PROYECTO FINAL DE MASTER PAIR

CURSO 2005-2006

SELECCIÓN DE UNA NUEVA ARQUITECTURA DE CONTROL Y SUPERVISION DE UNA CELULA ROBOTIZADA DE PINTADO DE CARROCERIAS

Autor: Juan Carlos Rubio Calín
Tutor: Felip Fenollosa
Javier del Rio

Junio - 2006

PROYECTO FINAL DE MASTER PAIR

SELECCIÓN DE UNA NUEVA ARQUITECTURA DE CONTROL Y SUPERVISION DE UNA CELULA ROBOTIZADA DE PINTADO DE CARROCERIAS

ÍNDICE

MEMORIA DEL PROYECTO

1. Introducción **7**

2. Objetivo del proyecto **9**

3. Antecedentes **10**
3.1 Descripción general de un sistema de pintado electrostático
3.2 Análisis Situación Inicial

4. Criterios de selección de sistemas robotizados **17**

5. Arquitecturas de Control de sistemas robotizados **23**
5.1 Arquitectura centralizada **23**
5.1.1 Robot Industrial P155-Fanuc
5.1.2 Controlador de Robots RJ. Panel Operador. Teach Pendant
5.1.3 Comunicaciones I/O
5.2 Arquitectura descentralizada **34**
5.2.1 Variorobots 5 ejes
5.2.2 Módulo de Controlador de Robots RHO4
5.2.3 Módulo de Redes: Interbus,Sercos, Ethernet,RS485
5.2.4 Módulo PLC interfase (Autómata estación)
5.2.5 Módulo E/S descentralizadas
5.2.6 Módulo de HMI (Supervisión de la célula robotizada) y Editor de procesos
5.2.7 Módulo de programación Off-line

6. Viabilidad técnica **52**

6.1 Arquitectura Descentralizada frente Centralizada. Parametros de valoración **52**
6.2. Hardware y software empleado de la solución adoptada **57**

7. Justificación económica **61**

8. Conclusiones **63**

9. **Referencias bibliográficas y webs** **63**

ANEXOS:

ANEXO 1: Cálculos consumo de pintura **66**

1.1. Datos técnicos producción
1.2. Consumo máquinas originales y nuevas
1.3. Ahorro pintura

ANEXO 2: Reglamentación y Normas de Seguridad **71**

ANEXO 3: Datos y Características Técnicas

3.1 Características técnicas de robots **73**
3.1.1 FANUC P-155
3.1.2 Variorobots 5 ejes

3.2 Características técnicas de *controlador* **80**
3.2.1 System R-J de Fanuc
3.2.2 RHO4 de Bosch

3.3 Características técnicas de variadores ECODRIVE con interfase SERCOS **90**

3.4 Características técnicas de servomotores MKE INDRAMAT **92**

3.5 Configuración software Cmdtools de PHOENIX CONTACT **95**

3.6 Características técnicas elementos regulación y control **98**
3.6.1 Aire Guía
3.6.2 Rotación turbina
3.6.3 Generador de alta tensión

3.7 Características de redes **102**
3.7.1 Red Interbus
3.7.2 Red Sercos
3.7.3 Red Ethernet

3.8 Vistas de HMI y editor de procesos **107**

3.9 Software de programación y simulación de robots **119**
3.9.1 Software Paintools
3.9.2 Software Em-Paint de ROBCAD

PRESUPUESTO

1. Arquitectura Descentralizada **133**

1.1 Mediciones **133**

1.2 Cuadro de precios **136**

1.3 Aplicación de precios **141**

1.3.1 Material eléctrico
1.3.2 Software

1.4. Presupuesto total **145**

2. Arquitectura Centralizada **146**

2.1 Mediciones **146**

2.2 Cuadro de precios **148**

2.3 Aplicación de precios **150**

2.3.1 Material eléctrico
2.3.2 Software

2.4. Presupuesto total **153**

FUNDACIÓ cim

PROYECTO FINAL DE MASTER PAIR

SELECCIÓN DE UNA NUEVA ARQUITECTURA DE CONTROL Y SUPERVISION DE UNA CELULA ROBOTIZADA DE PINTADO DE CARROCERIAS

MEMORIA

DEL PROYECTO

1. INTRODUCCION

El robot industrial es cada vez más un elemento fundamental dentro de un sistema automático de producción. En este sentido, adquiere una gran importancia la integración del robot con otros robots y con otras máquinas.

La integración de robots en celdas robotizadas como instalaciones aisladas pone de manifiesto una serie de problemas hasta ahora son resueltos solamente de forma parcial, como son el diseño de la arquitectura de la célula, la comunicación entre máquinas, la simulación del funcionamiento y la programación de la celda.

La automatización industrial tiene una clara tendencia hacia la comunicación total y la centralización de información. Cuando la aplicación lo requiere, es preciso diseñar interfaces adecuados para modificar o crear nuevas trayectorias en modificaciones o nuevos modelos, desde pantallas gráficas y de forma intuitiva y sencilla para el operario, sin necesidad de modificación de programa de robot ni utilización de consolas de los mismos.

Esto va a cambiar totalmente el panorama actual, formado la mayoría por instalaciones con programaciones cerradas, para pasar a ser un universo en que los controladores de robots permiten interacción con sistemas CAD/CAM.

Esto permite al usuario simular entornos de trabajo o con base de datos en el que alarmas, parametrización... están accesibles desde cualquier lugar que se requiera de la planta de producción sin poner en peligro la autonomía de funcionamiento de cada máquina individual.

Estos factores, unidos a la globalización de sistemas informáticos a nivel de usuario en todos los puntos de la fábrica hacen que cada vez se acuse más esta tendencia.

1940

1960

1980

1990

2000

Futuro

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto describe diferentes arquitecturas de control para seleccionar un sistema robotizado para pintado exterior de carrocerías vehículos a una conocida empresa del sector automoción, en sustitución de sus instalaciones pulverizadores electrostáticas fijas de más de diez años de existencia, para conseguir una mejor calidad en el acabado, ahorro de pintura e incremento de productividad.

Fig. 1: Máquina convencional de pintado mediante pulverizadores electrostáticos fijos

Se presentan el estudio y diseño de dos arquitecturas, la primera basada en una arquitectura de célula robotizada centralizada en la ya existente con controlador propietario de fabricantes de robots industriales y software especializados en robots de pintura. Y una segunda nueva arquitectura descentralizada en que se utiliza un PC industrial como herramienta de control de los robots, con sistemas de comunicación, buses de campo, supervisión, control y simulación de procesos de pintado.

3. ANTECEDENTES

La pintura industrial, principalmente en la industria del automóvil, es una de las aplicaciones que por su complejidad y la variedad de geometrías y superficies de difícil acceso a pintar se necesita conocer una serie de técnicas básicas y componentes que constituyen un sistema de pintado por pulverizado electrostático.

3.1 Descripción general de un sistema de pintado electrostático

El pintado de superficies por pulverización electrostática permite una aplicación más uniforme y eficaz del material de recubrimiento y así conseguir una perfecta homogeneidad en el reparto de pintura y poder ahorrar de un 25 a un 50 % de pintura con respecto a otras pulverizadores neumáticos convencionales .
Esta técnica aplican una carga de corriente contínua de alto voltaje al electrodo de la tobera del aplicador, creando un campo electrostático entre el pulverizador y el objeto a pintar, siendo en nuestro proyecto la carrocería del vehículo. La carrocería está conectada eléctricamente a tierra mediante un soporte que puede ser estacionario o móvil, en nuestro caso la cadena de transporte.

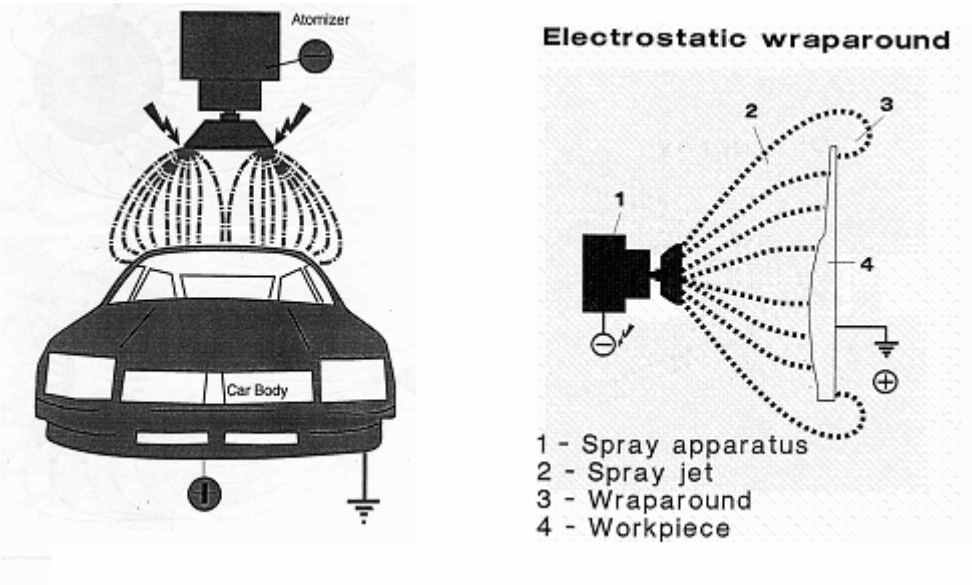


Fig. 2: Principio pintado de mediante pulverizadores electrostáticos fijos

Un sistema de fluido a presión regulada suministra material de recubrimiento al pulverizador. En el pulverizador el aire aplicado a una turbina por rotación pulveriza el material de recubrimiento formando una niebla de material atomizado que se carga eléctricamente debido a la influencia del campo electrostático.
El grado de atomización depende de la viscosidad de la mezcla de pintura y de la presión de aire aplicada para formar el cono de haz de pulverizado.

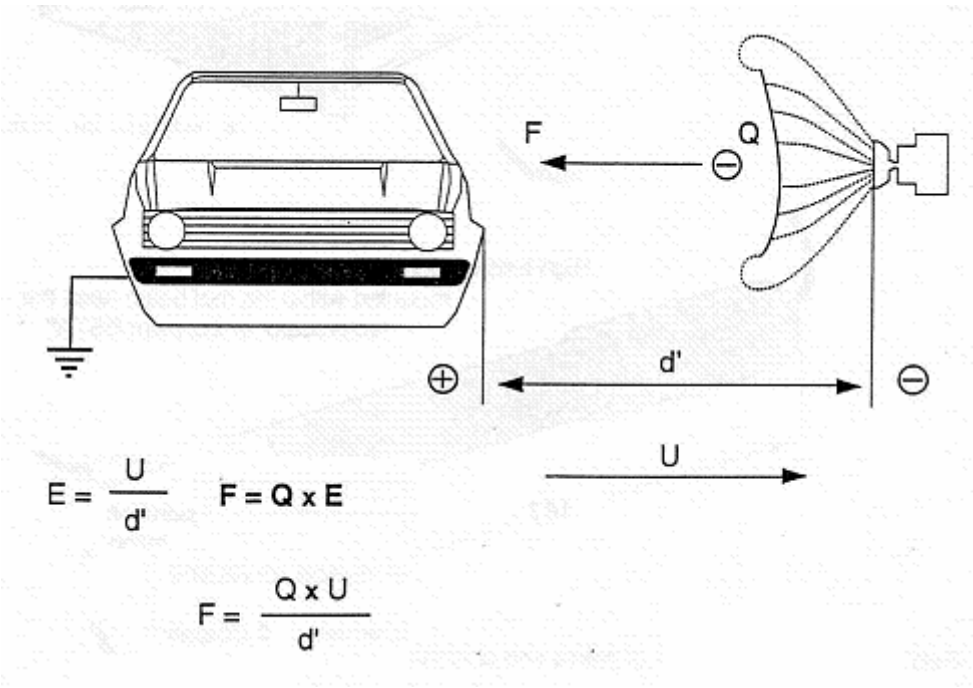


Fig. 3: Principio pintado por alta tensión

El módulo electrónico de control de la tensión suministra a la cascada una alimentación en tensión alterna de alta frecuencia por medio de un cable baja tensión. Esta alimentación es transformada por la cascada a fin de obtener una tensión continua negativa de 100 KV aproximadamente. La función de esta tensión es cargar eléctricamente la pintura, creando un campo electrostático entre ella y la superficie metálica que hay que pintar. Las partículas cargadas son atraídas y depositadas en la carrocería.

Por tanto en un sistema de pintado por pulverizadores electrostáticos nos encontramos los siguientes elementos:

- Aportación de pintura mediante una bomba de engranajes accionada eléctricamente
- Un sistema de control de revoluciones de turbina para producir la atomización
- Un sistema de control de presión aire de guía para efectuar el ajuste del cono de rociadura
- Un sistema de control y generación de alta tensión

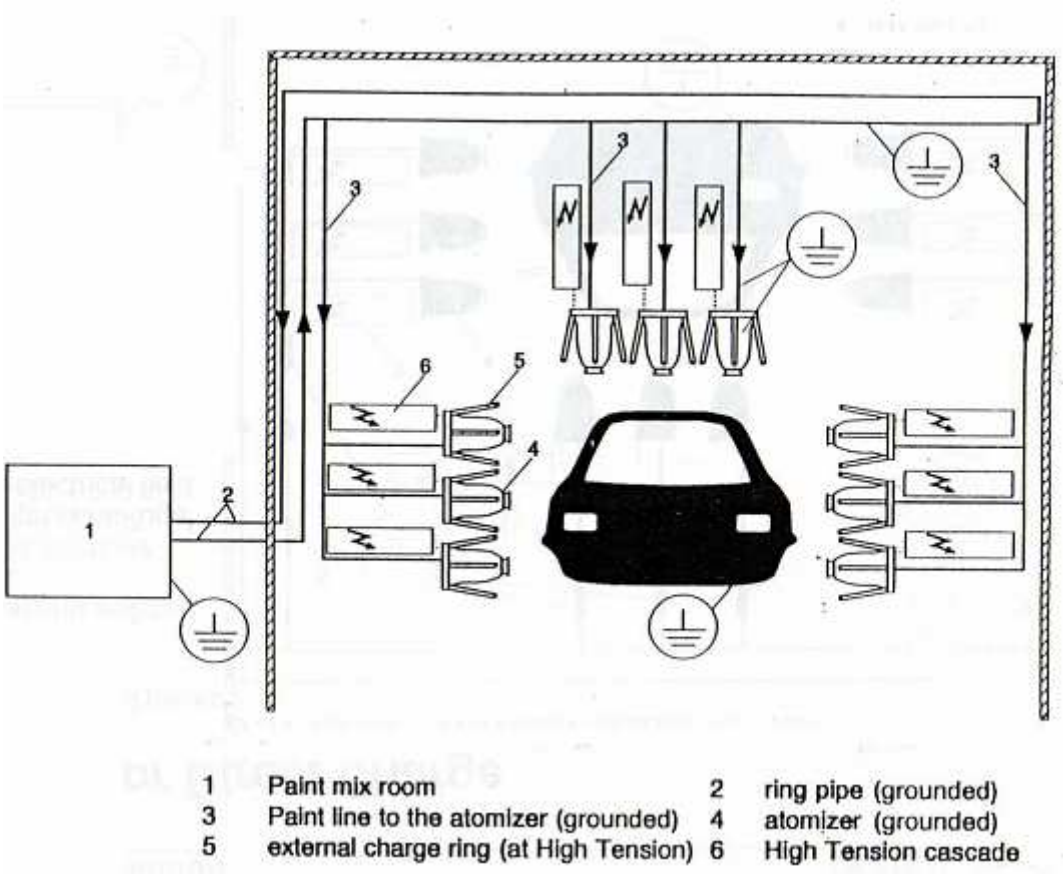


***Fig. 4:* Sistema de pintado por pulverizadores electrostáticos**

Los ciclos de funcionamiento del pulverizador, partiendo de que está limpio y vacío, es el siguiente:

- Llenado: Consta de dos fases, llenado del circuito y llenado hasta la aguja principal, y posteriormente aplicación del producto.

- Lavado: Distinguimos un lavado corto para limpieza de campana y un lavado largo para limpieza del conducto cuando se cambia de color.

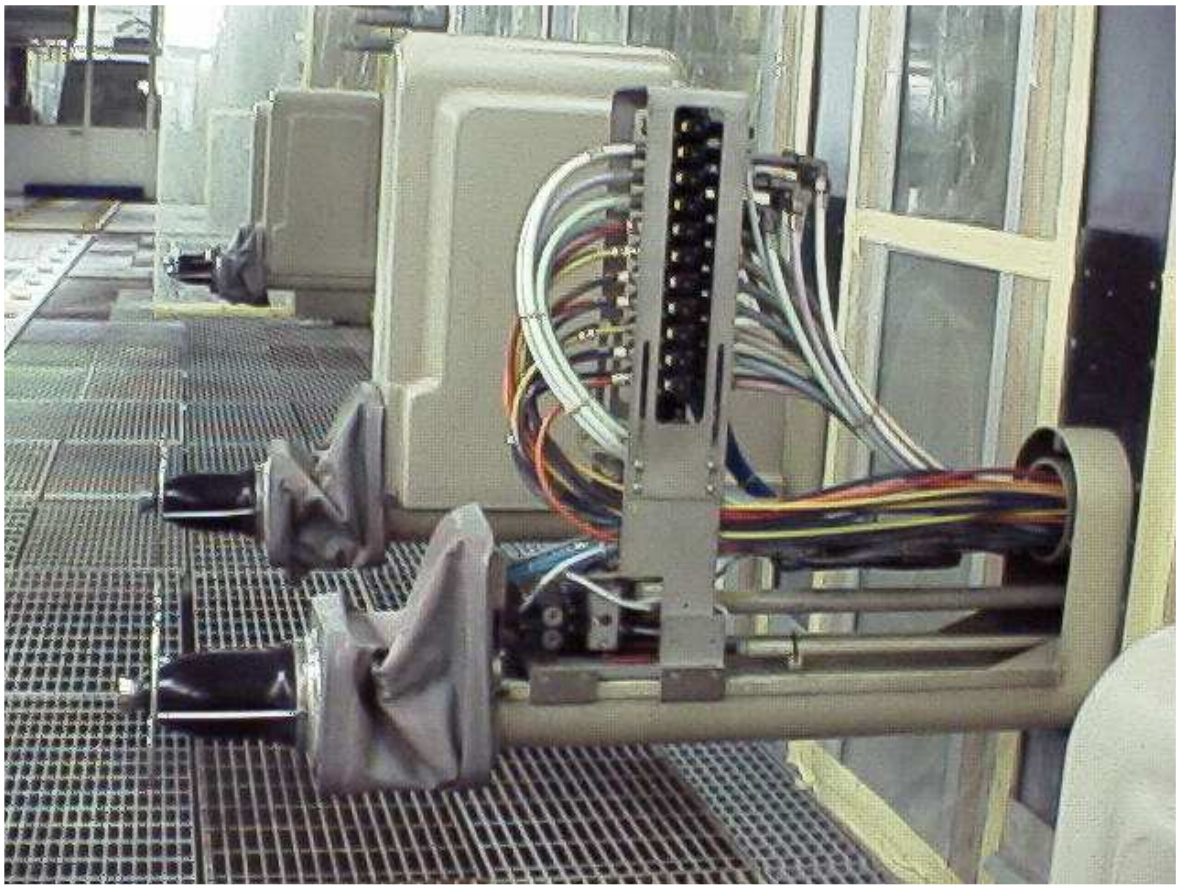


Fig. 5: Detalle pulverizador electrostático fijo

3.2 Análisis de situación inicial

Una empresa especializada en pintado de carrocerías dispone de una máquina convencional de pintado denominada Basis Code mediante pulverización electrostática, pero con un sistema de posicionamiento y todo el control de aplicación (revoluciones turbina, aire guía, caudal, alta tensión, silueta, ciclos de lavado...) centralizado en un PLC de más de diez años de antigüedad.

La actual demanda del mercado del sector de automoción obliga a un incremento de productividad (pintado de nuevos modelos) así como mejora de la calidad y ahorro económico, para ello se requiere una actualización o renovación de esta arquitectura por actuales sistemas robotizados existentes que nos permita esta mejora en la instalación y alcanzar los nuevos objetivos de rendimiento y eficiencia en la aplicación según hoja de datos técnicos de producción (véase anexo 1.1).

Los principales problemas existentes en la aplicación con la maquina convencional de pintado actual son:

- Existencias de diferentes franjas de espesores, tanto por una superposición excesiva como por falta de solapamiento, lo que repercute en el acabado del producto final como es la estructura, calidad.
- Zonas bajas de carrocería con espesores bajos.
- No hay repetibilidad de la aplicación.
- Defectos crónicos de acabado como son inclusiones, puntos negros, fibras, goteos o grosores excesivos.
- Dificultad de mantener la distancia del pulverizador a la carrocería, con lo que si se aleja de la distancia requerida, la velocidad de las partículas de pintura disminuye, así como la atracción electrostática y puede provocar desperdicio de pintura si se utiliza en una posición inadecuada. Y si se mantiene demasiado cerca, esto puede ser causa de goteos, abombamientos y un excesivo rebote.

- Por la disposición física de los pulverizadores, no se mantienen en posición perpendicular y las trayectorias no llegan a ser rectas paralelas a las zonas a pintar de la carrocería. Y así mismo es mejor pintar primero la parte superior de la carrocería (Techo) que los laterales, ya que si se hace a la inversa estaremos aplicando una capa doble en los bordes (montantes) y posiblemente lo sobrecarguemos.

La actual máquina de pintado para captar el volumen exterior de pintado de la carrocería esta compuesta de 5 niveles, de los cuales cuatro son laterales, colocados a diferentes alturas y el nivel cinco que corresponde a la máquina de techo, según se representa en la figura 6.

Fig. 6: Nivel 1 al 4: Laterales

Todos los problemas existentes anteriores descritos se deben la mayoría a que el control de movimiento para realizar las trayectorias de pintado está limitado con la disposición física de está máquina.

Los laterales solo disponen de un eje de desplazamiento lineal que es de aproximación a cuatro posiciones por medio de cilindros neumáticos, por lo que difícilmente se posicionan en las mismas cotas.

La maquina de techo dispone de tres ejes para altura, inclinación y oscilación, accionados por motores eléctricos de inducción trifásicos por medio de variadores de frecuencia con control de la silueta centralizado en un PLC, que por medio de un contador de pulsos le indica el valor de tracking y le asigna a la máquina de techo los movimientos punto a punto a realizar.

Fig. 7: Nivel 5 Máquina de techo

Por tanto el presente proyecto analizará nuevas arquitecturas de control para eliminar estos deficientes niveles de pintado y su sustitución por robots industriales capaces de realizar las secuencias de movimientos, acciones y puntos de posicionamiento por control continuo de trayectoria en vez de posicionamiento punto a punto.

4. CRITERIOS DE SELECCION DE SISTEMAS ROBOTIZADOS

La implantación un sistema robotizado implica la consideración de un gran número de factores principalmente como son el dimensionamiento adecuado de la célula de trabajo, las medidas de seguridad, selección y situación física de elementos que intervienen, sistemas de manutención, climatización de cabina, de las cuales partimos que ya nuestro cliente ha tenido en cuenta y cumple las normativas vigentes para este tipo de instalaciones (véase anexo 2).

Así mismo partimos de los mismos elementos de regulación y sistemas de control que constituyen un sistema de pintado por pulverizadores electrostáticos, y que el sistema de transporte es de tipo continuo, es decir la carrocería no se detiene delante de los robots, y estos deben trabajar sobre la carrocería en movimiento, por lo que los robots deben limitar su velocidad para que sincronicen los dos movimientos: transporte de carrocería y movimiento de robot, de modo que la posición relativa entre la carrocería y el robot durante el tiempo que dura el proceso se mantenga fija.

Según la definición de **"ROBO**T", acordada en el European Standard EN775, 1992:
"Robot manipulador industrial: Maquina manipuladora con varios grados de libertad, controlada automáticamente, reprogramable en posición, velocidad y aceleración, la cual puede ser ubicada en un lugar fijo o móvil y destinada para uso de automatización industrial."

Consideramos un robot como el elemento manipulador que cumple las prestaciones y características necesarias que se requieren para la automatización de aplicaciones de pintura, y los factores que se han tenido en cuenta esencialmente al determinar el tipo de robot más conveniente por su repercusión sobre el espacio de trabajo y sobre el grado de maniobrabilidad son:

- La configuración.
- Los grados de libertad.

Dentro de las diferentes morfologías de robots, se ha seleccionado los robots angulares o antropomórficos, ya que los tipos cartesianos o pórticos, trabajan sobre planos horizontales o verticales (3 GDL) y a lo sumo uno más para orientar (giro entorno a un eje). En las aplicaciones de pintura es fundamental orientar la herramienta en el espacio para acceder a posiciones complicadas, siendo preciso 5 o incluso más grados de libertad.

Además el utilizar robots pórticos o cartesianos implicaría disponer de 3 niveles de pintado con 7 pulverizadores (cuatro para pintado laterales de carrocería y tres para techos) ya que serían estacionarios sobre su base, donde tendríamos al final una disposición de pulverizadores semejante a la máquina que pretende ser sustituida con lo que no veríamos solucionado los problemas planteados en el análisis inicial y como consecuencia:

- El ahorro de producto se ve reducido (7 pulverizadores frente a 4).
- El volumen de trabajo de los robots se vería limitado (imposibilidad de acceso a interior de carrocerías).
- Velocidad de trabajo menor.
- Multifuncionalidad reducida (posibles futuros modelos de carrocerías no podrían ser pintados).

Junto con la selección más adecuada y la que hoy en día se impone es la de robots industriales antropomórficos para aplicaciones de pintura, es preciso definir y seleccionar la arquitectura de control, tanto hardware como software que todo sistema robotizado debe incluir.

Se plantea dos tipos de arquitecturas de control, para la aplicación de pintura en transporte continuo mediante robots industriales. Una arquitectura centralizada en el sistema ya existente de control con PLC y otra totalmente de nueva implantación de tipo descentralizado.

La 1ª arquitectura plantea una solución a medida sobre la instalación existente, mediante un sistema de control basado en los propios controladores de los robots que incorpora un software específico de la aplicación de pintura más seguimiento del vehículo. Se trata de instalar cuatro robots de pintura con un séptimo eje de translación, cada uno con su controlador propio con un diseño master-slave con el PLC de control ya presente en la instalación (PLC 5/60 fabricante Allen-Bradley), con comunicación típicamente vía módulos Entradas/ Salidas discretas y analógicas.

