos gráficos que queramos. A la derecha tenemos las librerías de donde podremos coger y arrastrar los elementos que necesitemos.

Para hacer la prueba arrastre cualquier elemento y déjelo caer sobre la pantalla blanca, tendrá algo parecido a esto

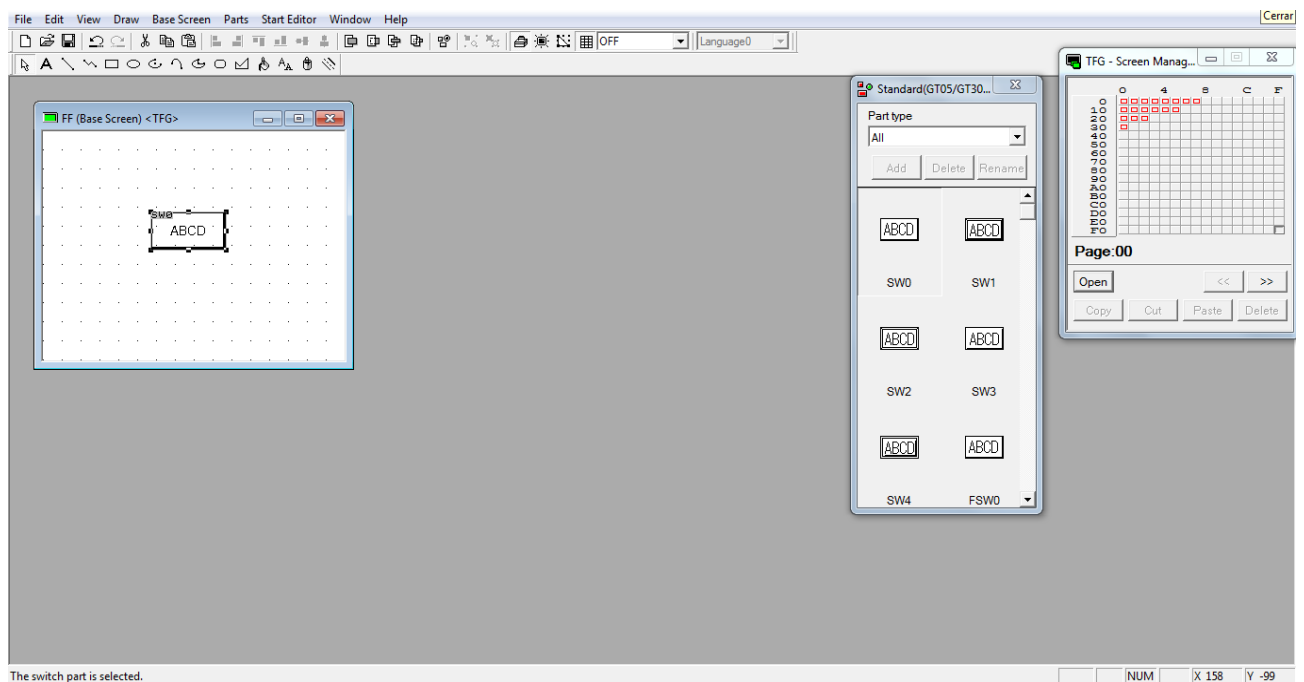


Figura 5 Interfaz GTWIN

En los capítulos siguientes se detallarán los elementos más básicos y cómo interactúan con nuestro PLC.

4.3. Transferencia de datos a la pantalla táctil

Para transferir las pantallas creadas a su terminal táctil debe seguir los siguientes pasos:

1. Una vez creadas nuestras pantallas es hora de pasarlas al display. Para ello pulse en la barra de herramientas: File > Transfer
2. Cuando lo haga se abrirá la siguiente ventana: Afoto4
Sencillamente basta con seleccionar los elementos que queremos transferir (generalmente todos) marcar la opción GTWIN > GT y pulsar el botón OK
3. Si la instalación del software fue correcta, no nos debería dar ningún problema, saldrá una pantalla de espera y cuando termine podremos visualizar nuestras pantallas en el display.

5 ELEMENTOS GRÁFICOS BÁSICOS

En este capítulo se enumerarán y explicarán los elementos más básicos que podemos añadir a nuestra pantalla.

5.2. Figuras geométricas y texto

A través de la barra de herramientas correspondiente. Su función es únicamente gráfica.