La visualización y parametrización de diferentes variables se lleva a cabo mediante menús de un terminal de enseñanza capaz de controlar todas las operaciones y una comunicación basada en RS 232 C (opcional ethernet) al panel de operador existente.

De las principales marcas de fabricantes de robots industriales FANUC, ABB, KUKA, se ha seleccionado los robots modelos P-155 de FANUC con controlador RJ que son los apropiados para aplicaciones de pintura.

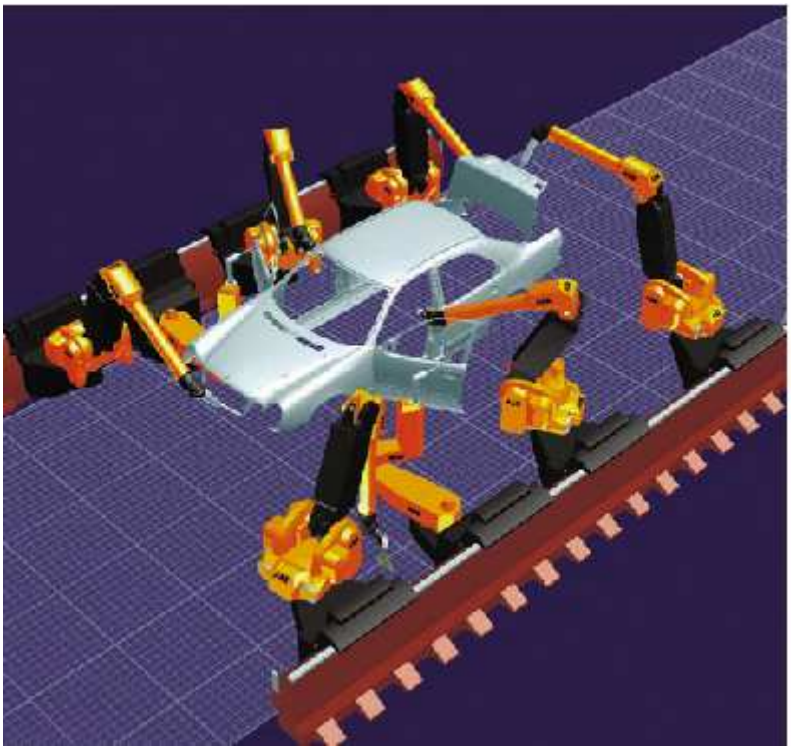


Fig. 8: Robots Industriales de 6 ejes, más 7º eje de seguimiento de carrocerías

La 2ª arquitectura plantea una instalación nueva con respecto a la existente, sustituyendo el sistema de control antiguo (incluyendo el PLC 5/60) , basada en un sistema de control descentralizado en que se utiliza un PC Industrial como herramienta de control de los robots y los diversos dispositivos conectados entre si mediante bus de campo , así como los programas de control y comunicación construidos sobre el estándar TCP/IP y a cual se le puede integrar diversos sistemas operativos Windows, Unix para la gestión y simulación del proceso de pintado, y monitores con pantalla táctil que sustituyen los incómodos paneles de operador basados en lámparas y pulsadores. Los robots se han elegido de 5 grados de libertad estacionarios su base, pero con su primer eje de translación vertical, suficientes para estas aplicaciones robotizadas de Pintura.

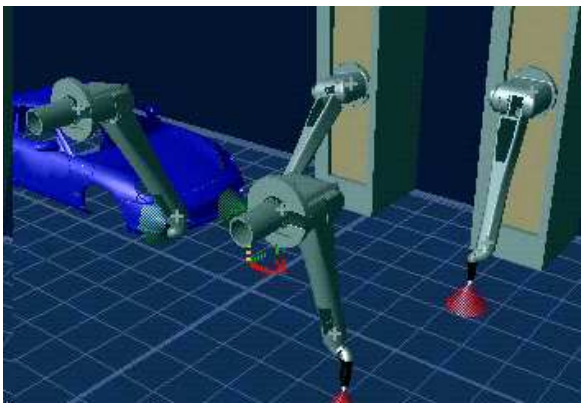


Fig. 9: Robots Industriales de 5 ejes, con 1º eje de translación vertical

Ventajas del proceso de pintado con robots respecto a otras máquinas de pintado :

- La gran área de trabajo de los robots incrementa su flexibilidad, posibilitando que un mismo robot pinte desde el capo, al lateral, techos, etc….
- Velocidad de aplicación constante proporcionan una capa de acabado totalmente uniforme, mejorando la calidad final.
- Hardware en el interior del brazo y software específico permiten cambios de parámetros en tiempo real proporcionando una mejora en la calidad de pintura. Estas características reducen los costos y dotan de mayor rendimiento para el proceso.

Tanto el robot industrial de marca Fanuc como los diseñados para este tipo de aplicación, deben incorporar muñecas especiales para pintura que junto al pulverizador forman parte del aplicador que realiza la tarea.

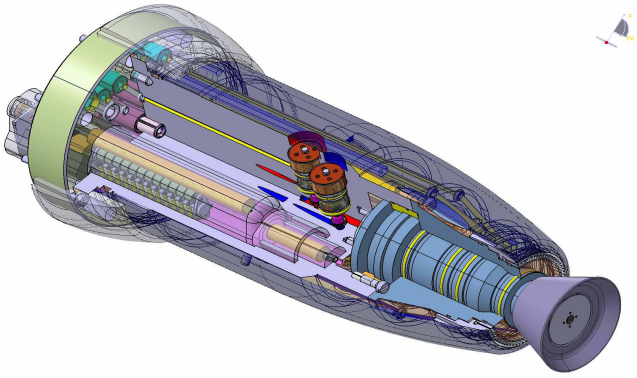


Fig. 10: Pulverizador

Fig. 11: Pulverizador en muñecas especiales de pintura

5. ARQUITECTURAS DE CONTROL DE SISTEMAS ROBOTIZADOS

5.1 Arquitectura centralizada

La distribución física de los elementos y sistemas de control es la siguiente:

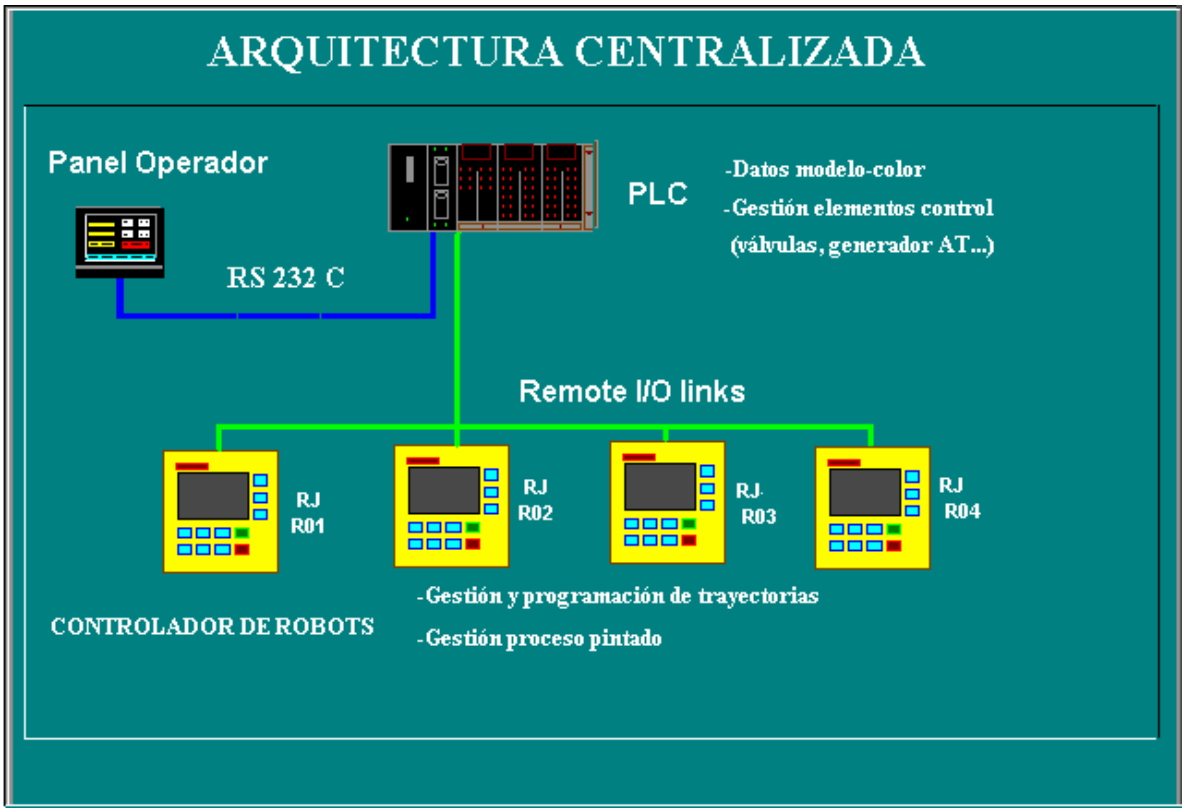


Fig. 12: Arquitectura de Control Centralizada

PLC forma el sistema centralizado de control y regulación de los elementos del sistema de pintado (electrovalvulas, alta tensión,...) así como la gestión de planta (envío de datos, comunicación de alarmas...).

La arquitectura general del PLC de la estación robotizada con el fabricante Allen-Bradley es la siguiente:

- Chasis **:** 16 slots. Ref.: 1771-A4B.
- Fuente alimentación interna Ref.: 1771-PA2.
- CPU : PlC-5/60 con 64 Kbytes de memoria Ref.: 1785-L60B.
- Tarjetas digitales : 1771 IBN y 1771 OBN.
- Tarjetas analógicas: I771 IFE , OFE1 y OFE2.

El panel de operador PANELVIEW del fabricante Allen-Bradley dispone de unas teclas de función para su funcionamiento y activación de pantallas que permite realizar las siguientes funciones:

- Cambio de valores del proceso en automático o manual.
- Visualización estado de robots.
- Movimientos básicos robots (casa, purga, cero grados).
- Arranque manual de robots.
- Visualización de alarmas.

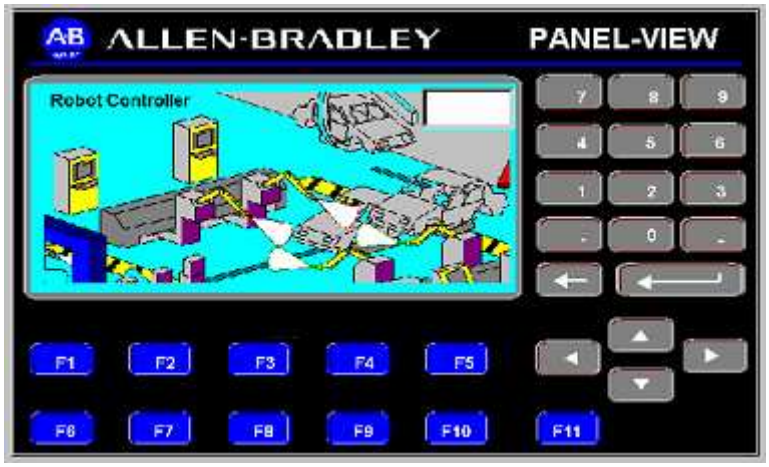


Fig. 13: Panel de Operador

La configuración de la célula robotizada, está constituida por los siguientes elementos:

5.1.1 Robot industrial pintura P155-FANUC

El fabricante Fanuc Robotics dispone de manipuladores robóticos articulados con 6 ejes para pintar la carrocería de la gama P; la base del robot se mueve en el séptimo eje.

El robot P-155 de FANUC Robotics está diseñado para dotar de una gran calidad, fiabilidad y asequible solución a una variedad para la industria de procesos de pintura.

El robot P-155 es de fácil mantenimiento y ofrece operaciones de rápida aceleración y alta velocidad, lo que facilita minimizar el tiempo de ciclo y reduce los costes de producción.

El sistema robotizado P-155 FANUC Robotics integra los más avanzados equipamientos de proceso de la industria, para mejorar el proceso de pintura y mejorar los más exigentes resultados de nuestros clientes. Integrando el cambiador de color y las válvulas de control de fluido cercano al aplicador, se reduce las pérdidas de pintura, el tiempo de cambio de color mejorándose el tiempo de ciclo. Esto proporciona un incremento del rendimiento y del tiempo de aplicación.

Fig. 14: Robot industrial pintura P155-FANUC

5.1.2 Controlador de robots RJ. Panel Operador. Teach Pendant

El sistema robotizado P-155 es un elemento clave en una solución de pintura integrada de FANUC Robotics que incluye Controlador R-J, ServoMotores FANUC AC con codificadores, y sistemas de control Paintools.

El controlador contiene la computadora que opera el robot, el suministro eléctrico, el sistema de circuitos de control y paros de emergencia, controla el terminal de enseñanza, los dispositivos del panel de operador y proporciona las conexiones necesarias (interfase de E/S) para la comunicación con otros dispositivos externos.

La memoria del controlador almacena el software de aplicación PAINTOOL El software contiene todos los comandos y herramientas que le permiten el movimiento del robot y comunicarse con los dispositivos externos.

El software PAINTOOL esta diseñado para controlar directamente todo el proceso de control de pintado, incluyendo los parámetros del aplicador:

- Shaping air (aire guía).
- Turbine air (aire rotación turbina).
- Paint fluid flow (Caudal de pintura).
- Process Electrostatic (Procesamiento electrostático).

Estos parámetros son almacenados como tabla de “preajustes”.
Hasta 20 preajustes pueden configurarse por tabla, que corresponde cada tabla a una configuración de color.
Estas tablas se utilizaran únicamente cuando el sistema solicite ese color a pintar la carrocería mediante una comunicación I/O digital.
Además se controla la demora de pulverización activada o desactivada mediante señales propias de robot (RI/RO).

Fig. 15: Controlador de robots RJ Fanuc

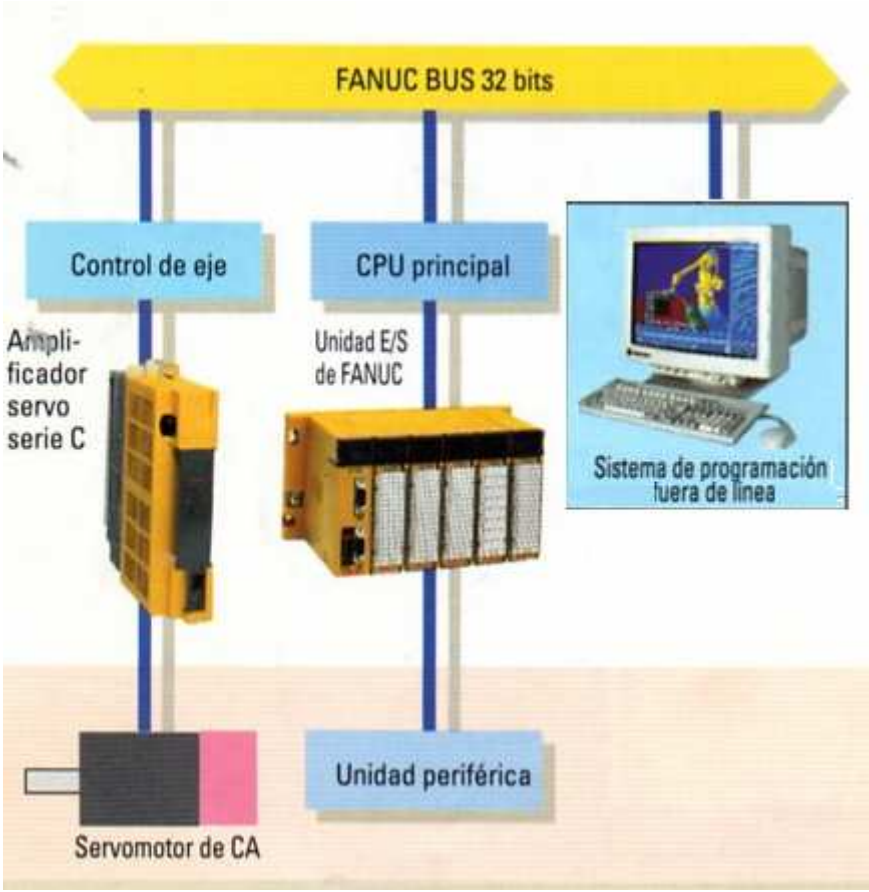


Fig. 16: Sistema Robotizado Fanuc

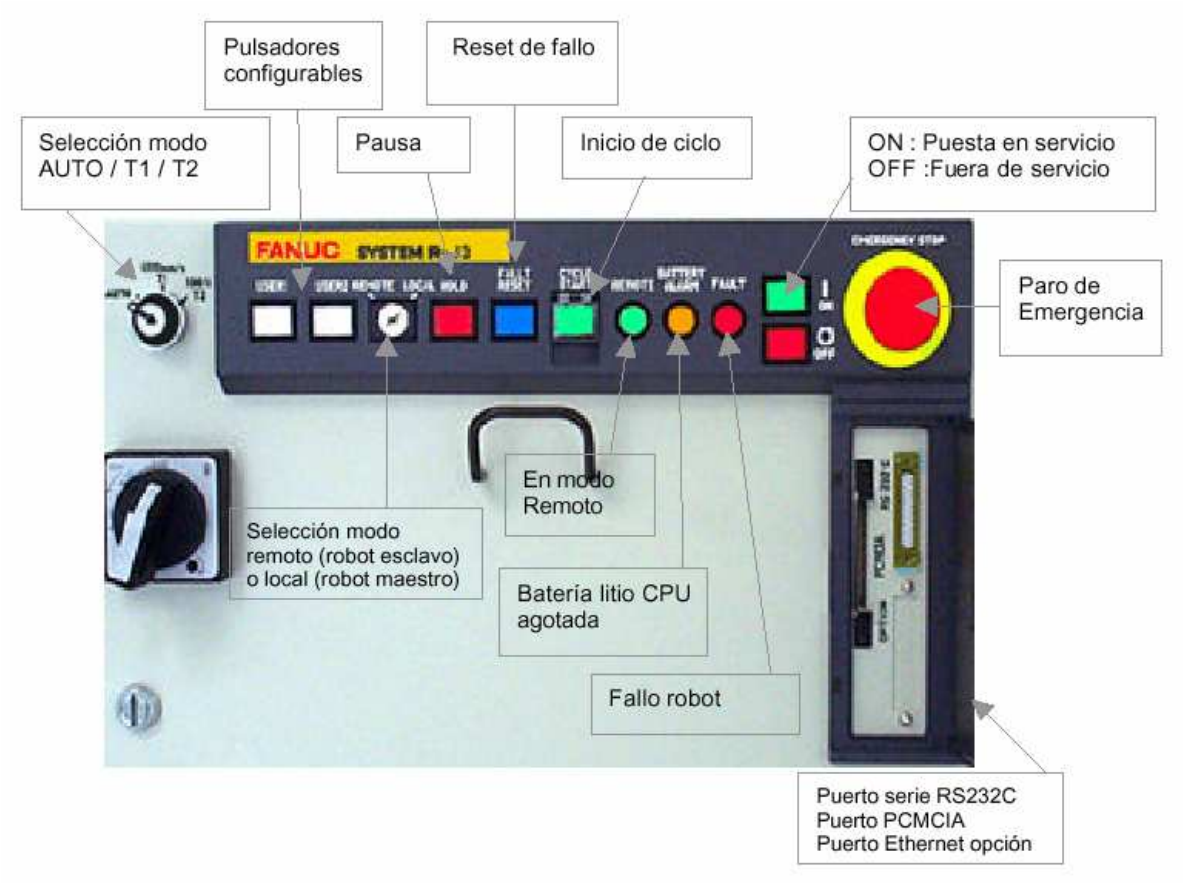


Fig 17: Panel Operador System R-J Fanuc

El panel de operador estándar (SOP) está compuesto de botones, teclas conmutadoras y puertos de conector y se localiza en el frente del gabinete de controlador.

El terminal de enseñanza (teach pendant) es un dispositivo de interfase del operador que muestra los menús del software paintool.

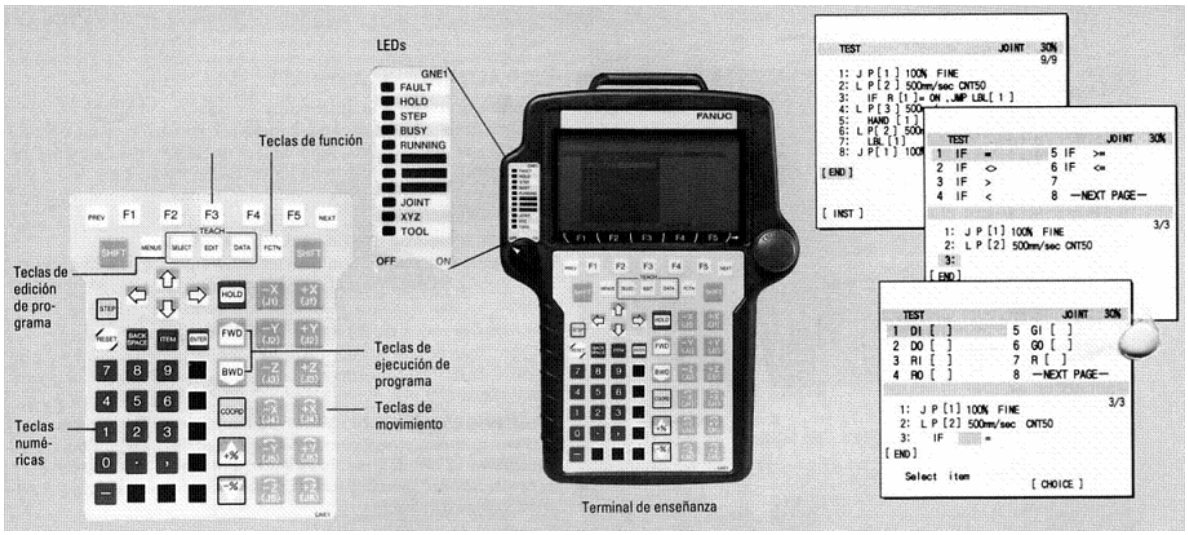
Fig. 18: Teach pendant Fanuc

Éste se conecta al controlador mediante un cable que se inserta a la tarjeta del CPU principal.

Se utiliza para:

Mover el robot.
Crear programas.
Probar programas.
Realizar funciones específicas de operaciones de pintura.

También se dispone de un software de programación fuera de línea (WINOLPC) que le permite programar, almacenar, imprimir y transferir datos de programa.



Típico programa de apliación de pintura

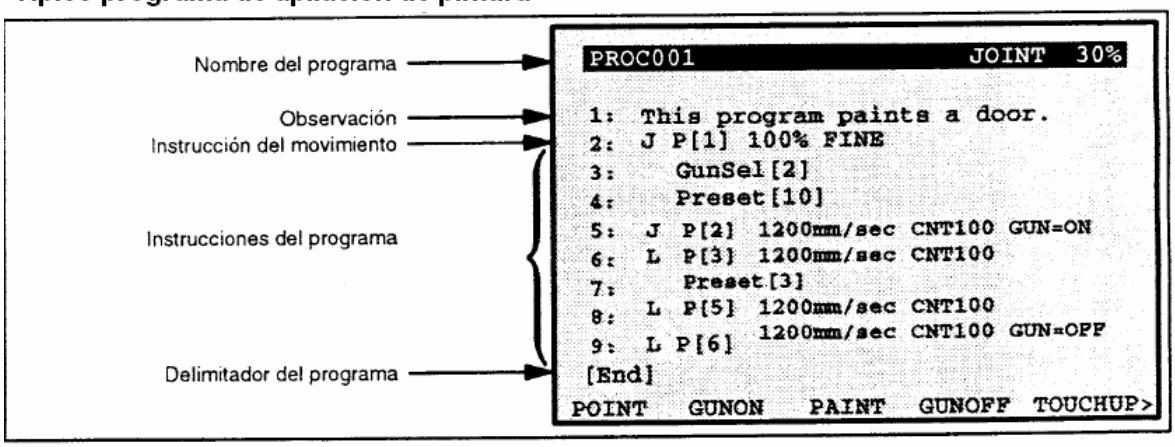


Fig. 19: Programación textual Fanuc

5.1.3 Comunicaciones I/O

El sistema de entrada/salida (E/S) proporciona el interfase entre el controlador, el terminal de enseñanza cualquier otro dispositivo externo (PLC,...). Puede utilizar hasta 512 puntos de entrada y salida (E/S) digitales o un número equivalente de puntos de entrada y salidas analógicos. Un punto de entrada/salida analógico utiliza los recursos equivalentes a los que utilizarían 16 puntos de E/S digitales.

La estación centralizada de automatización realizada con el fabricante FANUC, en conexión con el PLC de control mediante cableado de cobre multipolar paralelo, debe estar formada por los siguientes elementos:

- E/S definidas por el sistema:

- Entradas (UI) del panel de operador usuario (UOP).
- Salidas (UO) del panel de operador usuario (UOP).
- Entradas (SI) del panel de operador estándar (SOP).
- Salidas (SO) del panel de operador usuario (SOP).
- Entradas del robot (RI).
- Salidas del robot (RO).

- E/S definidas por el usuario:

- Entradas digitales (DI).
- Salidas digitales (DO).
- Entradas de grupo (GI).
- Salidas de grupo (GO).
- Entradas análogas (AI).
- Salidas análogas (AO).

- Comunicación serie RS232C, Ethernet, PCMCIA.

La cantidad de E/S puede cambiar, excepto el UOP y las señales de E/S de Sop las cuales son fijas.