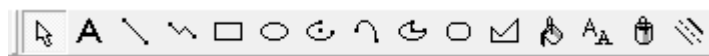


Figura 6 Barra de dibujo

5.3. Switch

Son botones/interruptores. Permiten cambiar el valor de un bit (0/1) ya sea alternándolo, solo mientras se mantiene pulsado, reiniciándolo... Algunas de sus diversas opciones son: cambiar de color, cambiar el texto mostrado, que suene al pulsarlo, que este bloqueado según ciertas condiciones, que sea visible según ciertas condiciones...

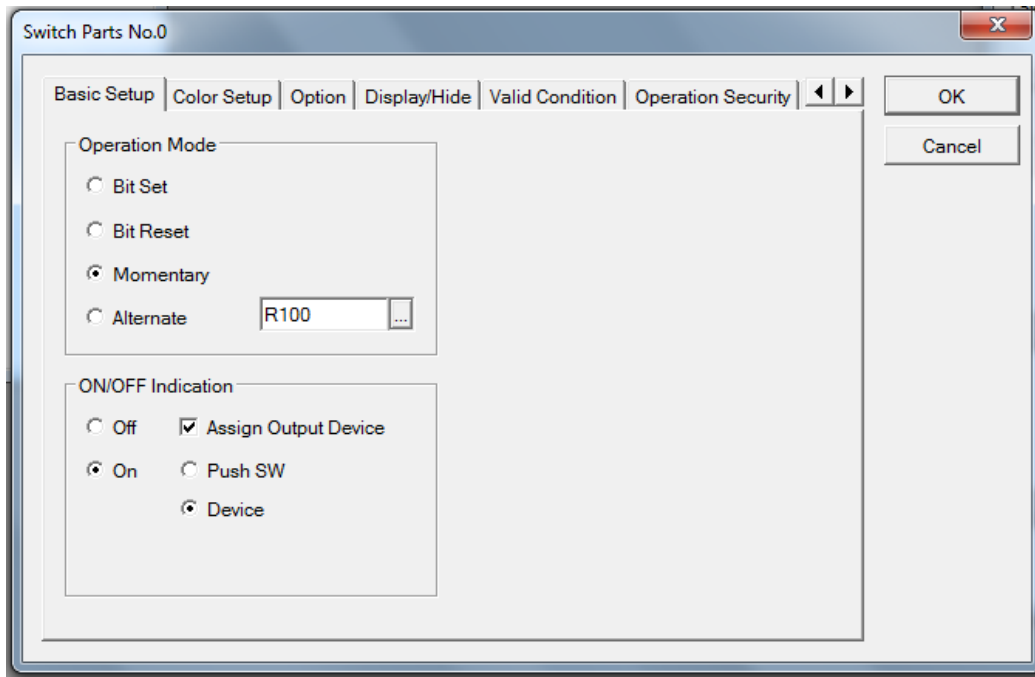


Figura 7 Panel de opciones switch

5.4. Function Swich

Botones de aspecto y opciones similares al Swich. La única diferencia es que estos pueden hacer varias funciones en una sola pulsación, así como funciones especiales de salto entre pantallas, volver a la pantalla anterior, opciones de seguridad...

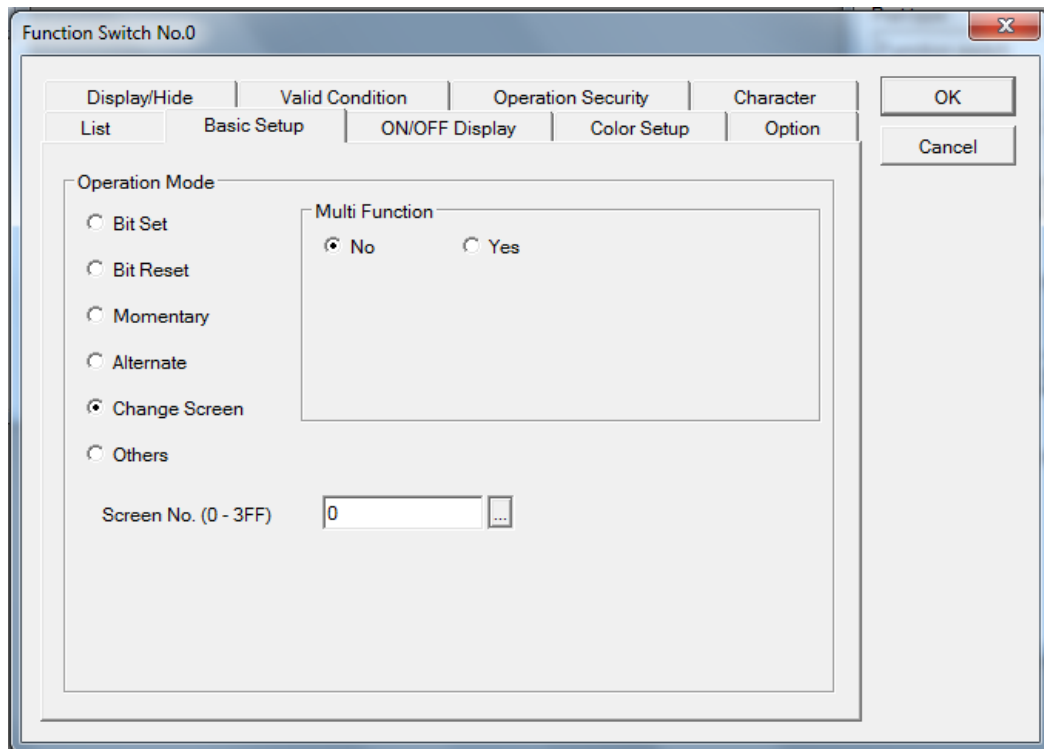


Figura 8 Panel de opciones function switch

5.5. Lamp

Son luces. Tienen dos estados encendido y apagado. Un bit en la memoria del PLC las controla. Disponen de algunas opciones como cambiar el color, escribir texto en ellas, que sea visible según ciertas condiciones...

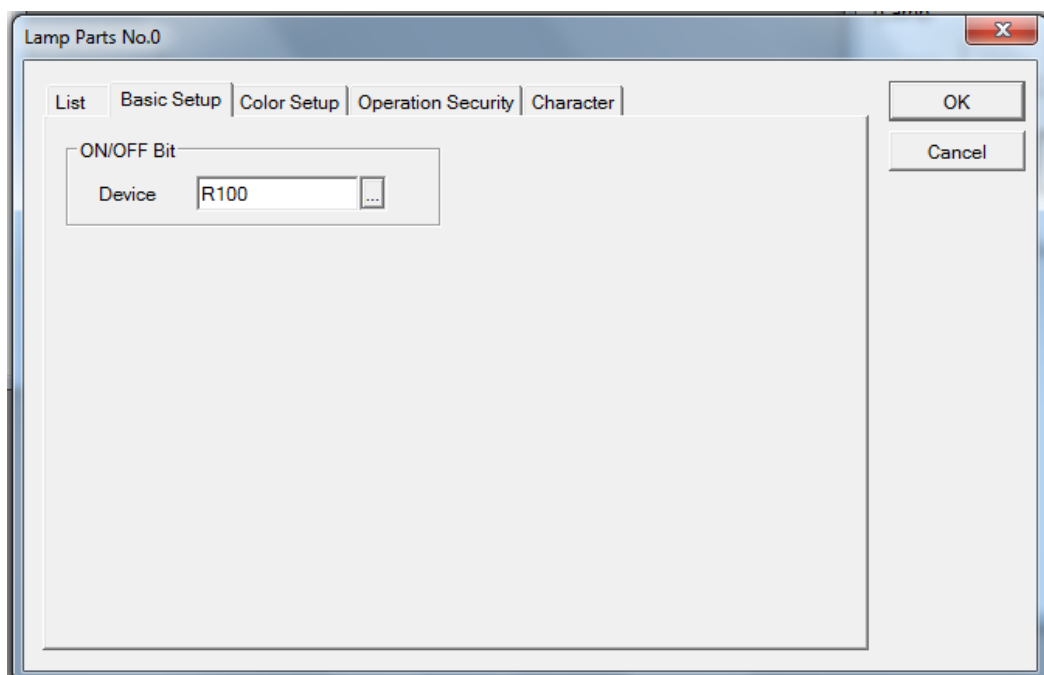


Figura 9 Panel de opciones lamp

5.6. Message

Se trata de un cartel que muestra un texto transmitido desde el PLC a través de una dirección de memoria. Cuenta con opciones de color y ser visible o no según ciertas condiciones.