5.2 Arquitectura Descentralizada

La distribución física de los elementos y sistemas de control es la siguiente:

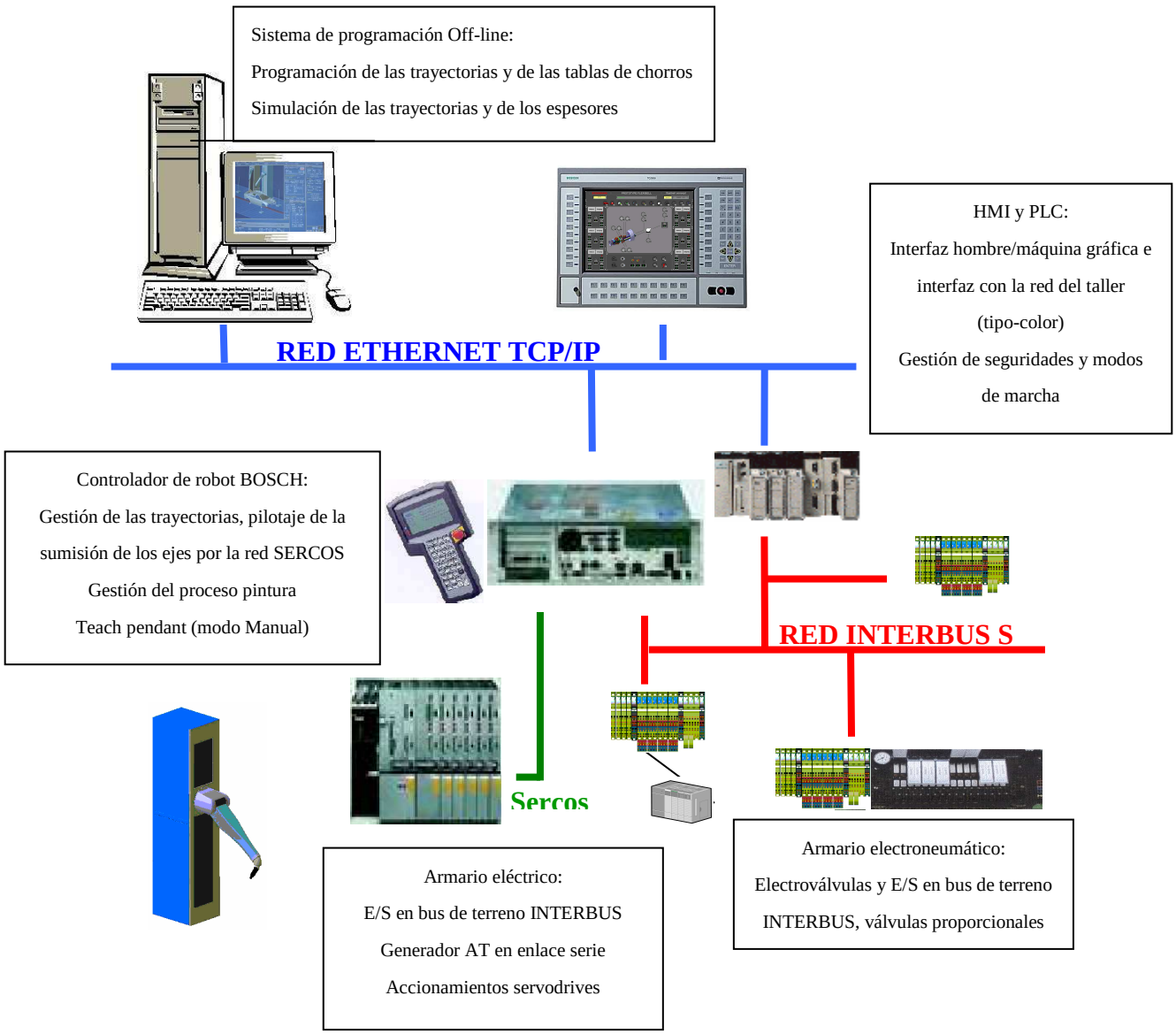


Fig. 20: Arquitectura de Control Descentralizada

5.2.1 Variorobots 5 ejes

El **VARIOROBOT** (fig.21) es un robot de pintura multiejes concebido para su utilización con pulverizadores electrostáticos.

El robot, diseñado exclusivamente para la pintura, por la empresa Eisenmann, proporciona múltiples ventajas en comparación con los robots estándares, más polivalentes pero inicialmente destinados a actividades de manipulación o de soldadura.

La concepción modular permite optimizar su implantación para responder a las necesidades de pulverizadores. El emplazamiento y la compacidad del chasis de los robots permiten disminuir las dimensiones de la cabina y evitar la alteración del flujo de aire que circula en las mismas. La posición del brazo del robot y la amplia zona a la que puede acceder aumentan la flexibilidad y el área de trabajo con respecto a los robots de 6 ejes estándares.

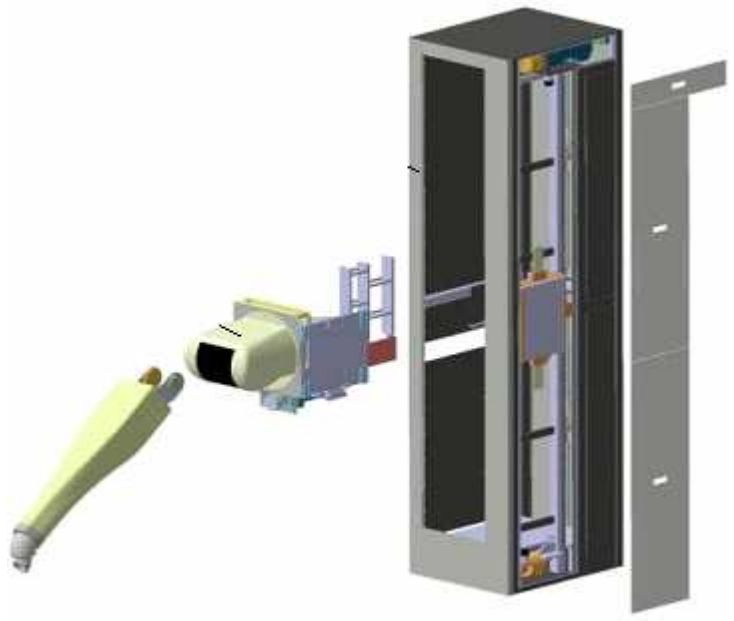


Fig. 21: Conjunto de VarioRobots 5 ejes

Todos los motoreductores del **VARIOROBOT** son «brushless» (sin escobillas) de la marca Indramat antideflagrantes con codificador absoluto, de tipo: EEX d IIC T4, es decir:

- Cubierta antideflagrante.
- Aparatos para industria de superficie.
- Temperatura máxima de superficie 135°C.

Eje 1: Motor eléctrico codificado MKE 096 B-047.4500 rpm.13,9A.12Nm.

Eje 2: Motor eléctrico codificado MKE 045 B-144.7000 rpm.7,1A.2,7Nm.

Eje 3: Motor eléctrico codificado MKE 045 B-144.7000 rpm.7,1A.2,7Nm.

Eje 4: Motor eléctrico codificado MKE 035 B-144.9000 rpm.4,7A.0,9Nm.

Eje 5: Motor eléctrico codificado MKE 096 B-144.9000 rpm.4,7A.0,9Nm

5.2.2 Módulo controlador de robots RHO4

RHO4: Es el nombre del mando del robot. Proveedor BOSCH. Es un PC industrial. El mando del robot integra la gestión de los ejes (Programa Rops), y también un programa WinSPS del autómata llamado PCL encargado de todo el proceso:

- Seguimiento del vehículo.
- Cambios de color.
- Proceso pintura.
- Modo manual.
- etc...

Un solo controlador de robot RHO4 de la marca BOSCH sobre la base de un PC industrial permite:

Embarcar el software específico y complementario para gestión de las trayectorias de 4 Variorobots.

Pilotaje de la sumisión de los ejes por la red SERCOS.

Dialogar con el nivel superior mediante un servidor OPC.

Integrar todas las funcionalidades de WINDOWS NT.

Conectarse simplemente con una red ETHERNET.

Disponer de los buses de terreno CAN, INTERBUS y PROFIBUS.

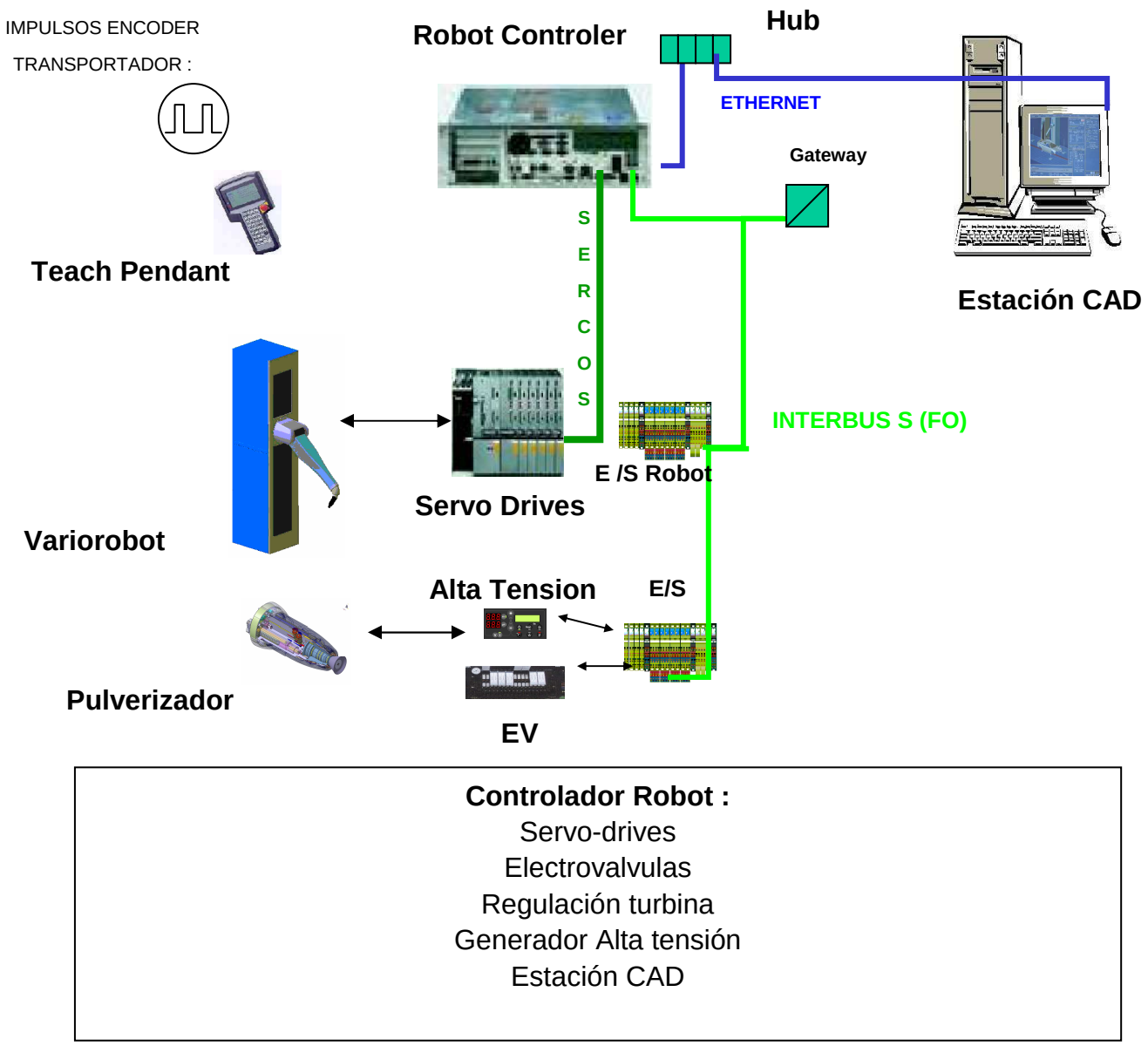


Fig. 22: Controlador Robot RHO4

5.2.3 Módulo de Redes

Las redes propias de la instalación son:

- Red ETHERNET: Funciones que realiza son:

  -Interfaz entre PLC, controlador de robots y PC de mando de la instalación.
  -Interfaz entre controlador de robots y estación de programación Off-line.

- Red INTERBUS: fibra óptica. Funciones que realiza son:

  -Interfaz entre entradas/salidas entorno y autómata estación.
  -Interfaz entre autómatas estación y controlador de robot RHO4.
  -Interfaz entre controlador de robot y entradas/salidas dedicadas a cada robot (armarios eléctricos y electro neumáticos).

- Red SERCOS: fibra óptica. Funciones que realiza son:

  -Interfaz entre controlador de robot y servovariadores (parametraje).
  -Interfaz entre controlador de robot y servovariadores (mandos velocidad y retornos de posición).

- Red RS485 HMI :

  Interfaz entre HMI y los elementos de regulación y control (generadores alta tensión, válvulas proporcionales,…) para transmisión de los parámetros de ajuste.

Los elementos que conforman la unión de redes:

Compuertas (Gateways)

Una compuerta es algo parecido a un puente pero con la suficiente inteligencia como para decodificar señales de la capa número 7 (de aplicación), del modelo OSI. Éste dispositivo permite la conexión de buses de campo en el nivel de entrada / salida de diferentes características, permitiendo que las aplicaciones se puedan comunicar a través de la compuerta. Los interfaces, en su función, equivalen a dos módulos normales de E/S cuyas entradas y salidas están enlazadas en cruz.

Hubs

Para realizar segmentos ethernet de forma económica, sencilla y modular se dispone de los Hubs para montaje sobre carril DIN.

Medio de transmisión (fibra óptica)

La construcción de Interbus emplea la tecnología de conductor de fibra óptica (LWL) que presenta la misma estructura que en la tecnología de cable de cobre para la transmisión de señales diferenciales según RS 485, puesto que en esta tecnología también se transmiten los datos con dos fibras. De esta forma solo tiene que efectuarse la conversión de corriente a luz y viceversa.

Con el empleo de la tecnología LWL aumenta la seguridad de un sistema. En un ambiente electromagneticamente contaminado, la tecnología LWL transmite todas las señales sin parásitos y sin apantallamiento complicado.

Los participantes están aislados entre sí, y no se necesita conexión Equipotencial.

5.2.4 Módulo PLC interfase (Autómata estación)

Es el autómata que realiza la interfaz entre los mandos de robot y la red de planta, como la recepción de las características del vehículo (códigos tipo y color).

El PLC gestiona las entradas-salidas de los armarios Potencia y Control. Este PLC también está encargado de las seguridades relativas al entorno.

Administra igualmente la entrada del vehículo en la estación hasta el arranque de los robots.

La arquitectura general del PLC interfase de la estación robotizada con el fabricante Allen-Bradley es la siguiente:

- Chasis : 4 slots 1756 A4.
- Power supply220Vca 5V/10A : 1756-PA72.
- CPU : ControlLogix5555 1756-LM55M12 (ejecución programa).
- Tarjeta TCP/IP : Red Ethernet 1756-ENET (conexión supervisión).
- Tarjeta DH+: 1756-DHRIO (red Taller).
- Tarjeta remote I/O: SST-IBS-CLX.
- Tarjeta Cabeza de estación : IB-IL BKLK.
- Tarjetas Entradas/salidas : IB-IL 16DI y IB-IL16DO.

La tarjeta Ethernet permite el intercambio de informaciones y la transición de mandos con el HMI de la estación. Permite eventualmente conexión con otros PLC o HMI (conexión HUB). Todos los defectos propios del proceso son administrados y enviados al PC de supervisión (SCADA).

La tarjeta STT-IBS-CLX sirve de interfase entre la CPU y las Remote I/O. Recupera los estados de las entradas y pilota las salidas dentro de los armarios de mando y potencia.

El PLC y la RHO4 dialogan entre sí por medio de GATEWAY.

.

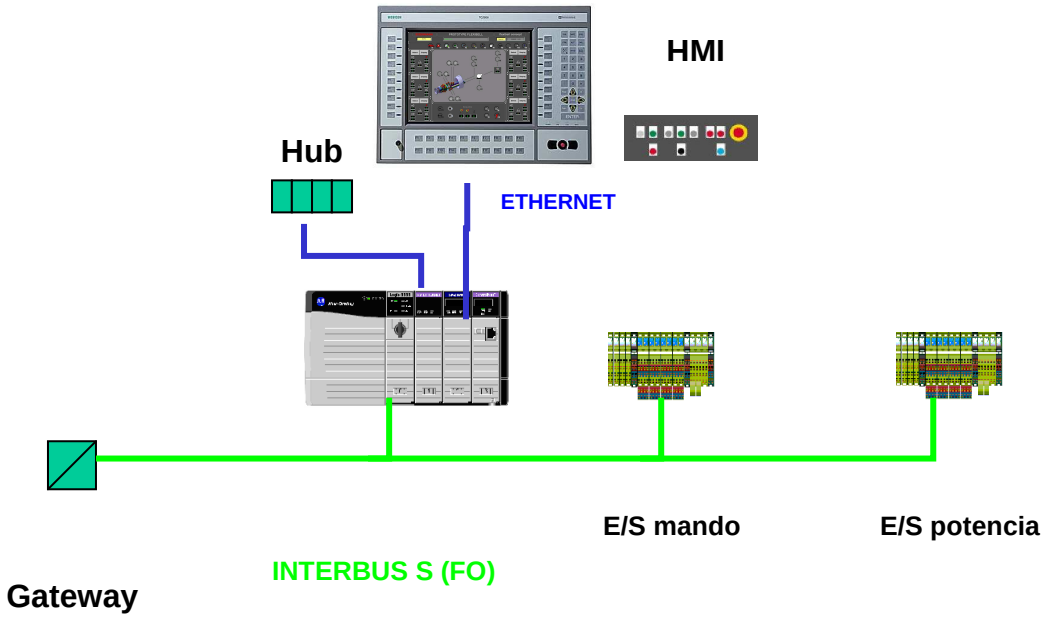


Fig. 23: Autómata Estación

5.2.5 Módulo E/S descentralizadas

El conjunto de la red INTERBUS está realizado en fibra óptica.

La configuración y el debbug de la red se hacen con el software CMD Tool de PHOENIX Contact.

En caso de problema, se puede hacer un diagnóstico por medio de este software, se puede controlar el buen funcionamiento de la comunicación controlando el estado de las LEDS en los cabezales de estación y las tarjetas EN-LÍNEA Cuando las LEDS están fijas, la comunicación está establecida.

Fig. 24: Módulo E/S Interbus

La estación modular de automatización realizada con el fabricante PHOENIX CONTACT, en fibra óptica, debe estar formada por los siguientes elementos:

- Cabecera de bus para fibra óptica (módulos BK):

  Conecta los bornes de una estación Inline con la red Interbus y son los elementos encargados de convertir las señales en paralelo a información para enviar en serie.

- Bornes de Alimentación (módulos PWR):

  Dan alimentación de las tensiones de señales y detectores para E/S.

- Bornes de E/S (módulos DO,DI,AO,AI):

  - Digitales 2,4,8,16 canales. 24VDc,120/230 VAC, salidas por rele. Para la conexión de señales digitales como se captan, p.ej. de interruptores fin de carrera, detectores de proximidad, electro válvulas, contactores, dispositivos ópticos de aviso.

  - Analógicas 0-10 V, +/- 10 V, 0-20 mA, 4-20 mA, +/- 20 mA
    Entradas de temperaturas RTD (termoresistencias), UTH (termopar) y termistores.

  - Funcionales INC, CNT, SSI, RS232, RS485/422.

  - Complementarias para pilotaje válvulas Burkert.

5.2.6 Módulo HMI (Supervisión de la célula robotizada) y Editor deProcesos

Para poder corresponder de la mejor manera a la elección del cliente en cuanto a los constructores de automatismo (SCHNEIDER, SIEMENS, ALLEN BRADLEY,…),El módulo de supervisión no ha realizado una conducción de instalación en un programa de supervisión propietario sino que adapta cada proyecto en función del constructor de autómatas (MONITOR para SCHNEIDER, WIN CC para SIEMENS, RSWiew para ALLEN BRADLEY, etc…).Al ser nuestro autómata de estación del fabricante Allen-Bradley se empleará el software de Scada Rsview32.

La Supervisión de una estación robotizada de aplicación de pintura se realiza a partir de 3 elementos indispensables:

- La botonería relativa a los modos de marcha y a los mandos generales de la instalación.

- El PC de supervisión de instalación gestiona la parte control-mando se realiza por medio de diferentes vistas que permiten visualizar el estado de los equipos de la instalación.

- Vista general.
- Vista Codificación.
- Vista Proceso.
- Vista Pulverizadores.
- Vista de los Robots.
- Vista de las alarmas.

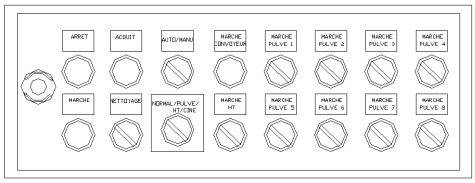
- El "teach pendant" o mando de aprendizaje del robot BOSCH RHO4 encargado de la gestión de los ejes.

- Visualización de los parámetros robóticos.
- Visualización de las alarmas detalladas asociadas con los robots.
- Mandos manuales asociados con el desplazamiento de los ejes.

El pupitre operario está compuesto por un PC + un software de interfaz hombre-máquina (SCADA) y por un panel de pulsadores que incluye los modos de marcha de la instalación.

PHG2000
Teach Pendant
BOSCH RHO4

PC industrial
+
sistema de vistas de conducción de instalación



Pupitre de Botonería
conducción de instalación

Fig. 26: Vista del conjunto Supervisión

LA BOTONERÍA Y LOS MODOS DE MARCHA

La botonería agrupa todos los mandos generales asociados con la instalación.

Esta botonería comporta:

- Pulsador de puesta en servicio de la instalación.
- Pulsador de puesta fuera servicio de la instalación.
- Pulsador rojo de visualización y reconocimiento de los defectos.
- Conmutador de los modos de marcha (AUTO – MANU).
- Conmutadores de los modos de intervención (NORMAL-CINEMÁTICA-PULVERIZADOR-AT).
- Conmutador de marcha AT.
- Pulsador de parada normal transportador.
- Conmutadores de puesta en servicio de los robots.

En el pupitre de mandos, las llaves de los modos dan acceso a 4 tipos de modos manuales y el de automático:
- Modo manual normal.
- Modo manual cinemático.
- Modo manual pulverizador.
- Modo manual alta tensión, acceso cabina autorizado.

Modo manual normal

Cuando la estación está en modo manual normal, el cual es un modo de prueba de las funciones de pintura, se utilizan las vistas sinópticas del supervisor para pilotar los órganos. El acceso a la cabina está prohibido para evitar que se produzca un corte de potencia eléctrica para la seguridad de las personas.
Las funciones accesibles son las siguientes:
- Pilotaje de las válvulas de los circuitos pintura, incluso las válvulas de los colores.
- Pilotaje de las consignas de pintura, caudal, Aire de guía, turbina y alta tensión, así como los distintos modos de regulación.
- Pilotaje de las funciones de cambio de color.
- Puesta en posición de los vario-robots como los cambios de color, el inicio de la trayectoria, la limpieza, fuera de alcance.

Modo manual cinemática

Este modo prohíbe todos los mandos desde la supervisión y solamente permite el pilotaje de los ejes de los vario-robots desde el mando de aprendizaje (teach) del controlador de ejes. Este modo permite el calibrado de los codificadores de los motores, la definición de los recorridos útiles. Es el modo de calibrado de los ejes y de parametraje del controlador de los ejes. También es útil para los diagnósticos de los variadores y los motores. El acceso a la cabina está autorizado.

Modo manual pulverizador

Sólo los mandos asociados con la pulverización (caudal pintura, rotación turbina, aire de abanico).
En este modo, las funciones cinemáticas están prohibidas eléctricamente, el operario puede entrar en la cabina, los motores ya no están en potencia.
Las funciones accesibles son las siguientes:

- Pilotaje de las válvulas de los circuitos de pintura, incluso las válvulas de colores.
- Pilotaje de las consignas de pintura, caudal, Aire de guía, turbina y alta tensión, así como sus distintos modos de regulación.
- Pilotaje de las funciones de cambio de color.

Modo manual alta tensión

En este modo, el acceso a la cabina está autorizado, los motores de las máquinas están fuera de potencia, sólo el acceso a las consignas de alta tensión de los Vario robots es posible. Este modo permite probar y medir la alta tensión en cada uno de los Variorobots.

Modo automático

En este modo que es el modo de producción normal, las principales funciones son:

- Cambio de color en función de los vehículos a pintar.
- Aplicación pintura a los vehículos.

La gestión de los robots está subordinada al posicionado de la carrocería en el transportador. En todo caso, el autómata toma en cuenta la llegada de la carrocería (características vehículos, gestión de las seguridades, seguimiento del vehículo...) hasta la posición que corresponde con el inicio del trabajo del robot.
Los vario-robots son autónomos y reciben del PLC estación los códigos de los vehículos a medida que la producción adelanta.

Además del sistema de vistas de conducción de la instalación robotizada en el SCADA de supervisión, en este se han desarrollado rutinas en vba para el acceso a las bases de datos de Access (editores con el que el operador de línea trabaja para modificar los parámetros de proceso), y su posterior descarga sobre las variables del proceso en el PCL.

El controlador ODBC de Microsoft Access, es quien permite a vba, obtener información del origen de los datos almacenados en las bases de datos de Access.

Esta aplicación permitirá iniciar las siguientes funciones específicas:
- Edición de los programas robots.
- Edición de las tablas de brochas.
- Edición de las tablas de cambio de color.

5.2.7 Módulo programación y simulación Off-line

Un sistema de programación Off-line permite modelizar la zona de los robots e integrar los archivos CAD de los vehículos.
A partir de esta modelización, el operario puede programar trayectorias, tablas de brochas (preajustes) y simular las trayectorias así como los espesores depositados.
Este sistema está directamente conectado vía la red ETHERNET TCP/IP con los controladores de robots de la instalación. De este modo, las trayectorias y órdenes de pintura obtenidas son compiladas y descargadas en los controladores. Una función "up-load" permite guardar las aplicaciones. El sistema de programación Off-line elegido es el llamado ROBCAD del fabricante Tecnomatic.

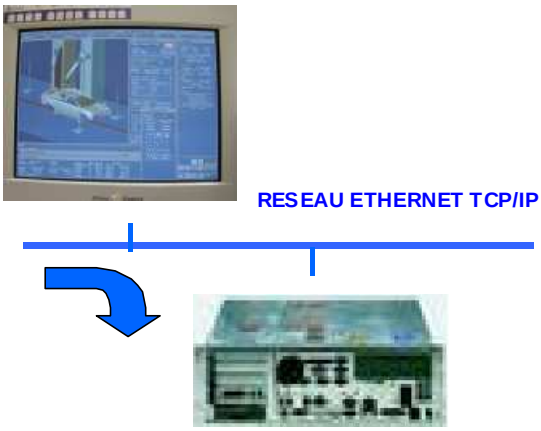


Fig. 36: Sistema programación Off-line

El procedimiento que hay que seguir está constituido por 5 distintas fases resumidas a continuación:

1) MODELIZACION DEL PROYECTO

- Modelización de la zona robotizada.
- Introducción de los parámetros del proceso (velocidad transportador, paso de los VH, dimensiones de las cabinas,…).
- Introducción de los impactos medidos en placas.
- Preparación de la estructura de la base de datos.