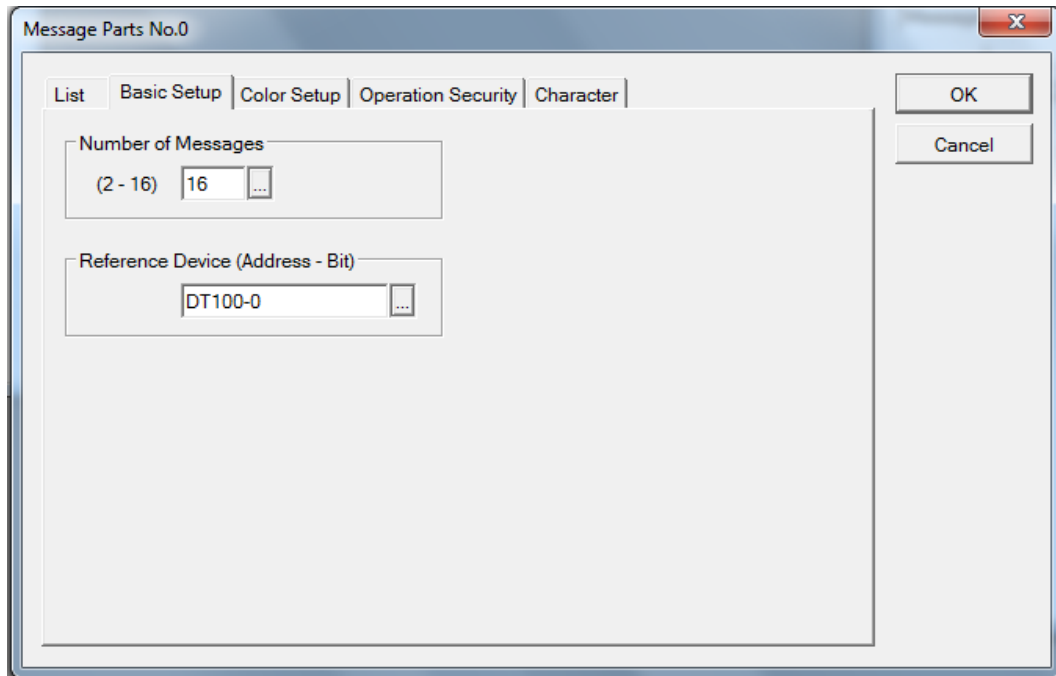


Figura 10 Panel de opciones message

5.7. Data

Es un recuadro en donde se pueden introducir números, letras o caracteres y guardarlos en una dirección de memoria específica que puede ser usada por el PLC. Debe de estar vinculado con una pantalla de teclado, estas pantallas se llaman de forma especial pero sencillamente son una pantalla en la cual debes poner un teclado.

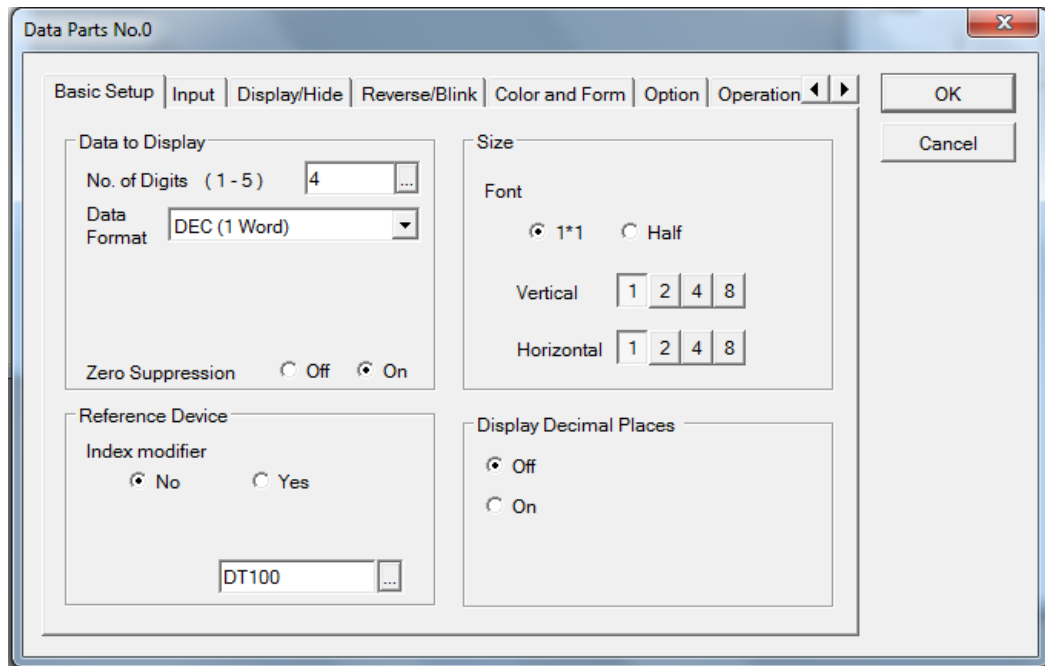


Figura 11 Panel de opciones data

6 COMUNICACIÓN ENTRE DISPLAY – PLC

La comunicación entre estos dos equipos se realizar mediante una serie de direcciones de memoria reservadas en el PLC para este fin, la cuales están agrupadas en la siguiente imagen.

Bit device	Address
Input relay	X0000-X511F
Output relay	Y0000-Y511F
Internal relay	R0000-R886F
Link relay	L0000-L639F
Timer	T0000-T3071
Counter	C0000-C3071
Special internal relay	R9000-R910F

Word device	Address
Input relay	WX0000-WX511
Output relay	WY0000-WY511
Internal relay	WR0000-WR886F
Link relay	WL0000-WL639F
Data register	DT00000-DT10239
Link register	LD0000-LD8447
Timer/Counter set value area	SV0000-SV3071
Timer/Counter elapsed value area	EV0000-EV3071
File register	FL00000-FL32764
Special data register	DT90000-DT90511

Figura 12 Tabla de direcciones de memoria

La comunicación se establece de forma muy sencilla, para explicarlo pondré el ejemplo de un pulsador normal. En la imagen vemos como el pulsador está referido al bit R100.

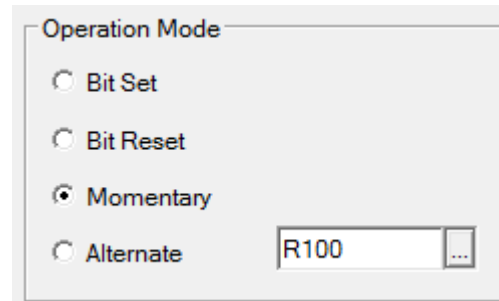


Figura 13 Panel de opciones swich

En nuestro programa del PLC podemos usar ese bit de memoria como una variable global declarándola de la siguiente forma:

19	VAR_GLOBAL	MManual	R100	%MX0.10.0	BOOL	FALSE	<input type="checkbox"/>
----	------------	---------	------	-----------	------	-------	--------------------------

Figura 14 Declaración de variable FPWIN pro

Una vez hecho esto podemos utilizar esta variable de forma normal en nuestras POU. Haciendo de esta forma efectiva la comunicación entre la pantalla y el PLC, es decir, cuando pulsemos el botón en el panel táctil el valor de este bit en el PLC cambiará a uno provocando un efecto u otro en función de cómo este programado el automatismo.

Se pueden lograr cosas muy interesantes usando solamente los internal relay (R100, R101, R102...) pero disponemos de otras direcciones de memoria para otros tipos de variables como números enteros o palabras.

7 OTRAS OPCIONES MÁS AVANZADAS

GTWIN cuenta con muchísimas más opciones más avanzadas, como la creación de gráficos dinámicos, protocolos de seguridad para proteger el acceso a la pantalla, registros de alarmas y muchas otras funciones especiales.

La profundidad de esta guía no es tan grande como para abordar todos estos aspectos pero aun así resulta de gran utilidad para empezar a trabajar con este software y su equipo asociado.

ANEXO B. Contenido del CD-ROM incluido en el documento

Dentro del CD-ROM encontramos los siguientes archivos:

- ❖ **Memoria_TFG** (PDF). Contiene este documento.
- ❖ **TFG_V2** (Word). Contiene este documento en formato Word para poder editarlo.
- ❖ **Programa_Pantalla_GT05**. (GTWIN). Contiene todas las pantallas diseñadas.
- ❖ **Programa_PLC_Cintas**. (FPWIN Pro). Contiene el automatismo completo de la maqueta de cintas
- ❖ **Programa_PLC_PuenteGrua** (FPWIN Pro). Contiene el automatismo completo de la maqueta puente grúa.