2) INTEGRACIÓN DE LOS VEHÍCULOS

- Integración del archivo CAD.
- Designación de las superficies que hay que pintar.
- Simplificación eventual de la carrocería.

3) PROGRAMACIÓN DE LAS TRAYECTORIAS

El operario define los puntos de paso para cada robot. Asocia a cada punto los parámetros específicos:
- Velocidad de aplicación.
- N° de tabla de brocha.
- Tipo de interpolación (circular, linear, …).

4) SIMULACIÓN

A partir de las trayectorias anteriormente definidas, el operario lanza una simulación y controla:
- El paso por cada punto.
- Las velocidades y aceleraciones.
- Las colisiones eventuales con la carrocería.
- Las colisiones eventuales entre los robots.
- El tiempo de ciclo.
- Los espesores depositados, …

El operario efectúa los retoques eventuales y simula de nuevo el resultado obtenido.

5)DESCARGA

Tras haber obtenido el resultado deseado en simulación, el operario puede descargar automáticamente el programa realizado por el sistema Off-line. Una vez descargada, la nueva trayectoria es automáticamente aplicada al vehículo siguiente tratado por el controlador de robot.

6. VIABILIDAD TECNICA

6.1 Arquitectura Descentralizada frente centralizada. Parámetros de valoración

Se presentan diferentes parámetros que se le asignan un coeficiente que se pondera luego con unos pesos preestablecidos . La suma de los coeficientes ponderados permite formarse una idea de la mejor robotizabilidad, adecuación y oportunidad de las dos arquitecturas presentadas.

Supervisión y control (Rsview/PanelView).....9

Las características de un SCADA es poder disponer en un solo sistema de todos los valores del proceso, parametrización, cálculos de control, bases de datos, históricos de alarmas, curvas de tendencias para la perfecta supervisión y control de un proceso automatizado. Mediante un panel de operador esta limitado estas funciones y se debe complementar con el uso de otros dispositivos (consolas, botonerías,displays...).

Facilidad Programación (Teach/Robcad).....9

Podemos decir que utilizar un sistema de simulación para programación implica que diferentes robots pueden se programados con el mismo lenguaje de control. El manejo de Robcad el caso de la programación fuera de línea nos parece tremendamente fácil y sencillo frente a otros sistemas: RobotStudio (ABB). Una de las razones para elegir Robcad es que ha no sido diseñado para programadores de robots, sino para diseñadores de CAD, con funciones muy fáciles de usar, o que el programador no requiera de un profundo conocimiento de los distintos lenguajes en caso de existir diferentes robots.

Todo esto reduce el tiempo gastado en la programación de robots mediante on line, y no solo significa que el programador puede dedicarse a otra tarea sino que además la célula robótica entrará en funcionamiento más rápido.

Interfaz con otros sistemas (procesamiento de datos, visualización, trabajo en red).....6

Los controladores basados en PC permiten utilizar los interfaces abiertos estandarizados. Por ejemplo, el PCL de Bosch utiliza el estandarizado protocolo transmisión TCP/IP. De esta manera se pueden transmitir cantidades de datos grandes, sencilla y eficientemente. Además presenta comunicación abierta con aplicaciones Windows mediante el interfase de datos estandarizado OPC (OLE for Process Control). De esta manera, por ejemplo, un software de visualización o un macro MS-EXCEL con la ayuda de la interfase OPC pueden leer datos del PCL y representarlos gráficamente.

Capacidad Simulación (Online/Offline).....6

El beneficio económico de utilizar sistemas de simulación consiste en la reducción de errores caros en la etapa de planificación, ya que se verifica el desempeño de una célula robótica mucho antes de realizar cualquier gasto o detener la línea de producción, así como ahorro en horas de programación.
Ahora podemos iniciar el proceso de programación en la oficina e importar el diseño mecánico desde Robcad. Cuando el programa está terminado, lo transferimos a la célula de robot para programarlo e iniciar el proceso de producción si la célula ya está en producción, puede requerir modificar el programa realizado. Estos cambios pueden llegarse a cabo y ser verificados fácilmente en el sistema de simulación mientras la célula está todavía en operación. Este nuevo programa puede ser nuevamente cargado al controlador del robot durante una para da de mantenimiento programada. Así no se pierde tiempo de producción en ningún momento.

Robustez Hardware (Fabricante propietario/Varios).....9

Los ejes servo-controlados eléctricamente, y su robusto diseño de robots de pintura de fabricantes propietarios conllevan al liderazgo mundial con respecto a diversos fabricantes de robots en sistemas de pintura.

Estabilidad Procesador (CPU/Pc Industrial)…….8

La estabilidad del sistema operativo Windows se ve compensada por la conexión al sistema operativo en tiempo real VxWorks, pero no con la fiabilidad y tiempo real que proporciona una CPU.

Seguridad proceso (PLC/PCL).....7

Para la exactitud y seguridad del proceso del sistema, el PCL está provisto de un a watchdog timer con funciones que salvaguardan la información del proceso.
En caso de fallo del sistema o de alimentación se produce un rearranque automático y los valores actuales del proceso son cargados del disco duro al PCL.
Estas características esenciales de los datos del PCL garantizan una mayor seguridad frente al plc tradicional el cual se necesita hacer periódicamente backups de seguridad.
La transmisión de señales analógicas en vez de utilizarse cables especiales, utilizando el bus aumenta la protección ante perturbaciones electromagnéticas.

Seguridad personal.....10

De todos los accidentes en instalaciones robotizadas, más de un tercio ocurren durante la etapa de programación. Estos accidentes son causados principalmente por el movimiento inesperado del robot mientras el operador se encuentra a su alcance. Al utilizar un sistema de simulación, este tipo de movimientos (inesperados) no causan daños y son detectados fácilmente.

Indice de fiabilidad.....8

Mantenimiento sencillo. El cambio o sustitución de elementos se debe realizar de forma rápida y fácil, lo que garantiza flexibilidad en próximas ampliaciones y modificaciones, y de esta forma seguridad para el futuro.

Diagnosis de averías.....7

Los sistemas de supervisión y control permiten a los operadores monitorizar todos los dispositivos que integran el sistema e interpretar fácilmente las interacciones entre ellos. De esta forma, la detección de las fuentes de problemas en la planta y su corrección resulta mucho más sencilla, reduciendo los costos de mantenimiento y el tiempo de parada de la planta.

Ampliación equipos.....7

El bus de campo sustituye el mazo de cables paralelos por un solo cable de bus. Se estima que puede ofrecer una reducción de 5 a 1 en los costos de cableado para cualquier ampliación.
Las entradas/salidas se encuentran descentralizadas del PLC de control. No es un sistema cerrado. Si el usuario no encuentra un determinado terminal de E/S puede utilizar otro similar de distinto fabricante. Por tanto el usuario se independiza del estándar de fabricantes individuales para cualquier ampliación de equipos.

Ciclo de vida 8

El ciclo de vida estimado de un sistema robotizado debe ser superior al del producto que se está fabricando. Es decir, cuando se ha de cambiar de producto, en el caso del mercado automóvil cada 6 años, el sistema debe ser eficiente y evitar quedar obsoleto.

Plazo amortización.....10

Al realizar o invertir en cualquier proyecto, lo primero que se espera es obtener un beneficio lo más rápido que sea posible, este tiempo es por supuesto determinado por los inversionistas, ya que no es lo mismo para unos, recibirlos en un corto, mediano o largo plazo, es por ello que dependiendo del tiempo es aceptado o rechazado. La rentabilidad a corto plazo indica una buena inversión.

Tiempo puesta en producción.....10

La decisión de utilizar la programación fuera de línea ha permitido obtener tiempos de puesta en producción más cortos en las nuevas células de robot. Antes se tenía un periodo de puesta en producción de dos o tres semanas, que se han reducido hasta los dos o tres días actuales.

Precio.....10

Ahorro materiales. No sólo se ahorra tiempo en la instalación y puesta en marcha del sistema.

Tabla de valoraciones					
Parametros	**Arquitectura Descentralizada (D)**	**Arquitectura Centralizada (C)**	**Valor P**	**Valor AD (DxP)**	**Valor AC (CxP)**
Supervisión y Control	9	6	9	81	54
Programación	9	6	9	81	54
Interfaz con otros sistemas	8	5	6	48	30
Capacidad Simulación	10	2	6	60	12
Robustez hardware	7	9	9	63	81
Estabilidad Procesador	7	9	8	56	72
Seguridad del proceso	8	7	7	56	49
Seguridad personal	8	6	10	80	60
Indice de fiabilidad	8	6	8	64	48
Diagnosis de averías	6	5	7	42	35
Ampliación equipos	8	6	7	56	42
Ciclo de vida	8	5	8	64	40
Plazo amortización	8	10	10	80	100
Tiempo puesta en producción	9	6	10	90	60
Precio	8	10	10	80	100
VALORACION TOTAL				**6,6**	**5,6**

6.2 Hardware y software empleado de la solución adoptada

La arquitectura elegida plantea una solución basada en un PC industrial, y no se trata únicamente de emular un autómata en un PC, sino en un sistema de control basado en componentes (hardware y software) con los programas necesarios para el control del proceso, de los robots y para la comunicación con los diferentes componentes del sistema en tiempo real.

La arquitectura propuesta se ha implementado con las siguientes herramientas de software y redes de comunicación de tecnología actual y abiertas que permitan la introducción de mejoras en el sistema y que no queden obsoletos a lo largo del ciclo de vida de explotación del sistema:

- Una estación de trabajo con sistema operativo en tiempo real (vxworks) y Windows NT que agrupa una CPU denominada RHO4 del fabricante BOSCH con los programas:

  Rops (programación y control cinemático de robots).
  WinSPS (programación PCL integrado de RHO4).
  Wintool (El servidor OPC BOSCH se emplea para la comunicación entre el RSView32 y la RHO4).
  Gateway (comunicación entre RHO4 y el PLC controllogix)
  WinPanel (Supervisión de RHO4).

- Una red ethernet que conecta las estaciones de supervisión (HMI) y de CAD, con controlador RHO4 y PLC interfase.

- Herramienta gráfica de simulación y programación de trayectorias ROBCAD con el software de pintado EM-PAINT en la estación UNIX.

- Interfaz de usuario (SCADA) para supervisión del proceso desarrollada a través del software RSVIEW32 de ALLEN-BRADLEY en un PC de supervisión con Windows 2000 y pantallas de edición en entorno Access 2000 para procesar datos.

- PLC interfase con Taller , de CPU : ControlLogix5555 . EL programa y la configuración del PLC están desarrollados a partir del software controlLogix 5000.

- Buses de campo INTERBUS (IBS) con fibra óptica .y una gama de entradas/salidas adaptada y simple de conectar (EN-LÍNEA) con software CMDTOOLS del fabricante PHOENIX CONTACT y BURKERT, los cuales permiten:

  - Disminuir el tiempo de cableado.
  - Beneficiarse de los diagnósticos asociados al bus de terreno.
  - Evitar al máximo problemas de CEM.

- Servomotores antideflagrantes (zona EX) ,con cables prefabricados de INDRAMAT y conectados en anillo de fibra óptica mediante la red SERCOS, con software para su parametraje de variadores y calibración de ejes DRIVETOP.

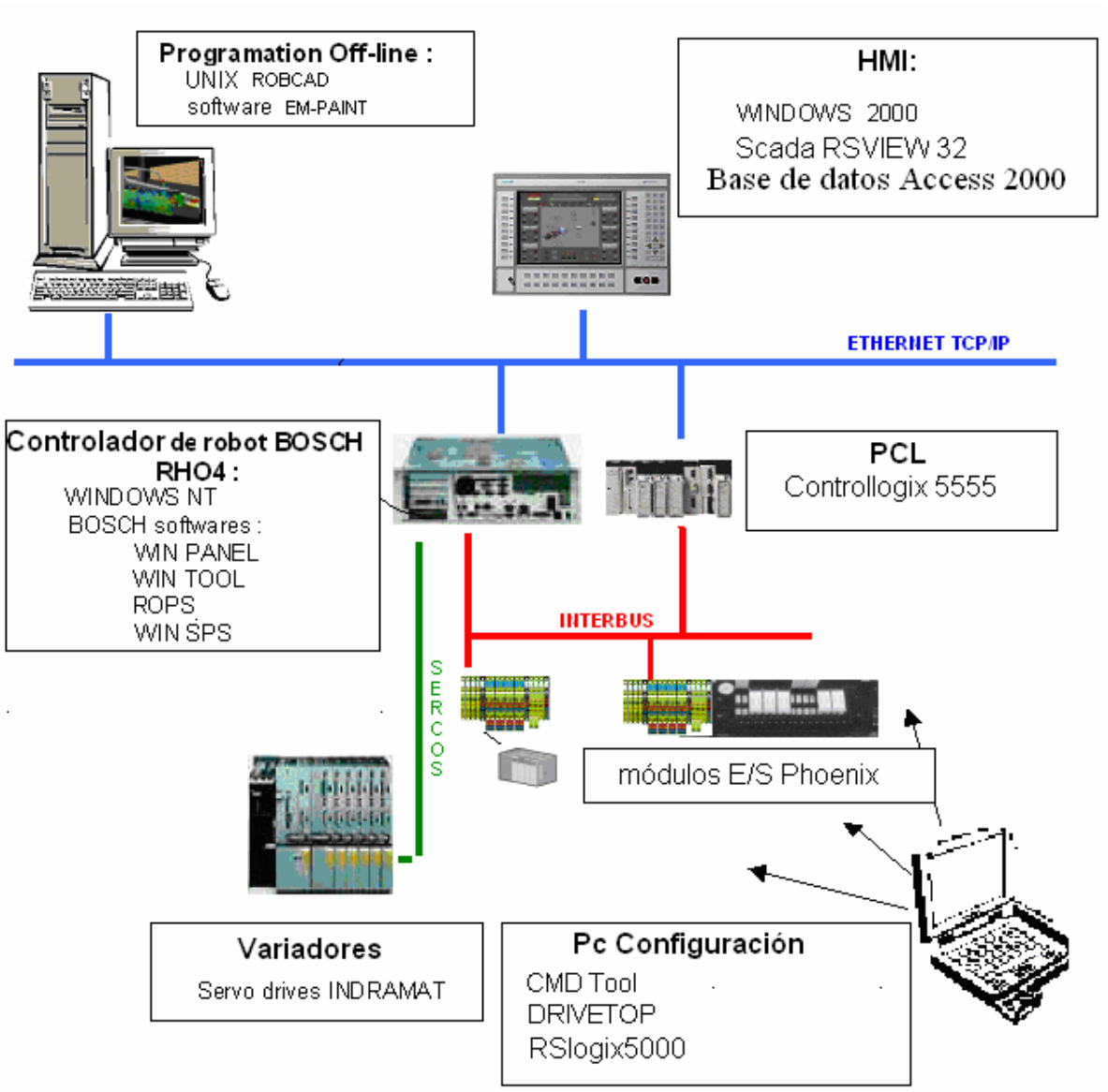


Fig. 37: Solución adoptada: Arquitectura de control descentralizada

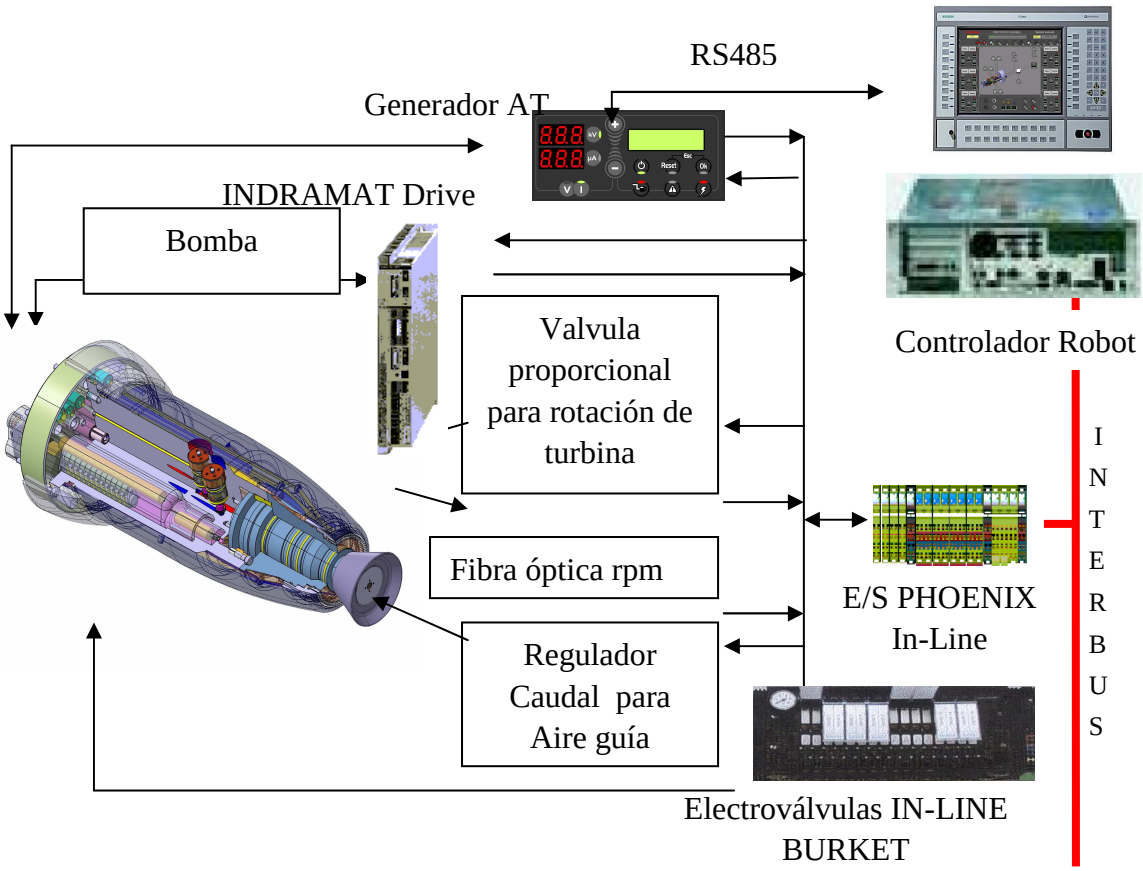


Fig. 38: Vista del conjunto de regulación y control del pulverizador electrostático

7. JUSTIFICACION ECONOMICA

Para determinar la viabilidad y rentabilidad económica de la automatización robotizada de un proceso, además de tener en cuenta lo avanzado de la tecnología a utilizar, se efectúa un análisis económico basado en los factores que la implantación de un robot trae consigo, para determinar de él un rendimiento económico, ya sea a corto o a largo plazo.

En el análisis económico es necesario tener en cuenta los datos básicos de coste, que se dividen en dos tipos:
- Costes de inversión.
- Costes de explotación.

Los costes de inversión: Se incluyen los costes de elementos de compra del sistema robotizado, los costes de ingeniería y costes varios asociados con la instalación (véase presupuesto).

- Coste de Materiales del sistema robotizado: En este coste se evalúan los precios de catálogo de todos los elementos estándar de material eléctrico y software que se necesitan adquirir para efectuar la aplicación. En nuestro proyecto consideramos el material mecánico un valor igual a los costes de materiales eléctrico en el caso de arquitectura descentralizada debido a ser de nueva implantación y para la arquitectura centralizada al ser una sustitución, consideramos un valor igual al 50% de los costes de materiales eléctricos.

- Costes de Ingeniería: Los costes derivados del estudio de planificación y diseño por el equipo de ingenieros de la compañía para instalar el sistema robotizado. En nuestro proyecto consideramos un valor igual al total de los costes de materiales en el caso de arquitectura descentralizada debido a ser de nueva implantación y para la arquitectura centralizada al ser una sustitución, consideramos un valor igual al 50% de los costes de materiales.

- Costes varios de Instalación: Esto incluye la mano de obra y los materiales necesarios para preparar la instalación. Consideramos un 10% de los costes de materiales tanto para arquitectura descentralizada como centralizada.

Los costes de explotación: Son los costes derivados de la utilización directa de la célula robotizada, incluyen los costes de mantenimiento y entrenamiento. Son los costes de piezas de repuesto y reparaciones, costes de supervisión, preparación y programación, considerando un 10% del precio de compra de materiales, para el mantenimiento anual en arquitectura descentralizada y un 25% en arquitectura centralizada debido a que el valor de los recambios del fabricante es un 2,5% más caro.

Para el estudio de los beneficios económicos requiere determinar el volumen de producción previsto lo cual viene condicionado por el índice de utilización efectiva y la cadencia de tacto, para determinar el ahorro de producto (véase anexo 1.3).

El método de análisis económico para determinar si la inversión va a ser rentable o no es el método de período de recuperación basa sus fundamentos en la cantidad de tiempo que debe utilizarse, para recuperar la inversión, sin tener en cuenta los intereses .Los ingresos de la compañía (ahorro de producto – costes explotación) deben igualarse a la inversión inicial del proyecto.

Presupuesto Arquitectura Descentralizada:

Coste de inversión total: 970.418 euros.
Coste de explotación: 46.210 euros.
Beneficio explotación: 873.600 euros.

-970418+(873600-46210)+0,17*(873600-46210) = 0

Se amortizará en 1 año y 2 meses aproximadamente.

Presupuesto Arquitectura Centralizada:

Coste de inversión total: 728.156 euros.
Coste de explotación: 86.685 euros.
Beneficio explotación: 873.600 euros.

-728156+(873600-86685)* 0,925 = 0
Se amortizará en 11 meses aproximadamente.

8. CONCLUSIONES

Las dos arquitecturas de control cumplen satisfactoriamente el proceso de pintado automático en continuo en los diferentes modelos y gama de colores, así como una garantía de uniformidad de capa para mejora de la estructura y por tanto de la calidad, trayectorias precisas y reducción de consumo de pintura frente al sistema existente de un 44 % aproximadamente.

Ambas arquitecturas presentan un período de recuperación de la inversión corto, asegurando la eficiencia requerida para la instalación sobre el tiempo productivo.

La elección de un sistema robotizado con arquitectura descentralizada y modular con la combinación de Ethernet e Interbus, por una parte la comunicación Interbus para la instalación en campo y por otra parte la comunicación Ethernet entre controladores, garantizan una alta modularidad, bajo coste de cableado, múltiple funcionalidad, y diagnóstico preciso, frente a una arquitectura centralizada con comunicación típicamente vía módulos E/S ,con software propietario y protocolos hardware que dificultan el uso de equipamientos de otros fabricantes y cuya posibilidad de diagnósticos y cálculos están limitadas, además de precisar tener conocimientos de lenguajes propios de programación de trayectorias.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y WEBS

Libros:

-Fundamentos de robótica.
Antonio Barrientos..., McGraw-Hill, Madrid (1997)
ISBN: 84-481-0815-9
-Robótica Industrial.
G. Ferraté..., Marcombo, Barcelona (1986)
ISBN: 84-267-0609-6
-Curso de robótica.
J.Mª. Angulo Usategui..., Paraninfo, Bilbao (1985)
ISBN: 84-283-1315-6
-Robótica práctica. Tecnología y Aplicaciones.
J.Mª. Angulo Usategui..., Paraninfo, Madrid (1996)
ISBN: 84-283-2239-2

Catálogos:

- Catálogo Automationwork 05/06 de Phoenix Contact.
- Catálogo Paintools de Fanuc Robotics.
- Catálogo Vizdür S.A y Eisenmann,S.A (Ingenierías de dedicadas a Instalaciones para tratamiento y pintura de superficies).
- Catálogo Rockwell Automation.

Webs:

http://www.bosch.de/
http://www.phoenixcontact.com/
http://www.interbus.com
http://www.fanucrobotics.es
http://www.rockwellautomation.com
http://www.pomtava.com
http://www.keyence.com
http://www.trelectronic.com
http://www.burkert.com
http://www.boschrexroth.com
http://www.eisenmann.com
http://www.durr.com
http://www.tecnomatix.com

Sesiones Master Pair:

Postgrado en Automatización Industrial: PLC´s y Comunicaciones (2004-2005): sesiones nº 1,2,3,5,6,22,23,24,25 y 30.

Postgrado en Tecnologías de Control industrial y Scada (2004-2005): sesiones nº 23 al 30.

Postgrado de Proyectos de Automatización Industrial (2005-2006): sesiones nº 2,6,7,8,9,10,11,13,24 y 25.

Postgrado en Automatización Industrial: Sensores y accionamientos (2005-2006): sesiones nº 23,24 y 25.

SELECCIÓN DE UNA NUEVA ARQUITECTURA DE CONTROL Y SUPERVISION DE UNA CELULA ROBOTIZADA DE PINTADO DE CARROCERIAS

PROYECTO FINAL DE MASTER PAIR

ANEXOS

ANEXO 1: CALCULOS CONSUMO PINTURA

1.1 Datos Técnicos producción

Las dos arquitecturas de control para el pintado por pulverización electrostática presentadas, son adecuadas para trabajar en las condiciones ya definidas para la cabina de pintura existente de nuestro cliente, a la velocidad de transporte indicada, de 3, 5 m/min, siendo preciso simultanear con la producción las intervenciones de limpieza y mantenimiento dada la necesidad de asegurar su funcionamiento en continuo durante dos turnos.

Los datos de producción a considerar son los siguientes:

- Presencia: 960 min/día.
- Pausas y Limpieza técnica: 80 min/día.
- Tiempo productivo: 880 min/día. 224 días al año.
- Eficiencia min. Instalación: 92,3%.
- Tiempo efectivo: 812 min/día.
- Capacidad producción: 400 pasos/día en dos turnos.
- Tiempo ciclo (tacto): 812/400= 2,03 min/carr.(Min.2’.018’’).
- Cadencia de turno: aprox. 30 carrocerías/hora.
- Longitud de carrocerías: Entre 3375 mm y 4205 mm.
- Altura carrocerías: Entre 1200 mm y 1215,5 mm.
- Ancho carrocerías: Entre 1640 mm y 1662 mm.
- Altura carrocería sobre skid: Bajos 408 mm/ Techo 1613-1623,5mm.
- Longitud skid: 4400 mm.
- Paso medio: 7100 mm.
- Número de modelos: 10 modelos.
- Número de colores: 16 colores (metalizados y no metalizados).
- Velocidad de transporte: 3,5 mts./min.
- Espesor medio de aplicación: entre 18 y 22 micras sobre un mínimo de 80 puntos homogéneos en toda la superficie y una dispersión no superior a 4 micras entre el punto mas bajo y el más alto.

1.2 Cálculo de consumo de pintura

Siendo la velocidad del transportador de 3,5 m/min (58,5 mm/seg.) realizamos el cálculo del caudal medio de pintura utilizado para un modelo con una superficie pintada de 13,5 m2.

1.2.1 Máquinas Originales

Dispone de 11 pulverizadores electrostáticos fijos, 8 en los laterales en cuatro niveles que lo identificamos por Z 1.1, Z2.1, Z1.2, Z2.2, Z1.3, Z2.3, Z1.4, Z2.4, y 3 en el techo, como Z3.1, Z3.2, Z3.4

- Nivel 1:

Z1.1 / Z2.1 = 120 ml /minuto = 2 ml/segundo.
Cota de inicio: 40 cm.
Cota final: 285 cm.

Longitud de trabajo= 2450 mm.
Tiempo de aplicación: 2450 mm / 58,5 mm/seg. = 42 seg.
Consumo pintura: 2 ml/s * 42 s = 84 ml.
Total: 84 ml * 2 pulverizadores = 168 ml.

- Nivel 2:

Z1.2 / Z2.2 = 130 ml /minuto = 2,2 ml/segundo.
Cota de inicio: 40 cm.
Cota final: 340 cm.

Longitud de trabajo= 3000 mm.
Tiempo de aplicación: 3000 mm / 58,5 mm/seg. = 51,3 seg.
Consumo pintura: 2,2 ml/s * 51,3s = 113 ml.
Total: 113 ml * 2 pulverizadores = 226 ml.

- Nivel 3:

Z1.3 / Z2.3 = 130 ml /minuto = 2,2 ml/segundo.
Cota de inicio: 5 cm.
Cota final: 345 cm.

Longitud de trabajo= 3400 mm.
Tiempo de aplicación: 3400 mm / 58,5 mm/seg. = 58 seg.
Consumo pintura: 2,2 ml/s * 58 s = 128 ml.
Total: 128 ml * 2 pulverizadores = 256 ml.

- Nivel 4:

Z1.4/ Z2.4 = 130 ml /minuto = 2,2 ml/segundo.
Cota de inicio: 45 cm.
Cota final: 350 cm.

Longitud de trabajo= 3050 mm.
Tiempo de aplicación: 3050 mm / 58,5 mm/seg. = 52,1 seg.
Consumo pintura: 2,2 ml/s * 52,1 s = 115 ml.
Total: 115 ml * 2 pulverizadores = 230 ml.

TOTAL LATERALES = 168 ml +226 ml + 256 ml +230 ml (8 pulverizadores) = 880 ml.

- Nivel techo:

Z3.1 / Z3.4 = 160 ml /minuto = 2,7 ml/segundo.
Z3.2 = 140 ml /minuto = 2,3 ml/segundo.
Cota de inicio: -25 cm.
Cota final: 440 cm.

Longitud de trabajo= 4650 mm.
Tiempo de aplicación: 4650 mm / 58,5 mm/seg. = 79,5 seg.
Consumo pintura: 2,7 ml/s * 79,5 s =215 ml *2 = 430 ml.
2,3 ml/s * 79,5 s =183 ml.

TOTAL TECHO: 430 + 183 ml (3 pulverizadores) = 613 ml.

Consumo total por carrocería = 880 + 613 = 1.493 ml.

1.2.2 Máquinas nuevas

Dispone de 4 pulverizadores uno por robot y la silueta se ha realizado mediante programación en modo triangulo en techo y en modo rectangular en capo, portón y puertas laterales, el resto (zona aletas y montantes) se ha programado en trayectorias lineales.

Los robots que pintan el techo, capó y portón han utilizado diferentes presets a lo largo del recorrido del transportador siendo el caudal medio de pintura de 180 ml/ min (3ml/seg.) con una longitud total de 11500 mm a una velocidad media de recorrido de 175 mm/sec.

Longitud de trabajo= 11500 mm * 2 robots = 23000 mm.
Tiempo de aplicación: 23000 mm / 175 mm/seg. = 131,5 seg.
Consumo pintura: 3 ml/s * 131,5 s =394,5 ml.

Los robots que pintan las puertas laterales, aletas y montantes han utilizado diferentes presets a lo largo del recorrido del transportador siendo el caudal medio de pintura de 180 ml/ min (3ml/seg.) con una longitud total de 13125 mm a una velocidad media de recorrido de 175 mm/sec.

Longitud de trabajo= 13125 mm * 2 robots = 26250 mm.
Tiempo de aplicación: 26250 mm / 175 mm/seg. = 150 seg.
Consumo pintura: 3 ml/s * 150 s = 450 ml.

Consumo total por carrocería = 394,5 + 450 = 844,5 ml.

1.3 Ahorro anual :

El volumen previsto de producción anual es de :
224 dias * 400 carrocerias/día = 89.600 uds.

Consumo ahorro producto por carrocería : 1.493ml -844,5 ml = 648,5 ml.

Precio pintura: 15 euros/litro.

Consumo total producto anual: 89600 * 0,65 litros = 58.240 litros.

Ahorro total producto anual: 58.240 * 15 = **873.600 euros.**

Con los nuevos sistemas de pintado tenemos un ahorro del 44 % pintura
844,5ml / 1493 ml= 0,56.

ANEXO 2: REGLAMENTACION Y NORMAS SEGURIDAD

El diseño de la instalación estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes textos reglamentarios que sirven de referencia:

- Reglamento Electrotécnico de Baja tensión e Instrucciones complementarias.
- Normas UNE y DIN.
- Normativa ISO.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan Nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Prescripciones sobre la prevención de accidentes.
- Ley sobre medios técnicos de trabajo.
- Directiva europea máquina 98/37 CEE.

EN 60204-1:
Equipo eléctrico de las máquinas – Parte 1: prescripciones generales.

EN 50081-2:
Compatibilidad electromagnética – Norma genérica emisión – Parte 2: entorno industrial.

EN 50082-2:
Compatibilidad electromagnética – Norma genérica inmunidad – Parte 2: entorno industrial.

EN 61310/1-2:
Señalización visual y acústica.

EN 292-1:
Seguridad de las máquinas – Nociones fundamentales, principios generales de concepción – Parte 1: terminología de base, metodología.

EN 292-2:
Seguridad de las máquinas - Nociones fundamentales, principios generales de concepción – Parte 2: principios técnicos y especificaciones.

EN 294:
Seguridad de las máquinas – distancias de seguridad para evitar que los miembros superiores puedan alcanzar las zonas peligrosas.

EN 349:
Seguridad de las máquinas – Espacios mínimos para evitar los riesgos de aplastamiento de las partes del cuerpo humano.

EN 418:
Seguridad de las máquinas – Protecciones. Parada de Emergencia.

EN 811:
Seguridad de las máquinas – Distancia seguridad piernas.

EN 775:
Máquinas manipuladores industriales – Seguridad sobre errores humanos.

EN 954-1:
Seguridad de las máquinas – Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad – Parte 1: principios generales de concepción.

EN 999:
Seguridad de las máquinas – Posicionado de los equipos de protección en función de la velocidad de acercamiento de las partes del cuerpo

EN 1050:
Seguridad de las máquinas – Principios para la apreciación del riesgo.

EN 1088:
Seguridad de las máquinas – Protecciones. Dispositivos de bloqueo.

ANEXO 3: DATOS Y CARACTERISTICAS TECNICAS

3.1 Características técnicas de robots

3.1.1 Robot Fanuc P-155

Los ejes son:

Eje 1: Rotación de la cintura del robot alrededor de un eje vertical.

Eje 2: Rotación del brazo interno alrededor de un eje horizontal.

Eje 3: Rotación del brazo externo alrededor de un eje horizontal.

Eje 4: Rotación del ensamblaje de muñeca alrededor de un eje longitudinal.

Eje 5: Rotación de la muñeca inferior alrededor de un plano en 50º al eje-4.

Eje 6: Rotación de la brida de salida de la muñeca alrededor de un plano en 50º al eje-5.

Características

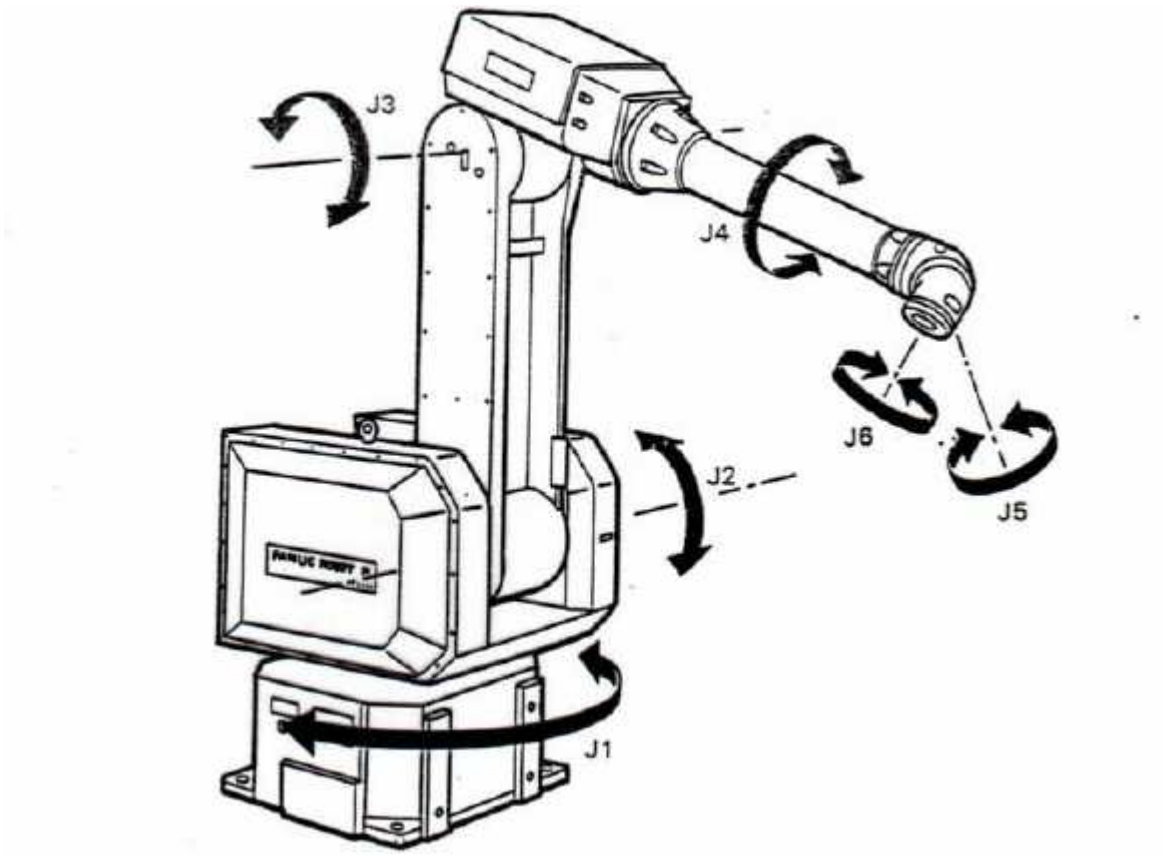
- Seis ejes de movimiento.
- Gran área de trabajo y carga posibilitando su instalación en una gran variedad de aplicaciones de pintura.
- Los sistemas patentados de purga están garantizados para cualquier tipo de ambientes incluyendo Clase I y II, División I y Grupos C, D,E, F y G.
- El diseño de los elementos de mecanismo integrados con lubricación sellado reduce el número de componentes y reduce la frecuencia de mantenimiento.

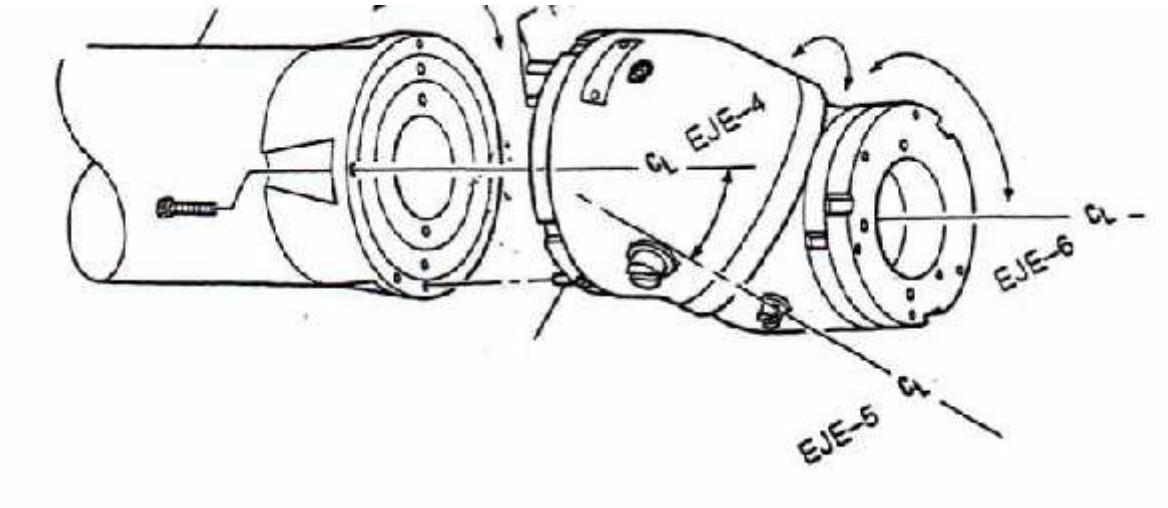
Beneficios

El software de control de movimiento avanzado proporciona una velocidad constante de la pistola, mejorando la uniformidad y calidad del acabado de pintura.

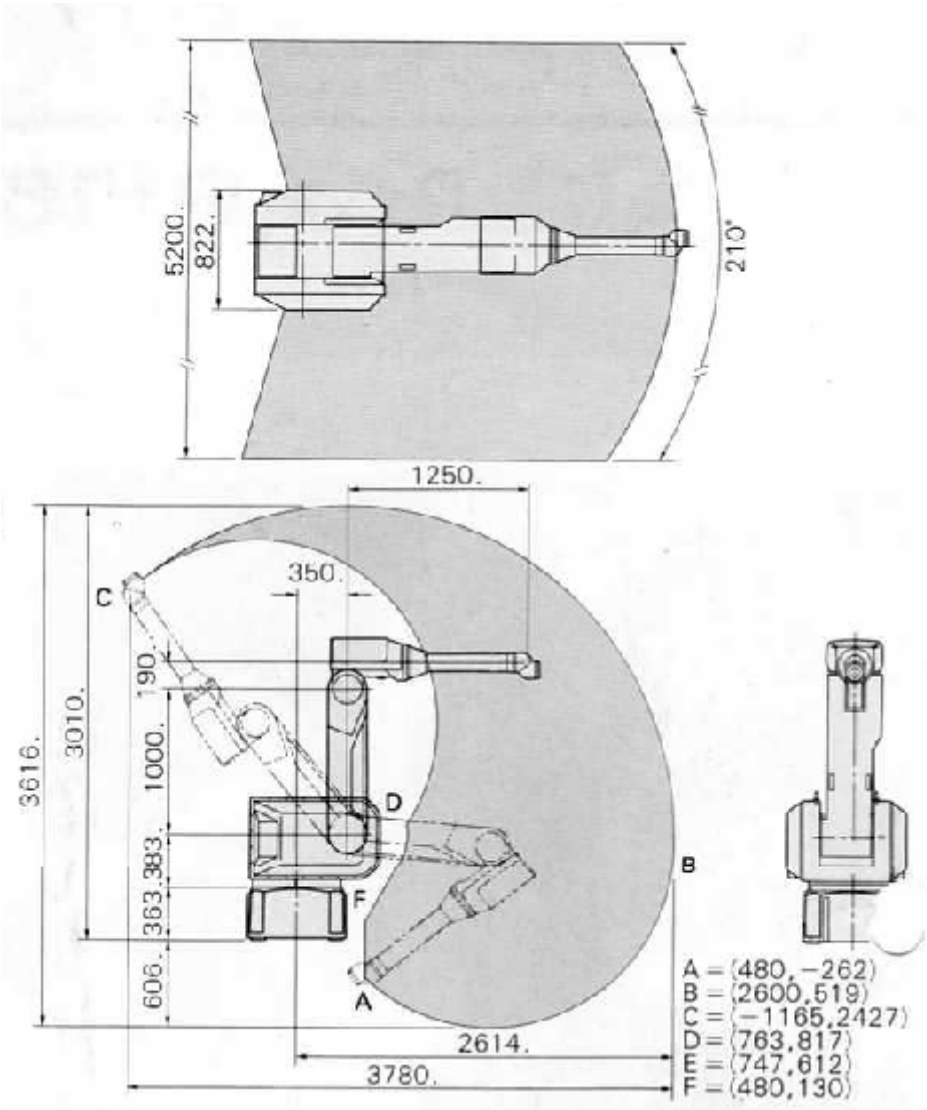
Alta aceleración reduce el tiempo de reposicionamiento del robot, incrementando el tiempo de ciclo y productividad del proceso.

El diseño de la muñeca tipo“Hollow” (hueca interior) y a lo largo del brazo, permite una instalación limpia de cableado y tubos.


J3
J4
J6
J2
J5
J1


EJE-4
CL
CL
EJE-6
CL
EJE-5

Volumen de trabajo P-155



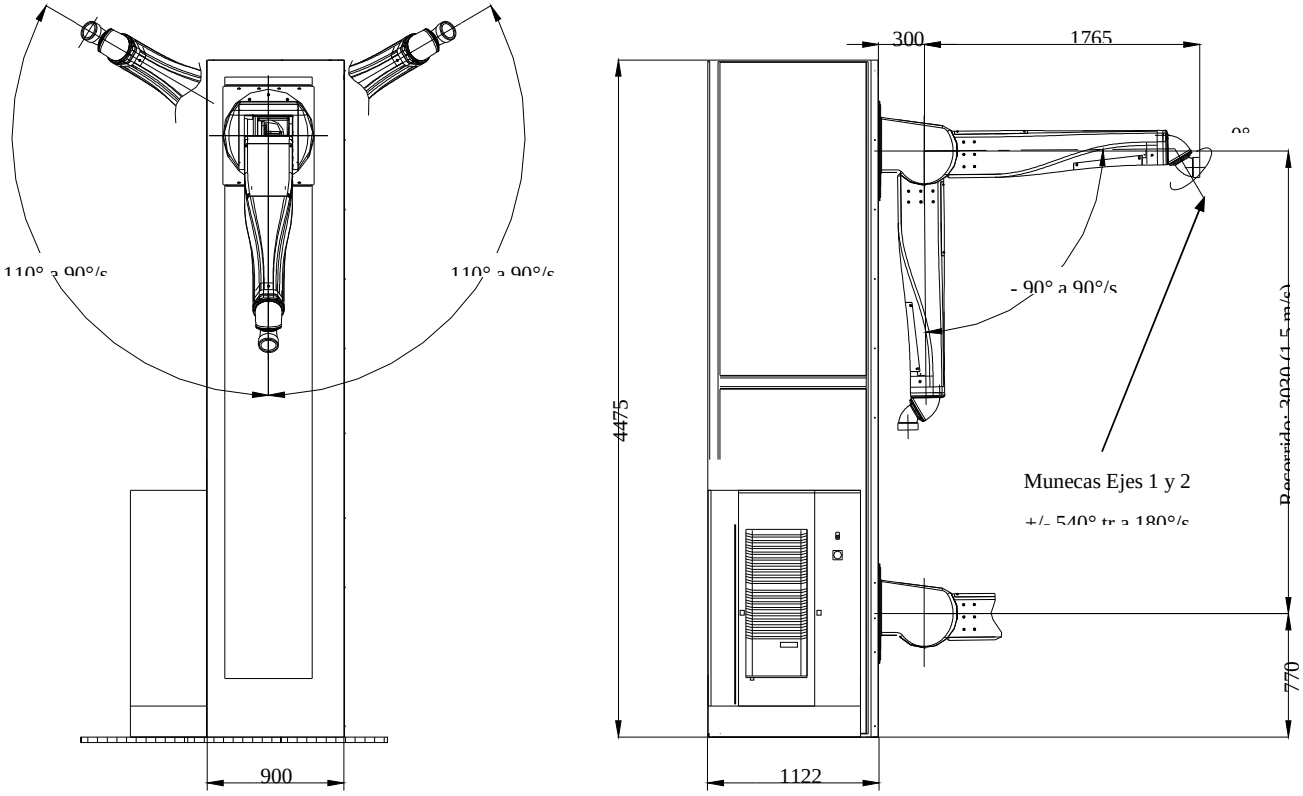
P-155 Especificaciones

Items			
Ejes	6	Rango	Velocidad
Rango y Velocidad Movimiento	Eje 1	195°	103°/seg
	Eje 2	140°	140°/seg
	Eje 3	120°	125°/seg
	Eje 4	540°	395°/seg
	Eje 5	540°	545°/seg
	Eje 6	540°	666°/seg
Repetibilidad		±0,5mm (±0,019")	
Máxima Carga		7,5kg 300mm offset	
Máximo Alcance		2542 mm	
Frenos mecánicos		J2, J3	
Peso mecánico		500kg	
Velocidad punta herramienta		1500 mm/seg	
Método montaje		Suelo	
Consumo energía		aire	< 1 scfm
		eléctrico	< 1 kw (media)

3.1.2 Caractecterísticas técnicas estándares Variorobots

Dimensiones

• Altura	4475 mm
• Anchura	905 mm
• Profundidad	1122 mm



Peso

• Peso del VARIOROBOT	1600 kg
• Peso dinámico máximo	2470 kg

• Peso máximo portado en extremo de brazo [i]	8 kg
Alimentación eléctrica	
• Potencia útil	10 kVA
• Tensión	400 V
• Frecuencia	50 Hz
• Consumo	
Función «altura»	
• Recorrido	3030 mm
• Velocidad	1,5 m/s
• Aceleración	3 m/s^2
Función «rotación torreta»	
• Recorrido	+/- 110 grados
• Velocidad	(90°/s) $\Pi/2$ rad/s
• Aceleración	(180°/s²) 2 Π rad/s²
Función «inclinación brazo»	
• Recorrido	90 grados
• Velocidad	(90°/s) $\Pi/2$ rad/s
• Aceleración	(180°/s²) 2 Π rad/s^2
Función «Muneca Eje 1 Codo»	
• Recorrido	+/- 540 grados
• Velocidad	(180°/s) Π rad/s
• Aceleración	(360°/s²) 4 Π rad/s²
Función «Muneca Eje 2»	
• Recorrido	(18°) +/- 540 grados
• Velocidad	(36°) Π rad/s
• Aceleración	(360°/s²) 4 Π rad/s²

El robot de pintura **VARIOROBOT** se descompone en tres subconjuntos (fig.21):

- El subconjunto CHASIS.
- El subconjunto CARRO ALTURA.
- El subconjunto BRAZO.

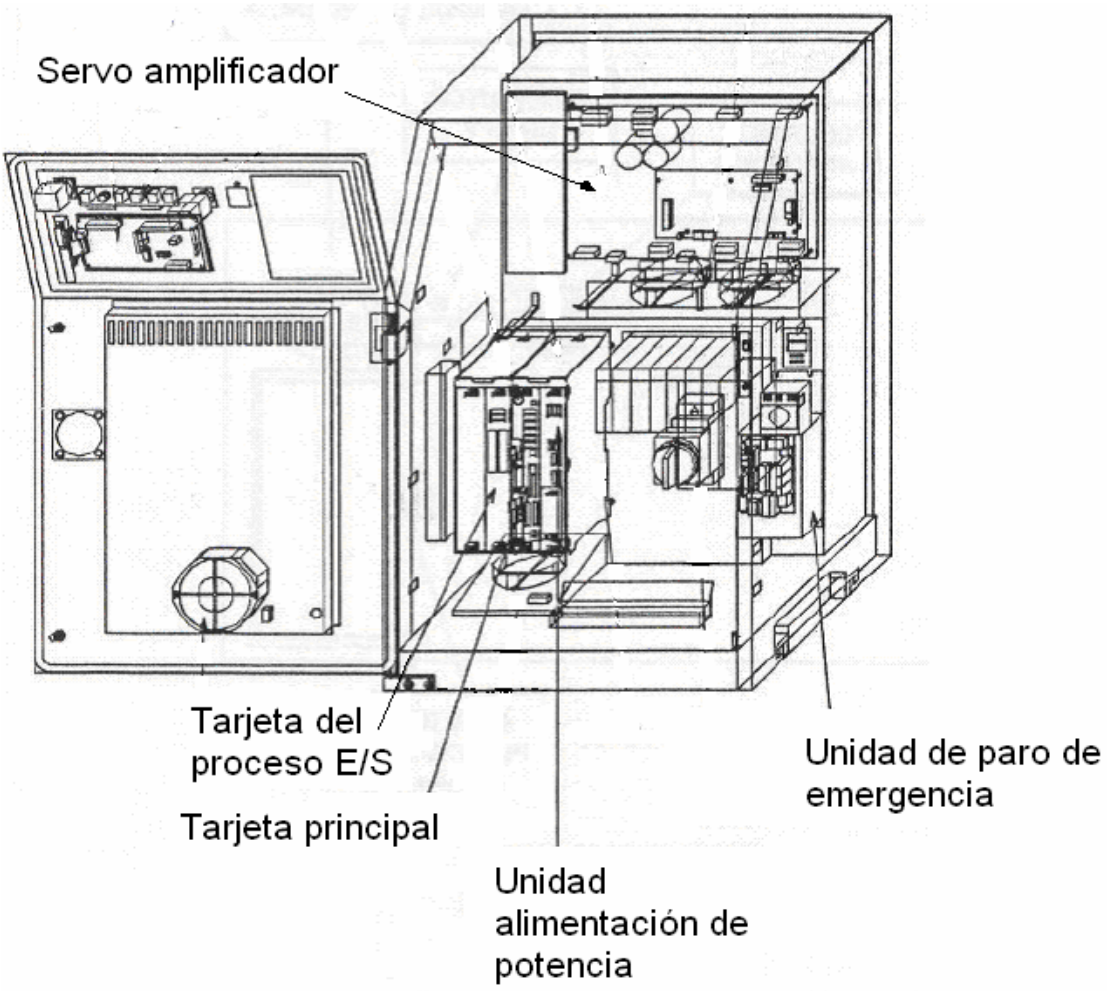
El pulverizador de pintura se encuentra montado en el extremo del BRAZO mediante un sistema de Muñecas que permite dos rotaciones y la obtención de trayectorias precisas.

El BRAZO, fijado al CARRO DE ALTURA, puede efectuar dos movimientos gracias a las dos funciones de «rotación» (rotación de torreta e inclinación de brazo) del CARRO DE ALTURA.

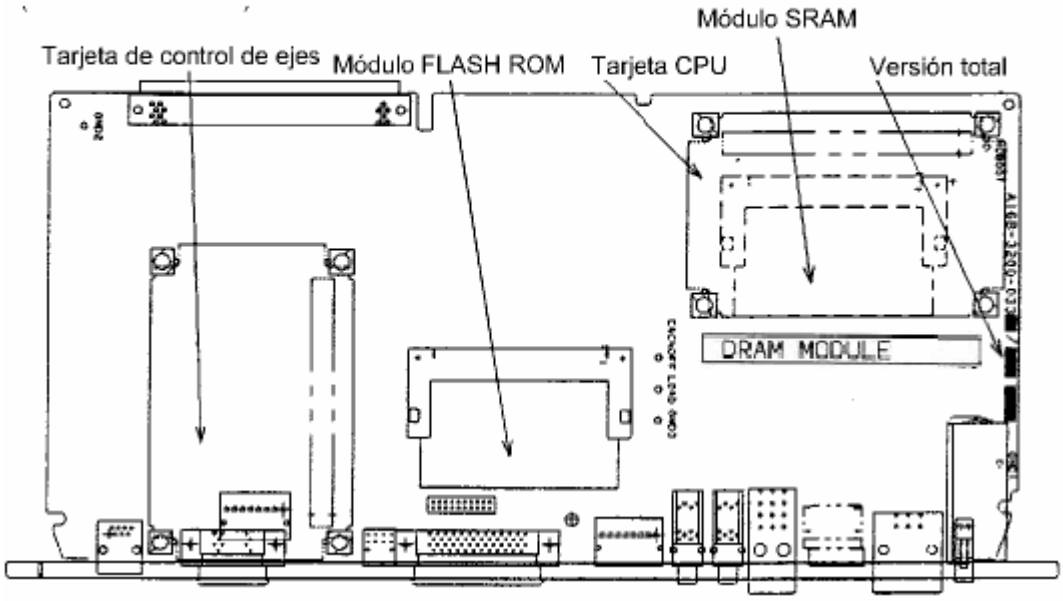
El CARRO DE ALTURA, montado en el CHASIS, permite el desplazamiento del BRAZO en altura.

3.2 Características técnicas de controlador

3.2.1 System R-J de Fanuc



DESCRIPCION CPU



Módulo FROM - La **FLASH ROM** Soporta el Sistema Operativo de Aplicación. El sistema Operativo está diseñado especialmente para la aplicación para la cual va ser utilizado en un determinado modelo de robot. Es una memoria ROM (Read Only Memory = Memoria de solo lectura), tipo Flash diseñada por INTEL especialmente para Fanuc.
No necesita soporte de batería, su contenido se mantiene por sí solo debido a la propia estructura de hardware de los componentes que la forman. Capacidades: 2MB, 4MB, 6MB, 8MB, 16MB.

Su contenido es cargado en la SRAM mediante el proceso "carga del sistema operativo del robot" a través de un INIT START. Este proceso ya viene realizado de fábrica. Siempre debe estar presente pinchada en la CPU.

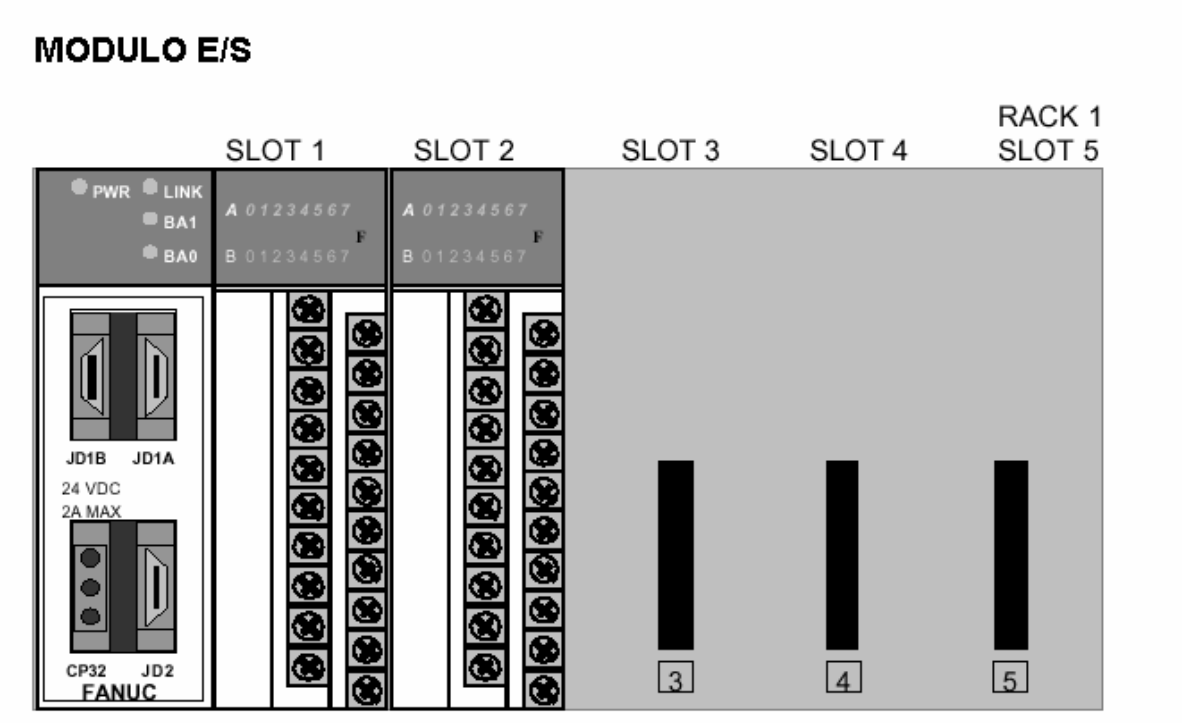
Módulo SRAM - La **STATIC RA**M, como su nombre indica es una memoria es una RAM (Random Acces Memory = Memoria de acceso aleatorio). Es una memoria volátil, es decir, que su contenido precisa de soporte eléctrico para mantener su información, se denomina estática porque es de acceso lento. Está soportada por:
Con tensión en el controlador: Red - Disyuntor - Trafo - PSU - ON - Backplane - CPU - SRAM
Sin tensión en el controlador: Batería de litio verde - CPU - SRAM
Sin batería verde: del condensador verde ubicado en la CPU con un tiempo de descarga de 30 min. aproximadamente.
Automáticamente, al generar la aplicación la información (programas, IO,...) se van grabando en esta memoria.

Esta memoria contiene:
1-Parte del sistema operativo, que viene cargado ya de fábrica desde la FROM.
2-La aplicación programada:
Configuración de entadas y salidas.
Registros.
Registros de posición.
Variables del sistema. (incluye valores TCP y Uframes)
Macros.
Masterización del Robot.
Parámetros de servo según modelo.
TCP y marcos de usuario.
TP: Programas TP en “Binario”.
(Puede haber más según opciones cargadas de software).
En similitud con un PC convencional vendría a ser el disco duro, a diferencia que la SRAM está continuamente soportada eléctricamente.
Capacidades: 0,5MB, 1MB, 2MB.

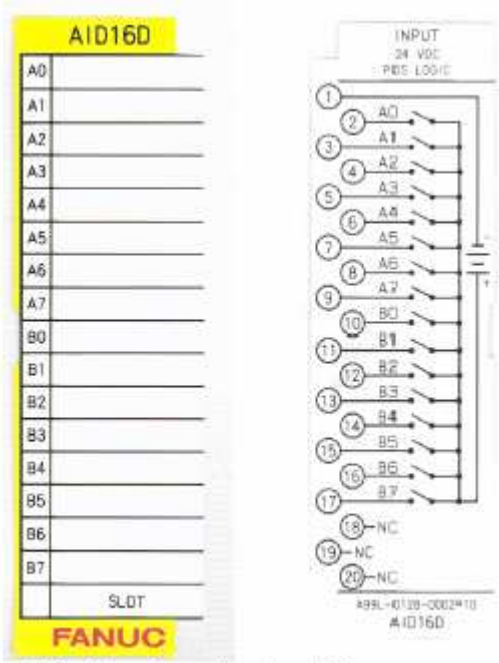
CPU CARD - Esta tarjeta incluye un **Procesador principal** para gestión del 90% del trabajo y un **Coprocesador** para gestión solo de trayectorias y movimiento.
En similitud con un PC convencional vendría a ser el procesador.
La memoria de arranque del sistema, **BMON = BOOT MONITOR = BIOS** en un PC convencional, está ubicada la misma CPU Card.

Módulo DRAM - La **DRA**M, como su nombre indica es una memoria es una RAM (Random Acces Memory = Memoria de acceso aleatorio). Se trata de la memoria de trabajo usada mientras se programa.
Es una memoria volátil, es decir, que su contenido precisa de soporte eléctrico para mantener su información, se denomina dinámica ya que es de acceso rápido.
Con tensión en el controlador: Red - Disyuntor - Trafo - PSU - ON - Backplane - CPU - DRAM
Sin tensión en el controlador: Memoria borrada.
Capacidades: 3MB, 4MB, 8MB.
En similitud con un PC convencional vendría a ser la RAM de trabajo.

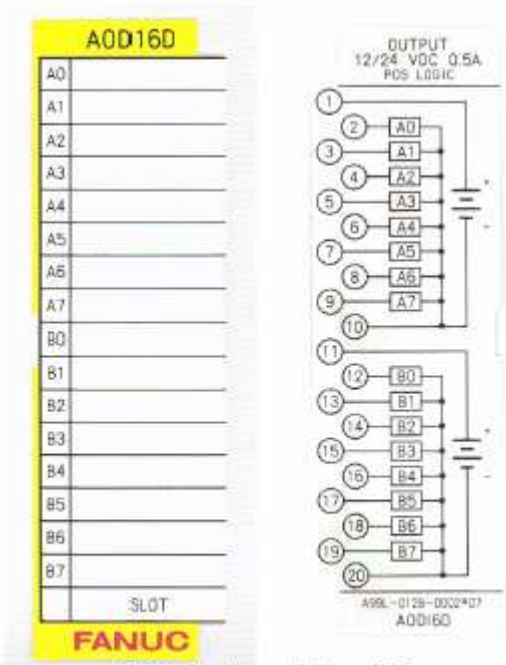
AXIS CONTROL CARD - La TARJETA DE CONTROL DE EJES, se encarga de transmitir dados bidireccionalmente entre la CPU y el Servo amplificador. A través de ella salen las consignas de movimiento que han de ser amplificadas y variadas en el servo. La transmisión se realiza a través de cable de fibra óptica. El control R-J permite con la misma CPU controlar hasta 9 ejes, 6 propios de un robot de 6 ejes y 3 ejes adicionales externos. Solo habría que cambiar de Axis control Board y adjuntar el software y hardware adecuado.



DIGITALES : DI[N] Y DO[N]



Módulo de entradas DI

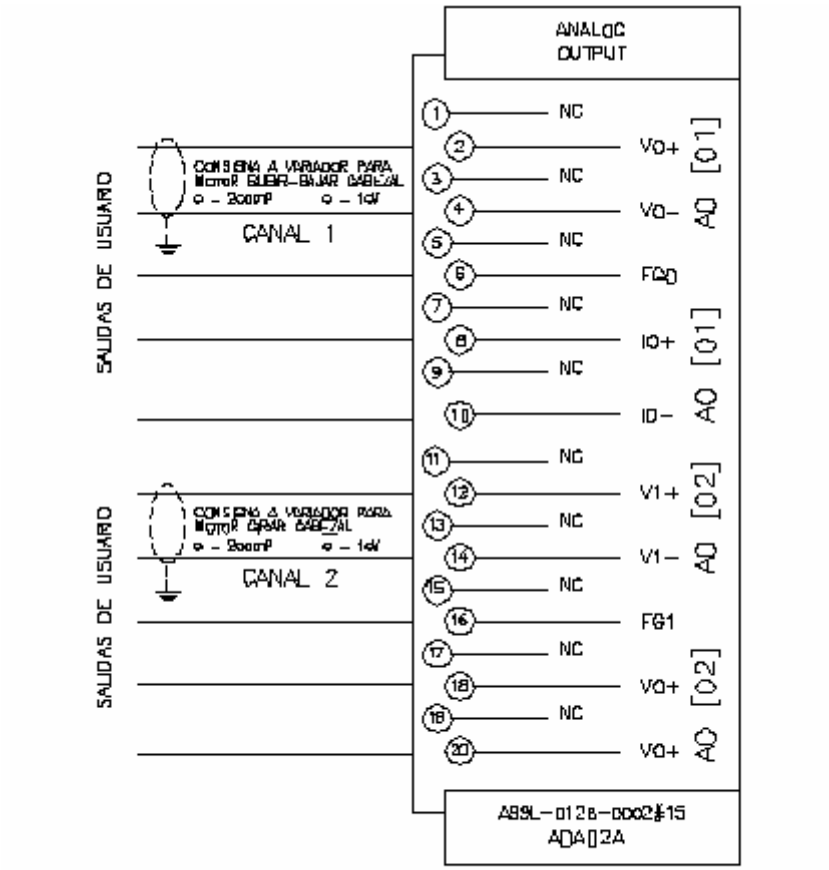


Módulo de salidas DO

GRUPOS : GI[N] Y GO[N]

Las entradas / salidas de grupo permiten acceder a los datos de varias señales de entradas o salidas digitales a la vez. Las instrucciones de entradas / salidas de grupo permiten por tanto controlar estas señales bajo forma de número binario codificado en decimal. Para su utilización pueden activarse cualquier número de señales continuas hasta 16 bits.

ANALÓGICAS: AI[N] Y AO[N]



Ejemplo de conexión de salidas analógicas

Lee y escribe el valor digital convertido a partir del valor analógico de la tensión de E/S

Item	Specifications
Number of input channel	4 channel/module
Analog input	-10VDC to+10VDC(input resistance 4.7MΩ) -20mADC to+20mADC(input resistance 250Ω) Selectable
Digital output	12 bit binary (complementary representation of "2".)
Input/output correspondence	

Analog input	Digital output
+10V	+2000
+5V or + 20mA	+1000
0V or 0mA	0
-5V or -20mA	-1000
-10V	-2000

Módulo de 4 canales x AI

Item	Specification
Number of output channels	2 channels/module
Digital input	12-bit binary (2's complement representation)
Analog output	-10VDC to +10VDC(external load resistance: 10KΩ or more) (Note 1) 0mADC to +20mADC(external load resistance: 400Ω or less)
Input/output correspondence	

Digital input	Analog output
+2000	+10V
+1000	+5V or +20mA
0	0V or 0mA
-1000	-5V
-2000	-10V

Módulo de 2 canales x AO

ROBOT : RI[N] Y RO[N]

Las entradas y salidas robot, son señales de entradas / salidas digitales precableadas entre el controlador y el conector EE (End Efector = Elemento Terminal = Pinza = Antorcha = Garra). situado en el robot.
No puede ser redefinidas y son fija .El formato estándar es de 8 entradas y 8 salidas.

UOP: UI[N] Y UO[N] (PANEL OPERADOR DE USUARIO)

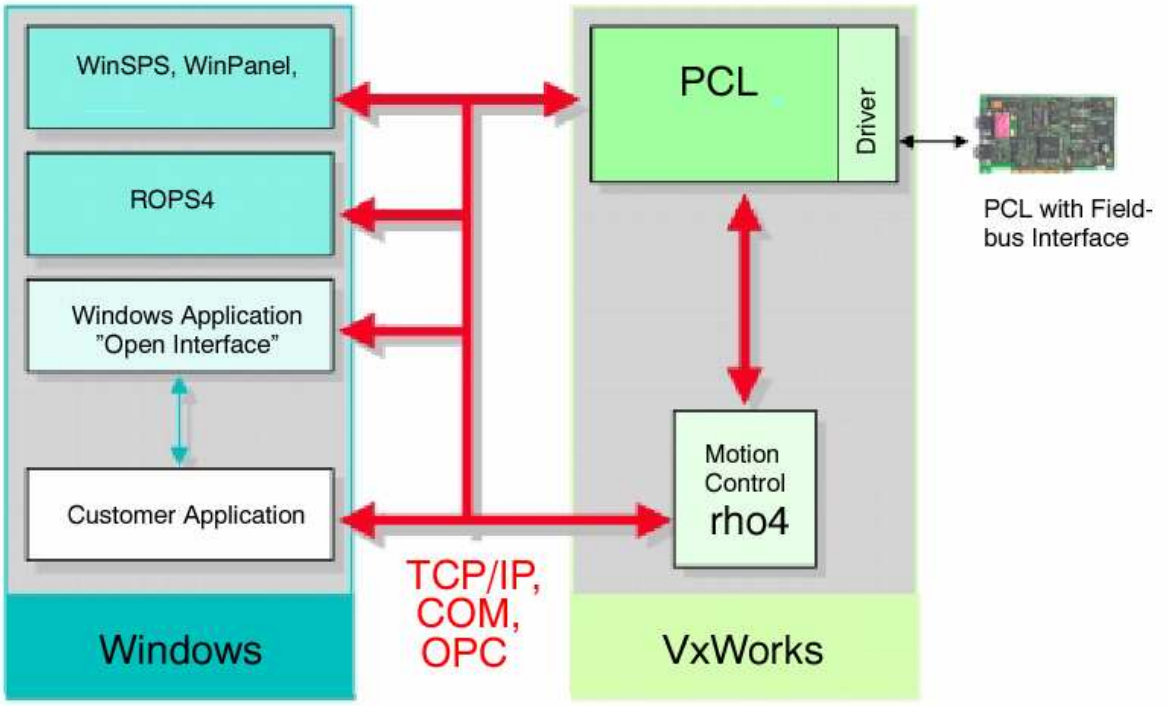
Estas señales permiten comandar el robot a distancia por medio de un panel de operador (UOP) o PLC. Las funciones de las salidas UOP (UI[n] UO[n]) están predefinidas y pueden ser cableadas sobre cartas modulares digitales .

18 entradas y 20/24 salidas (4 opcionales) pueden ser conectadas (mínimo 8 entradas o salidas). Ejemplos de UI y UO:
UI [1:*IMSTP]=ON, no se recibe ninguna emergencia externa por software.
UI [2:*HOLD]=ON, no se recibe ningún paro de programa externo.
UI [3:*SFSPD]=ON, no se recibe ningún paro de programa asociado a un arranque con velocidad predefinida en una variable.
UI [8:*ENABLE]=ON, se permite la habilitación de movimientos al robot.
UO [2:SYS READY]=ON, el robot no tiene ningún fallo.
UI [6:START] un pulsador de “marcha“ asociado a esta entrada generará un pulso que tendrá su efecto ,con el flanco descendente ,el arranque del robot.

SOP : SI[N] Y SO[N] (PANEL OPERADOR STANDAR). Ejemplos:

SO [3] **FAULT** La señal de FAULT (fallo) es ON cuando salte una alarma en el sistema.
SI [6] **START** Activada en estado de activación del panel .La señal de START arranca el programa seleccionado actualmente mediante la consola de programación desde la línea en la cual está posicionas o el cursor o vuelve a arrancar un programa que se para temporalmente. Esta señal funciona en su flanco de bajada (cuando se apaga después de que se encienda).
SI [1] **FAULT_RESET** La señal de liberación (reajuste de fallo) de alarma libera el estado de alarma.

3.2.2 RHO4 de Bosch



El PCL está instalado en un slot PCI bus de un estándar personal computer (PC). Características del sistema:

Configuración mínima

- 266 MHz Pentium processor (optional Pentium III 400 MHz).
- 64 MB RAM, upgradable to 128 MB.
- 1 ISA and 2 PCI slots (or 3 PCI slots).
- VGA and Ethernet built-in.
- Harddisk > 1GB (currently: 6 GB).
- CD-ROM drive.
- 3.5" floppy disk .
- 2 unused COM ports .
- PCI-rho (CAN/SERCOS) real time card for the PCI Bus, offering the following functionality:
  2 CAN busses
  2 serial ports

- PHG2000 interface.

- Safety features (Watchdog, Ready ...).
  2 additional serial interfaces (optional).
  Incremental measuring system (optional).
  SERCOS Interface (optional).
- Power supply with USP for safe shutdown .
- Industrial 19" chassis.
- Windows 95 or Windows NT.
- VxWorks.

Funciones básicas

- 24 axes.
- 16 kinematics systems.
- Functionality of Software PLC.
- Networking over Ethernet using the TCP/IP protocol.
- Extended language set BAPS 3.0
- Library functions for OEM-specific applications:
  Movements.
  Kinematic and process/program information.
  Information about system states, status messages and warnings.
  Input/output signals.
  File management.
  Machine parameters.
  Archiving on harddisk .
- Read/write over TCP/IP channels in BAPS.
- File system with attributes.

- PCL Profibus card PCI_BM-DP.

- PCL-InterBus-S card PCI_BM-IBS.

- PCL-CANopen card PCI_BM-CAN.

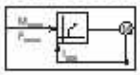
  - Conveyer input via incremental input or CANopen Encoder.
  - Serial interfaces 3 and 4 of the PCI_RHO_xxx.
  - Access to BAPS user variables via DLL by rho4 library functions.
  - Workspace monitoring for cartesian kinematics.

3.3 Características técnicas de variadores ECODRIVE con interfase SERCOS

ECODRIVE with SERCOS interfase

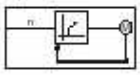
Technology functions

Torque or force control



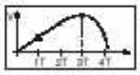
Digital setpoint input via the control

Speed control



Digital setpoint input via the control

Cyclical position control internal to drive,



setpoint input from the control

Positioning block mode internal to drive,

with up to 64 blocks: positioning block selection and start/stop command from the control via field bus interface

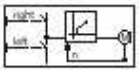
Positioning built into the drive

with position setpoint and speed input via the control (interpolation built into the drive). Mode can be set by parameters: relative or absolute

Electronic cam disc

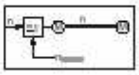
with real master axis or internal virtual master axis generator

Jogging



Input from control to digital inputs

Speed synchronization



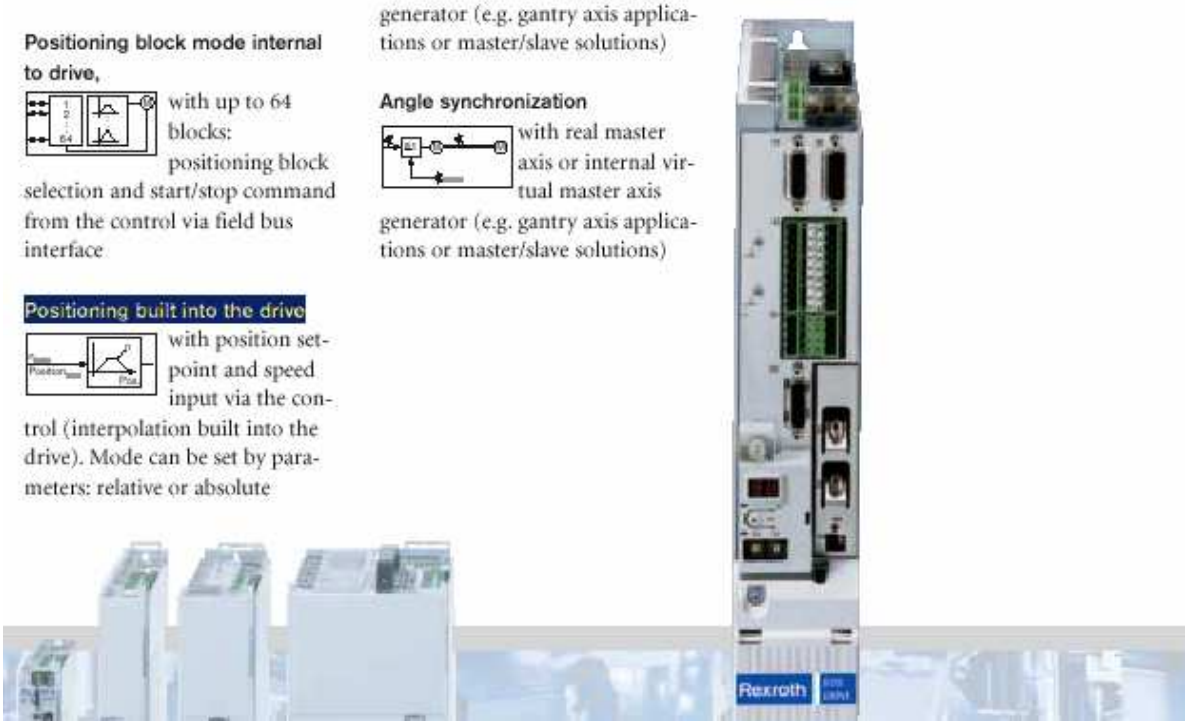
with real master axis or internal virtual master axis generator (e.g. gantry axis applications or master/slave solutions)

Angle synchronization

with real master axis or internal virtual master axis generator (e.g. gantry axis applications or master/slave solutions)

Properties

- simple installation
- secure, fast data transmission up to 16 megabits/second via optical waveguide
- internationally standardized interface to IEC/EN 61491



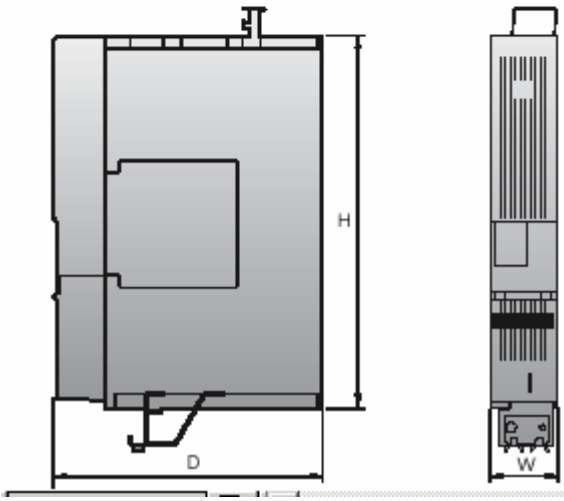
Control units – technical data and dimensions

Example of type code

DKC with parallel interface, 40 A peak current: DKC01.*-040

$\hat{I}_{max} = 016$ A $\hat{I}_N = 6$ A
$\hat{I}_{max} = 040$ A $\hat{I}_N = 16$ A
$\hat{I}_{max} = 100$ A $\hat{I}_N = 40$ A
$\hat{I}_{max} = 200$ A $\hat{I}_N = 100$ A

01 - Parallel interface
21 - Parallel interface 2
02 - SERCOS interface
03 - PROFIBUS
04 - INTERBUS
05 - CANopen
06 - DeviceNet
11 - Analogue interface



Device type	W	H	D
DKC**.3-016	65	260	210
DKC**.3-040	65	360	261
DKC**.3-100	105	360	261
DKC**.3-200	230	360	261

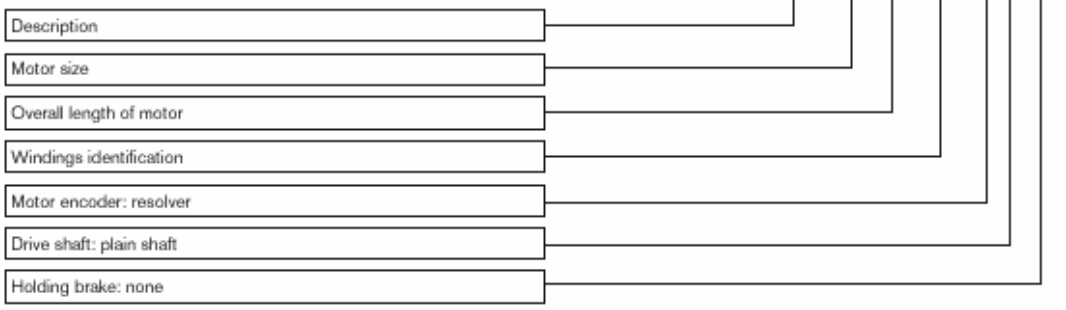
3.4 Características técnicas de servomotores MKE INDRAMAT

MKE
Synchronous motors for area subject to explosion hazard
•torque range from 8 to 425 in-lb
(natural convection)
•nominal speed up to 9000 rpm
•resolver with data memory,high-resolution single-turn and absolute value encoders with data memory for motor parameters
•holding brake (optional) MBS and 1MB

Type	Optical encoder *1		Resolver *2		Plain shaft	Keyway	Holding brake
	Single-turn	Multi-turn	Single-turn	Multi-turn			
MKE035B	-	-	●	○	●	○	○
MKE037B	-	-	●	○	●	○	○
MKE045B	-	-	●	○	●	○	○
MKE047B	-	-	●	○	●	○	○
MKE096B	-	-	●	○	●	○	○
MKE098B	-	-	●	○	●	○	○
MKE116B	–	–	–	–	●	○	○

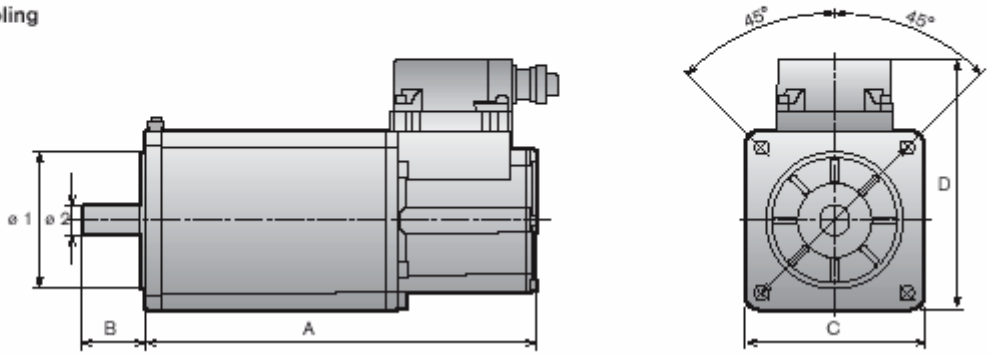
Example of type code

E.g. standard synchronous motor with resolver, plain shaft, without holding brake: MKD 025 B - 144 - G G 0...



Motors – MKE motor dimensions

Standard cooling



MKE as per CE standard

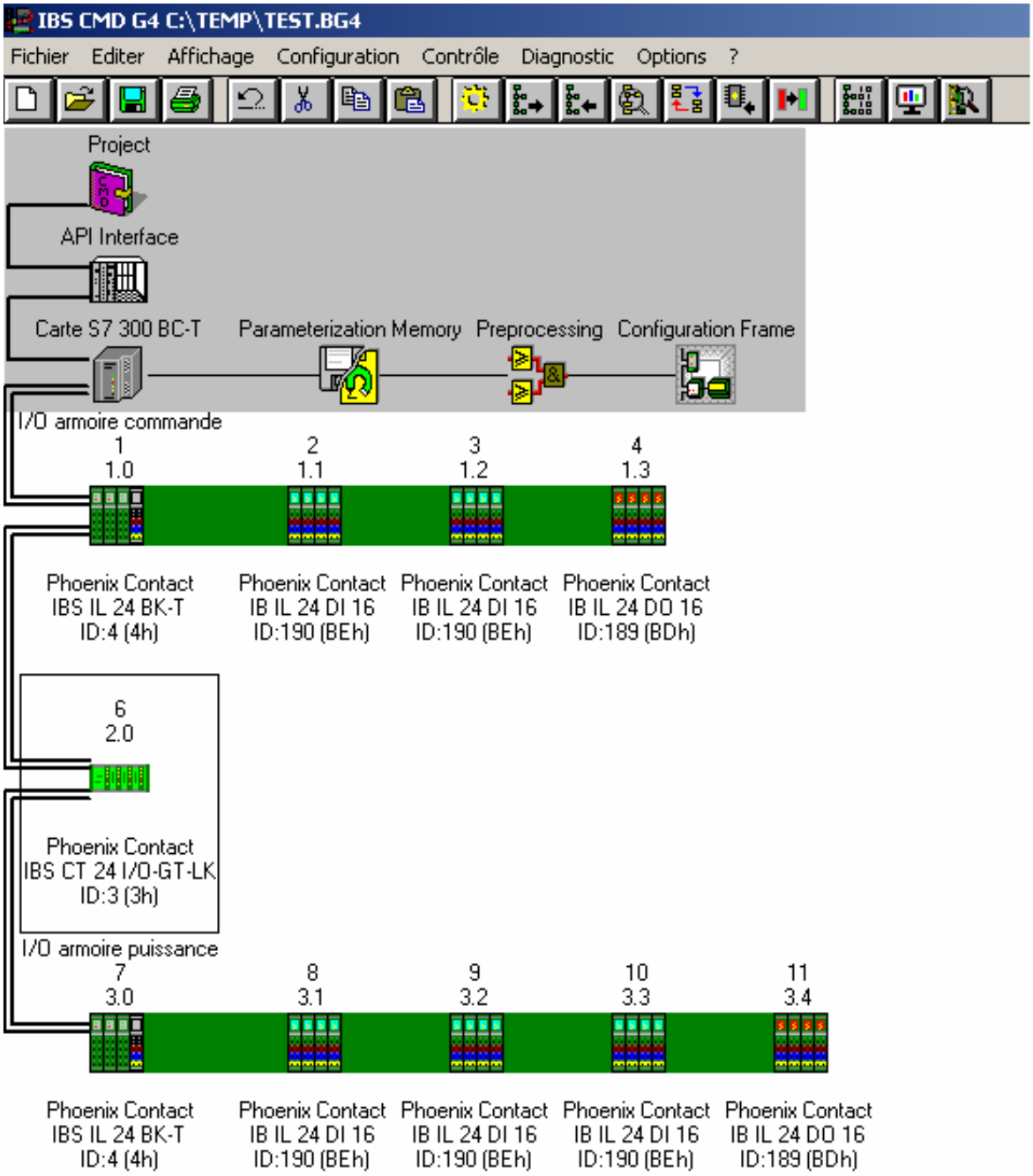
Size	Cooling	A	B	C	D	ø 1	ø 2
MKE035B	standard	288	20	60	114	40	9
MKE045B	standard	291	30	88	137	50	14
MKE096B	standard	386	50	144	202	110	24
MKE116B	standard	485	60	194	118	130	32
MKE116C	standard	653	60	194	118	130	32

MKE as per UL/CSA standard

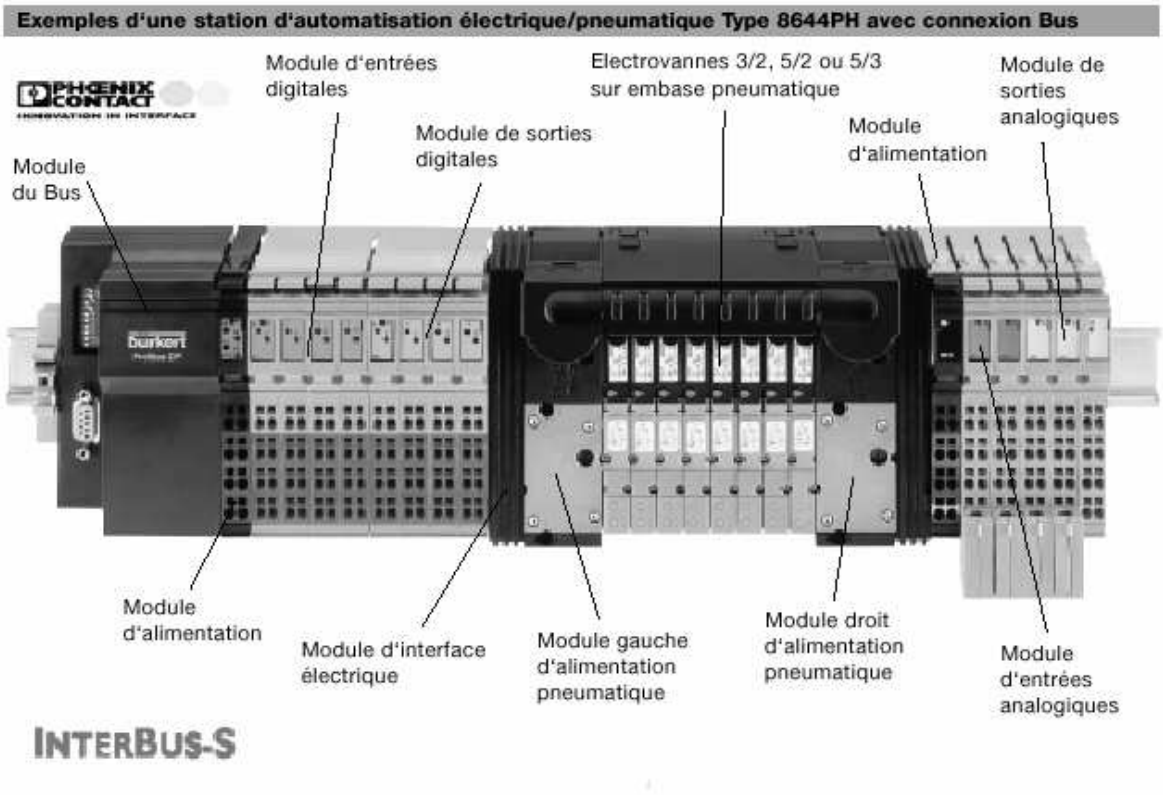
Size	Cooling	A	B	C	D	ø 1	ø 2
MKE037B	standard	288	20	60	123	40	9
MKE047B	standard	291	30	88	146	50	14
MKE098B	standard	386	50	144	202	110	24

Motor data (3 x 480 V input)								Control units *5			
MKD	MKE	MHD	Type	M_0 *3, *4 [Nm]	M_{max} *4 [Nm]	nN [rpm]	J_{rotor} [10^{-4}kgm^2]	DKCxx.3 016 *3	DKCxx.3 040	DKCxx.3 100	DKCxx.3 200
■			025A	0,4	1,8	9000	0,19	✓	✓		
■	■		025B	0,9	4,0	9000	0,30	✓	✓		
		■	041A	1,3	5,6	7000	0,88		✓		
■	■	■	041B	2,7	11,3	6000	1,7	✓	✓	✓	
		■	071A	3,5	14,0	4500	4,4		✓		
■		■	071B	8,0	32,0	2500	8,7	✓	✓		
■		■	071B	8,0	32,0	4500	8,7		✓	✓	
■		■	090B	12,0	43,5	2500	43,0		✓	✓	
■	■	■	090B	12,0	43,5	3200	43,0		✓	✓	
■		■	090B	12,0	43,5	4000	43,0		✓	✓	✓
		■	093A	12,0	44,0	2000	17,3		✓	✓	
		■	093A	12,0	44,0	3000	17,3		✓	✓	
		■	093A	12,0	44,0	4000	17,3		✓	✓	
		■	093B	17,5	66,0	3000	25,5		✓	✓	
		■	093B	17,5	66,0	4000	25,5			✓	✓
		■	093C	23,0	88,0	3000	30,0		✓	✓	✓
		■	093C	23,0	88,0	4000	30,0			✓	✓
		■	095A	12,0	44,0	3000	35,2		✓	✓	
		■	095A	12,0	44,0	4000	35,2		✓	✓	
		■	095B	17,5	66,0	3000	49,0		✓	✓	
		■	095B	17,5	66,0	4000	49,0			✓	
		■	095C	23,0	88,0	3000	61,3			✓	✓
		■	095C	23,0	88,0	4000	61,3			✓	✓
■		■	112A	15,0	54,0	2000	110		✓	✓	
		■	112A	15,0	54,0	3000	110		✓	✓	
		■	112A	15,0	54,0	4000	110		✓	✓	
■	■	■	112B	28,0	102	9000	192			✓	✓
		■	112B	28,0	102	2000	192			✓	✓
■		■	112B	28,0	102	3000	192			✓	✓
■	■	■	112B	28,0	102	3500	192			✓	✓
■		■	112C	38,0	148	2000	273			✓	✓
		■	112C	38,0	148	3000	273			✓	✓
■		■	112C	38,0	148	4000	273				✓
	■	■	112D	48,0	187	3000	350			✓	✓

3.5 Software configuración Cmdtools de PHOENIX CONTACT



BLOQUE NEUMOVÁLVULAS BURKERT 8644 PH:
Electroválvulas : BURKERT IN-LINE EV 3/2 NF 6524
Mando: red INTERBUS



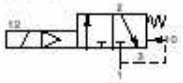
Electrovannes 3/2 et 5/2 à clapets types 6524 et 6525

Type 6524

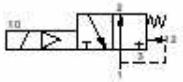
Type 6525

Les électrovannes -types 6524 et 6525 - se composent d'un électro-pilote à armature battante et d'une vanne à clapet. Ces électrovannes sont montées sur des embases juxtaposables et connectées électriquement entre elles à l'arrière (type 8640-8644). Les raccordements pneumatiques sont intégrés dans les embases. La commande manuelle est de série.

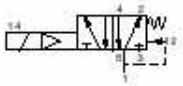
Fonction:



C: Electrovanne 3/2, normalement fermée au repos



D: Electrovanne 3/2, normalement ouverte au repos



H: Electrovanne 5/2, monostable

Caractéristiques techniques

Matériau du corps	PA (polyamide)
Matériaux d'étanchéité	FPM, NBR et PUR
Fluides	Air comprimé, graissé, sans huile, sec; gaz neutres
Température du fluide	-10°C à +50°C
Température ambiante	-10°C à +55°C
Raccordement	Sur embase
Module pneumatique	MP11
Raccords alimentation 1 (P), 3 (R), 5 (S)	G 1/4 ou NPT 1/4 ou Raccord rapide ø10mm
Raccords de sorties 2 (A), 4 (B)	Raccord rapide ø 6mm, M5, M7
Tension de service	24 V/DC
Tolérance en tension	± 10%
Puissance nominale	1W
Facteur de marche	Marche continu 100%
Connexion électrique	Connecteur
sur électrovanne	rectangulaire avec pas 5,08 mm femelle intégré
sur îlots	
Indice de protection	IP40 avec connecteur rectangulaire
Position de montage	Indifférente, de préférence pilote vers le haut
Commande manuelle	De série
Classe de protection	3 selon VDE 0580

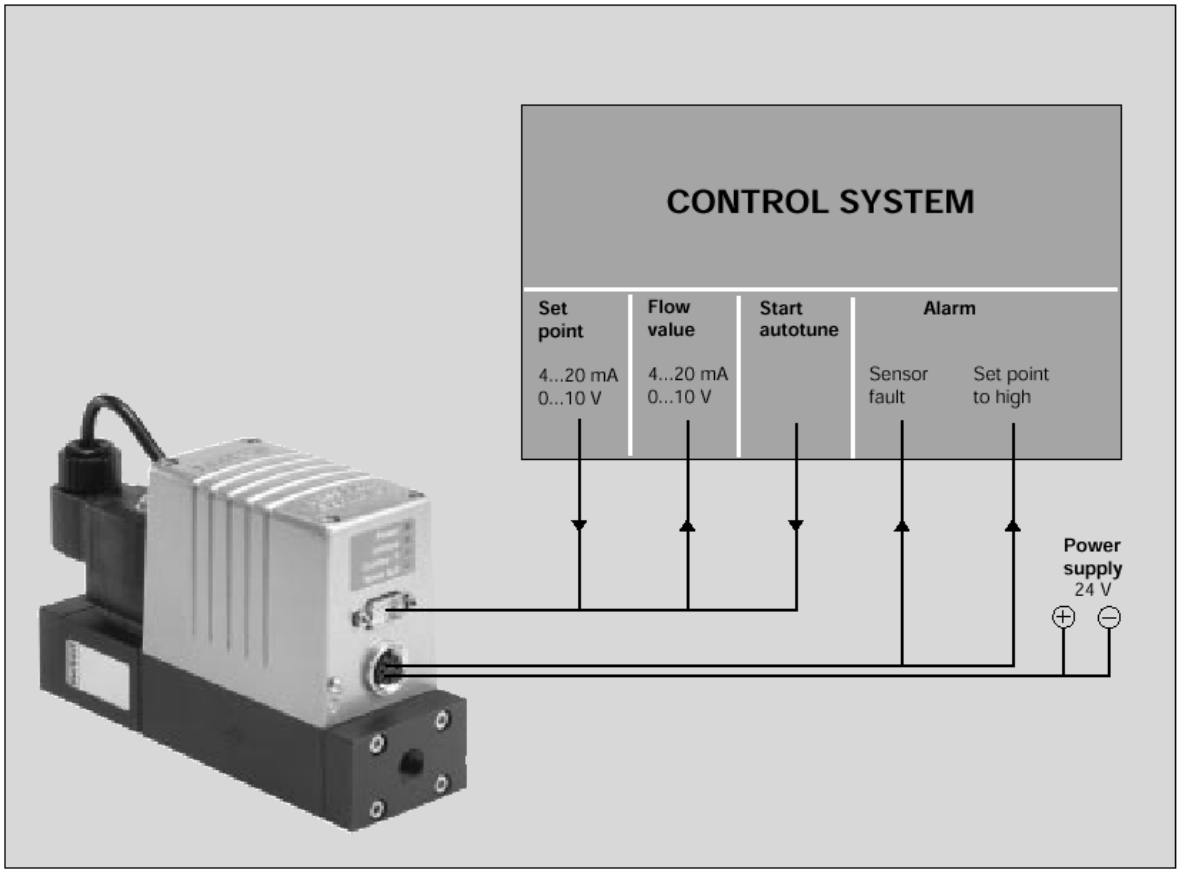
Diamètre [mm]	Fonction	Valeur [2] QNn -Air [l/min]	Plage de pression [3] [bar]	Puissance nominale [W]	Temps de commutation [1] Ouverture [ms]	fermeture [ms]	Poids [g]	Code ident
4	C	350	2,5 - 7	1	15	20	20	144 933
4	D	350	2,5 - 7	1	15	20	20	144 934
4	H	350	2,5 - 7	1	15	20	21	144 935

[1] Mesuré en sortie de vanne individuelle, temps de la commutation électrique à la montée en pression à 90% ou à la chute de pression à 10% de la pression de service (6 bar) à une température de +20°C.
[2] Mesuré avec une pression d'entrée de 6 bar et 1 bar de perte de charge à une température de +20°C. En montage individuel.
[3] **Option: plage de pression 2,5 - 10 bar**

3.6 Características técnicas elementos regulación y control

3.6.1 AIRE DE GUIA

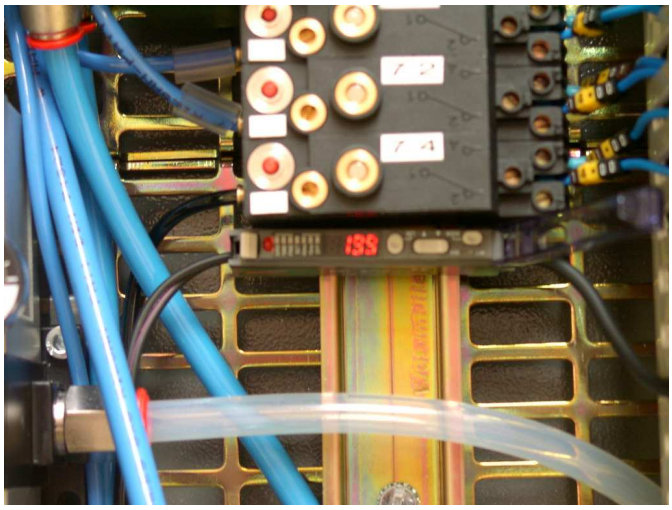
Sistema de regulación: regulador de caudal másico BÜRKERT – Qn 200 l/mn - DN 3 – G3/8 - série 8626
Mando : analógico 4-20 mA.
Retorno: analógico 4-20 mA.



3.6.2 ROTACIÓN TURBINA:
Válvula proporcional: BURKERT DN 4-G¼ sobre plataforma + electrónica – serie 6022/1094
Mando : analógico 4-20 mA.

Retorno: fibra óptica
Convertidor fibra óptica: KEYENCE

El ajuste del retorno fibra óptica se efectúa sobre el modelo KEYENCE
La tarjeta de recuento PHOENIX CONTACT CNT recibe los impulsos.

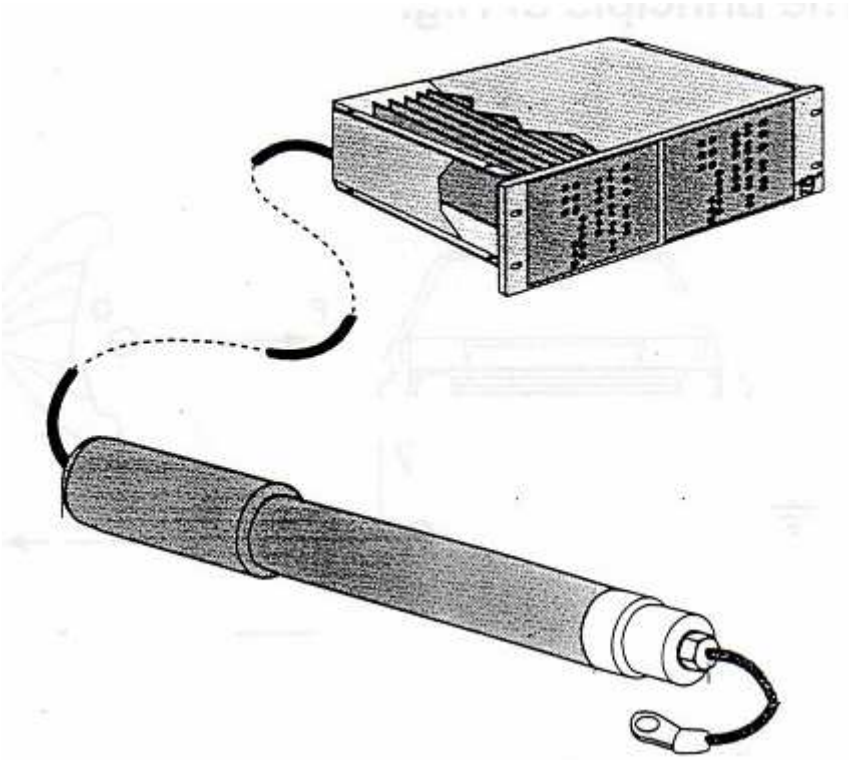


El valor indicado en el módulo KEYENCE es el nivel de recepción de la fibra óptica. Valor comprendido entre 0 y 4.000.

3.6.3 MODULO ELECTRONICO DE CONTROL DE ALTA TENSION

Generador alta tensión: EISENMANN o VIZDURR
Parametraje: enlace serie RS485 con HMI
Mando analógico 4-20 mA.
Retorno: analógico 4-20 mA.

El módulo electrónico de control de la alta tensión permite suministrar la alimentación de las cascadas de alta tensión montadas en los pulverizadores y así regular los niveles de alta tensión y de corriente consumidos. Dispone de las protecciones que permiten asegurar la seguridad del funcionamiento de las utilizaciones de pulverización electrostática. Ha sido concebido para funcionar en todas las configuraciones de instalaciones posibles, y dispone entre otros de un modo de funcionamiento local que permite al operario controlar directamente la alta tensión a partir de una interfaz. También está dotado de un modo de funcionamiento remoto que permite asegurar su control por medio de un automatismo de tipo PLC o PC.



3.7 Características de redes

Red INTERBUS

Este bus fue hecho por la compañía alemana Phoenix Contact GmbH, que esta especializada en la producción de plugs. Gracias a la experiencia en este campo, esta compañía ha planeado un sistema de comunicación maestro-esclavo que reduce el montón de las conexiones de entradas/ salidas de los dispositivos de control de un proceso.

Características Red INTERBUS

La tipología INTERBUS es un sistema de anillo con una comunicación full-duplex entre los equipos (procedimiento maestro-esclavo).
Utiliza una topología en anillo y cada nodo tiene un punto de entrada y otro de salida hacia el siguiente nodo. Es muy sensible a corte completo de comunicación al abrirse el anillo en cualquiera de los nodos. Por otra parte, la estructura en anillo permite una fácil localización de fallos y diagnóstico.
Un bus puede estar constituido por diferentes ramales. Se pueden enlazar buses periféricos al principal.

El soporte físico clásico de INTERBUS es un enlace RS485 estándar
Capa física basada en RS-485. Cada dispositivo actúa como repetidor. Así se puede alcanzar una distancia entre nodos de 400 m para 500Kbits/s y una distancia total de 13 KM. Es posible utilizar también enlaces de fibra óptica.
Capa de transporte basada en una trama única que circula por el anillo (trama de suma).La información de direccionamiento no se incluye en los mensajes, los datos se hacen circular por la red. Alta eficiencia.

Velocidad de transmisión: 500 Kbits/s.

La distancia máxima entre dos estaciones es de:

- 400 m en enlace cobre.
- 100 m en fibra óptica polímero.
- 5.000 m en fibra óptica vidrio.

La longitud total de la red puede alcanzar 13 km.
El número de componentes conectados en el bus está limitado a 512.

256 palabras en escritura (4096 bits) y 256 palabras en lectura (4096 bits) transitan en la red. Algunos equipos pueden necesitar varias palabras (variadores,...).
INTERBUS es un bus de terreno determinista que permite la transferencia de las informaciones entre maestro y esclavos entre 1 y 5 ms.
Es muy apropiado para comunicación determinista a alta Velocidad, la comunicación se realiza mediante un registro de desplazamiento en cada nodo. Interbus es como un anillo largo en el cual el maestro cambia secuencialmente todos los estados de salida, desde una palabra teniendo el tamaño de la red y reemplaza esos que viajan al nodo correspondiente con estados de salida cambiados en la entrada. La ventaja consiste en que todas las entradas y salidas son compartidas con cada ciclo y que el tiempo de un ciclo simple puede ser determinado de una manera exacta.
Para aplicaciones de pocos nodos y un pequeño conjunto de entradas/salidas por nodo, pocos buses pueden ser tan rápidos y eficientes como INTERBUS.
Además para evitar los buses de propietario, es un sistema con estándar europeo, norma europea EN 50 254, como DIN-19258.

Estas son las principales características de este bus:
- Estructura Amo-Esclavo (Un amo simple).
- Gran alcance de red hasta los 13Km, que es posible por la restauración de la señal en cada nodo.
- Distancia entre nodos hasta de 400m.
- Aplicación de Interfase bien definida.
- Esclavos sin inteligencia (en su mayoría).
- Medio físico RS-485, con entrada y salida en el mismo cable.
- Rango de 500 Kbits/s.
- Hasta 4096 I/O pueden ser conectados en el anillo.
- Popular especialmente en Europa.

Red SERCOS

Sercos alcanza la categoría de buses de campo dedicados a aplicaciones específicas. Este fue diseñado por el Instituto Alemán con el propósito de reducir el tamaño del cableado en los motores. En particular en el campo de las maquinas herramientas, según DIN EN 61941. Este es uno de los buses mas recientemente avalados en el mercado (desde 1989) y aloja interpolación que soporta 8 ejes simultáneamente, por el sincronización de ellos en el bus.

Un alto número de nodos puede ser conectado y su topología es como un anillo. Nodos son interconectados con fibras ópticas, porque la comunicación entre ellas debe ser rápida.
Una serie de parámetros de comunicación es provista, por lo que este bus presenta características que no son necesariamente simples, pero completa para la cuestión a la que fue diseñado. Un chip de comunicación ha sido implementado para este bus.

Sus principales características son las siguientes:
- Estructura de Amo-Esclavo.
- Topología de anillo.
- Fibra óptica como medio físico.
- Arriba de 254 esclavos direccionables.
- Segmentos de línea con una longitud hasta de 60 m de fibra sintética,250 m para fibra de vidrio.
- Rango de 2 a 4 Mbits/s.
- Acceso de bus con un tiempo de ventana bien definido.
- Popularidad limitada pero creciendo.

Características Red SERCOS

SERCOS es un sistema de comunicación (anillo de fibras ópticas) entre un maestro RHO4 y varios variadores de ejes.
La comunicación es cíclica, bidireccional y sincronizada.
Descripción de la comunicación:
Transferencia cíclica de los valores de consigna del maestro y de los retornos de los variadores.
Toma en cuenta sincrónica de las consignas del maestro por todos los variadores.
Tiempo de ciclo: 16 ms.
Velocidad de transmisión: 2 Mbaudios.
Canal de servicio y de parametraje.
Contenidos de los telegramas parametrables.

Red INDUSTRIAL ETHERNET

La red Ethernet se ha convertido en el método más extendido para interconexión de computadores personales en redes de proceso de datos. En la actualidad se vive una auténtica revolución en cuanto a su desplazamiento hacia las redes industriales. Es indudable esa penetración. Diversos buses de campo establecidos como Profibus, Interbus etc. han adoptado Ethernet como la red apropiada para los niveles superiores.

Características Red ETHERNET

Red Ethernet 10 Mbps.
Sistema de conexión industrial estándar RJ45.

Hubs (FL HUB 10BASE-T)

El módulo de base FL HUB 10BASE-T de 4 puertos para par trenzado Ethernet 10BASE-T con técnica de conexión RJ 45 y pueden combinarse hasta 5 módulos mediante el contacto lateral integrado para hacer configuraciones con 4,8, 12, 16 y 20 puertos.

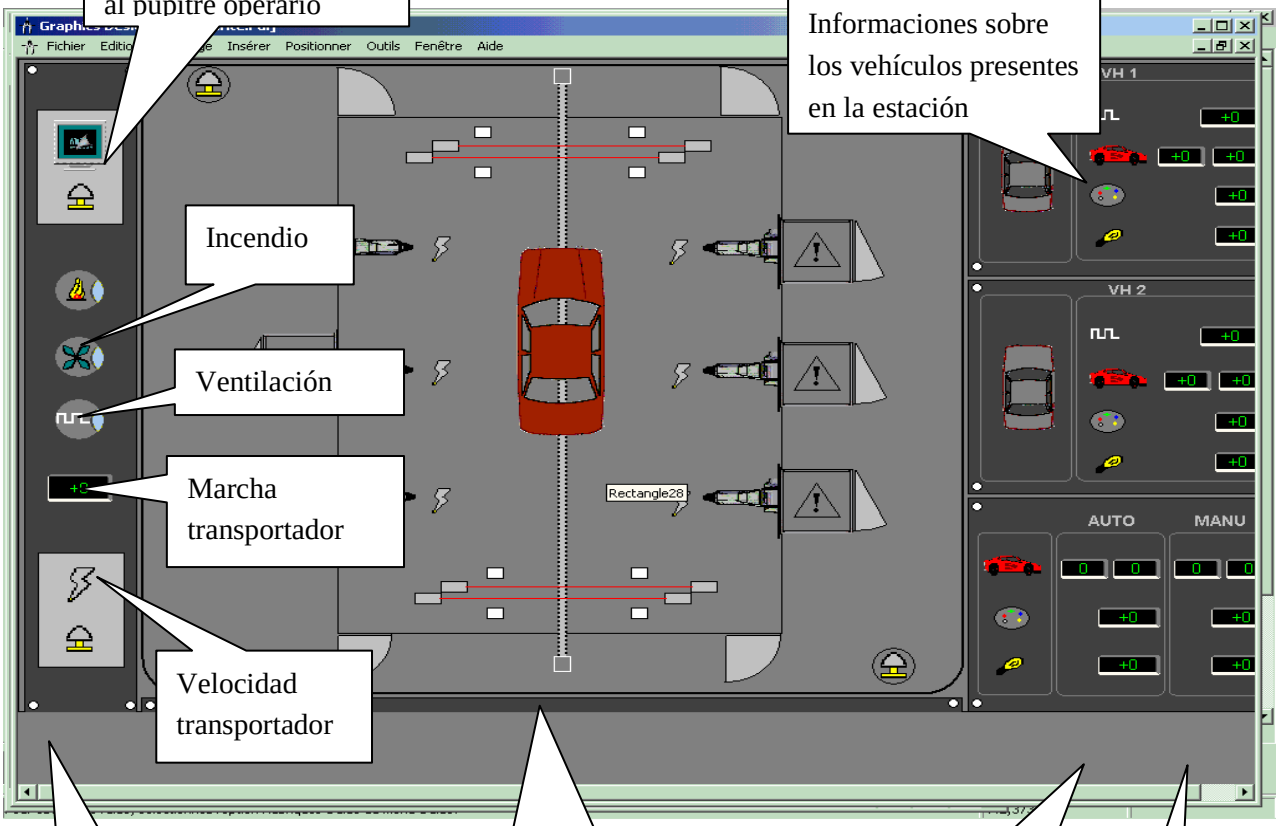
Gateways (IBS CT 24 IO GT-LK-OPC)

La conexión de bus se efectúa para el módulo Interbus de conductor de fibra óptica IBS CT 24 IO GT-LK-OPC a través de conectores enchufables PSM-SET-FSMA/4-KT.
Con estos módulos de acoplamiento de E/S se pueden intercambiar datos bidireccionalmente entre dos controladores discrecionales con un contenido de hasta diez palabras (160 bits) por ciclo. El ancho de datos es variable entre un byte y diez palabras, configurable a través de un conmutador giratorio.
La palabra de datos seleccionada (byte) se visualiza en una indicación de 7 segmentos.
Los módulos presentan derivaciones de bus separadas galvanicamente así como una alimentación separada de tensión de alimentación de 24 V. Para la indicación de los estados de las señales se han asignado a cada derivación de bus 16 leds de estado. Mediante un pulsador situado en el módulo se puede visualizar la palabra o byte de salida actual del bus remoto correspondiente. En eso, las informaciones de salida de un bus son las informaciones de entrada del otro. Si un sistema de bus falla, en el otro sistema de bus correspondiente se genera un aviso de fallo.

3.8 VISTAS SUPERVISION (SCADA) Y EDITOR DE PROCESOS

Vista general

Vista general de las seguridades de la instalación así como de los vehículos presentes en la estación. Esta vista también indica el estado de los pulverizadores y robots (en servicio, defecto).



Informaciones relativas al pupitre operario

Informaciones sobre los vehículos presentes en la estación

Incendio

Ventilación

Marcha transportador

Velocidad transportador

Informaciones asociadas con el armario de potencia:
- en servicio
- P.E.

Informaciones generales:
- Detectores en el suelo
- Células
- Contactos de puerta
- Presencia AT
- Defecto robot
- Defecto pulverizador
- etc...

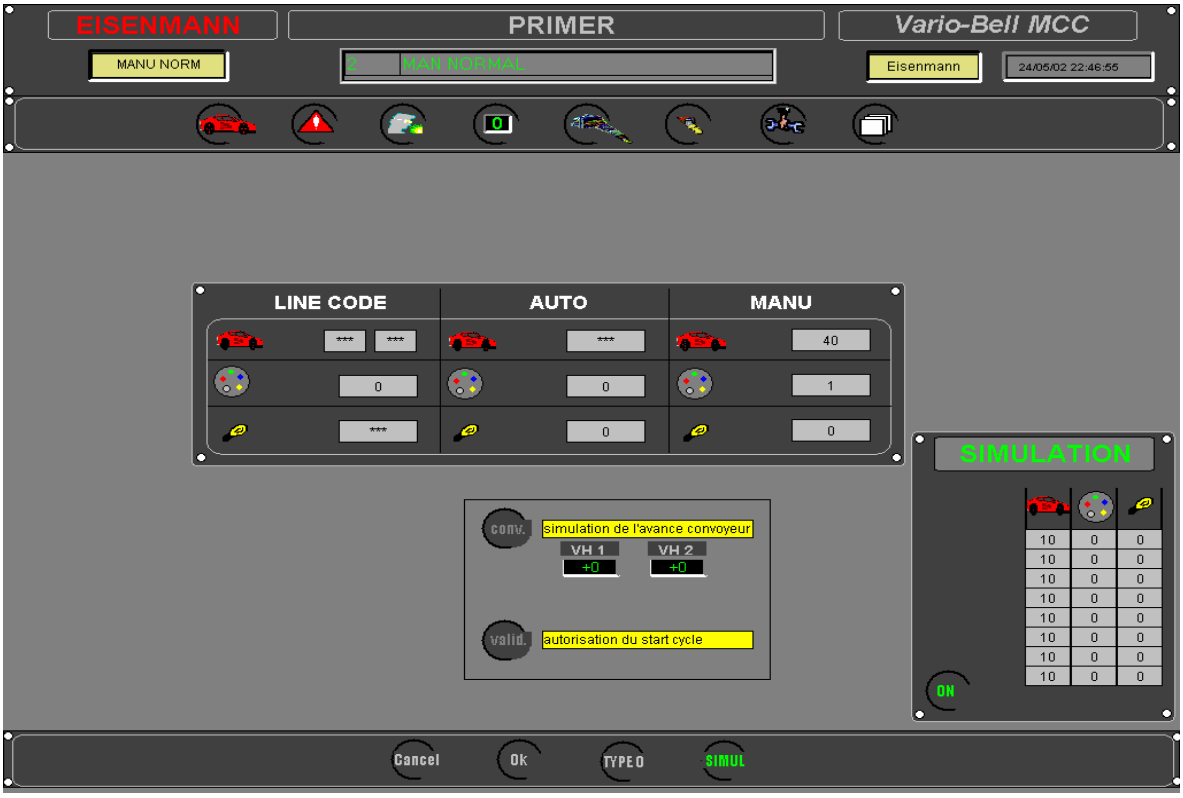
Informaciones próximo vehículo a punto de entrar en la estación
Codificación

Informaciones próximo vehículo a punto de entrar en la estación
Codificación manual

Vista codificación

La vista codificación permite:

- Modificar la codificación del vehículo que está a punto de entrar en la estación, si, por ejemplo, hay un error en la codificación automática.
- Iniciar una simulación de producción del vehículo codificado a condición de que el autómata lo permita (en función del modo de marcha seleccionado).



Vista proceso

Esta vista permite visualizar todos los mandos y retornos asociados con el proceso para todos los pulverizadores de la zona robots.

Cada pulverizador comporta una zona dedicada dividida en 3 partes:

- Informaciones vinculadas al vehículo.
- Informaciones vinculadas al robot.
- Informaciones vinculadas al pulverizador.

Informaciones asociadas con el seguimiento VH:

- Código VH
- Velocidad transportador
- N° de punto en curso
- N° de secuencia de cambio de color en curso
- N° de chorro en curso

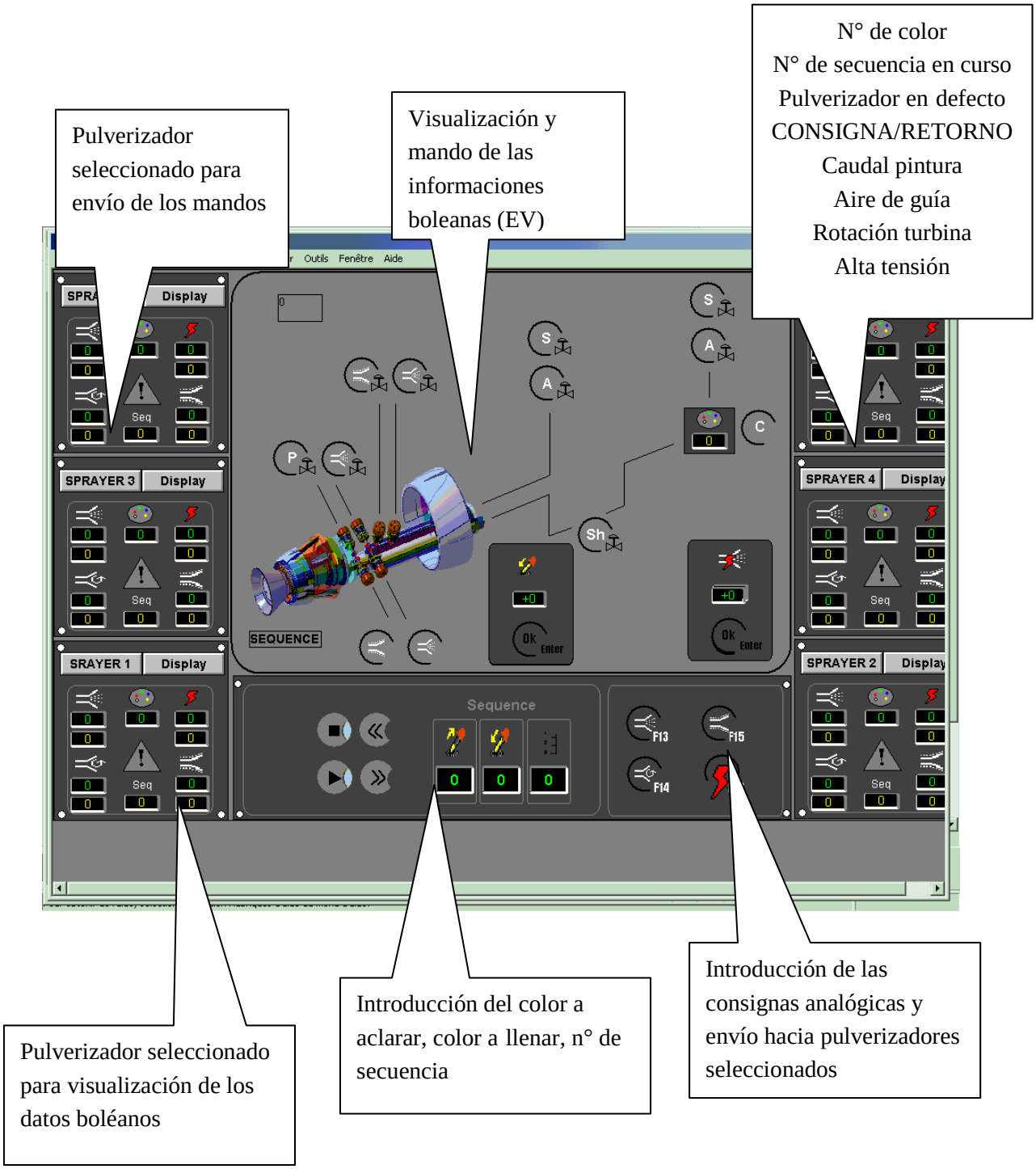
Informaciones asociadas con el robot:

- Código color
- Trayectoria en curso
- VH en curso
- Pulverización en curso
- Alarma robot

Informaciones analógicas asociadas con el pulverizador (consigna y retorno:

- Caudal pintura
- Aire guía
- Velocidad turbina
- AT
- Distancia de pulverización

Vista de los pulverizadores



Esta vista permite:

- Pulverizar e invertir el estado de las válvulas (apertura o cierre).
- Seleccionar la válvula de color que hay que abrir.
- Enviar una consigna y visualizar los retornos del aire de guía, de la alta tensión, del caudal pintura y de la velocidad turbina.
- Seleccionar, iniciar y parar una secuencia de cambio de color.
- Seleccionar el color que hay que aclarar y el color que hay que llenar

Los mandos son transmitidos a los pulverizadores seleccionados.
La visualización binaria se realiza en el pulverizador "presentado".

El pilotaje de las válvulas de los circuitos:

En la pantalla, el operario selecciona los vario-robots a los que corresponda el mando, luego elige la válvula que hay que controlar y valida por medio del mando OK. El programa del PCL asigna el mando de la válvula a los variorobots correspondientes, completando el mando, si la válvula estaba cerrada, se cierra y recíprocamente.

Se generan ciertas prohibiciones. Por ejemplo, no se puede abrir una válvula de aire y otra de solvente al mismo tiempo en el mismo circuito. Hay que cerrar la primera para abrir la segunda.
Está prohibido pilotar válvulas en un variorobots si una secuencia de cambio de color o una trayectoria está cursando en éste; la válvula solicitada no se abrirá.
Está prohibido pilotar una válvula de solvente que surta hacia el cabezal si una consigna de alta tensión está cursando en el variorobots interesado. La consigna de alta tensión vuelve a cero.
Está prohibido pilotar una válvula de aire o de solvente de un circuito de pintura si una válvula de color está abierta; la válvula de color se cerrará y luego se abrirá la válvula solicitada.
Existe un mando en el supervisor que permite cerrar todas las válvulas en todos los variorobots.

El pilotaje de las válvulas de color.

En la pantalla, el operario selecciona los variorobots a los que corresponda el mando, y luego elige el código de la válvula de color en el circuito deseado y valida con el mando Ok; El programa del PCL cierra entonces las demás válvulas de color del circuito antes de abrir la que ha sido solicitada. Si la válvula ya está abierta, el PLC la cierra.
Está prohibido pilotar una válvula de color de un circuito de pintura si una válvula de aire o de solvente está abierta, la válvula de aire o de solvente se cerrará y luego se abrirá la válvula de color.

El pilotaje de las consignas de pintura

Las consignas de pintura son:

- Caudal de pintura.
- Valor de aire de guía.
- Velocidad turbina.
- Consigna de alta tensión.
- Número de secuencia de cambio de color.
- Código del color a utilizar para el aclarado.
- Código del color a utilizar para el llenado.

En la pantalla, el operario selecciona los variorobots a los que corresponda el mando, y luego elige la consigna y valida con el mando OK. El PCL guarda las consignas solicitadas en las zonas de ejecución de cada uno de los variorobots.

Las consignas tales como: caudal pintura, aire de guía, velocidad turbina y alta tensión, son aplicadas directamente a sus funciones de regulación.

El número de secuencia así como el código de los colores que hay que aclarar y llenar se utilizan para buscar las características de los colores que servirán para el cálculo de los ciclos de aclarado y llenado solicitados por la secuencia en el momento del inicio de ésta, a la recepción de la demanda DIGITAL "Marcha secuencia".

El pilotaje de las funciones DIGITALES

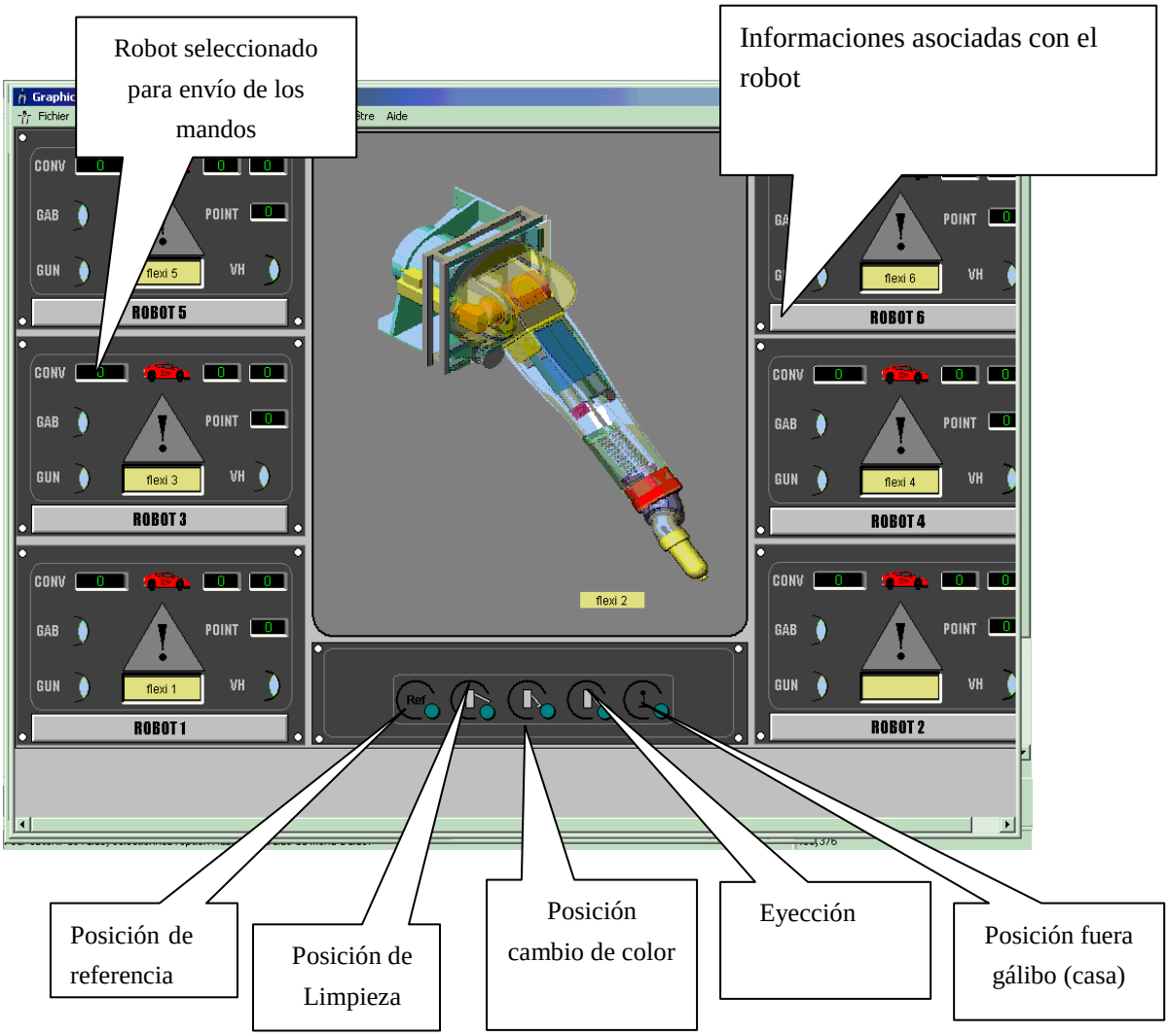
Las funciones DIGITALES son las siguientes:

- Marcha de una secuencia.
- Seguimiento de una secuencia.
- Parada de una secuencia.

En la pantalla, el operario selecciona los variorobots a los que corresponda el mando y luego elige la consigna y valida con el mando OK. El PCL guarda las consignas solicitadas en las zonas de ejecución de cada uno de los variorobots.

Está prohibido iniciar una secuencia de cambio de color en un variorobots que esté ejecutando una trayectoria y recíprocamente. La función solicitada no será realizada, el operario debe esperar a que el mando en curso termine para pasar a uno nuevo.

Vista de los robots



Esta vista permite visualizar todos los datos asociados con la trayectoria de los robots:

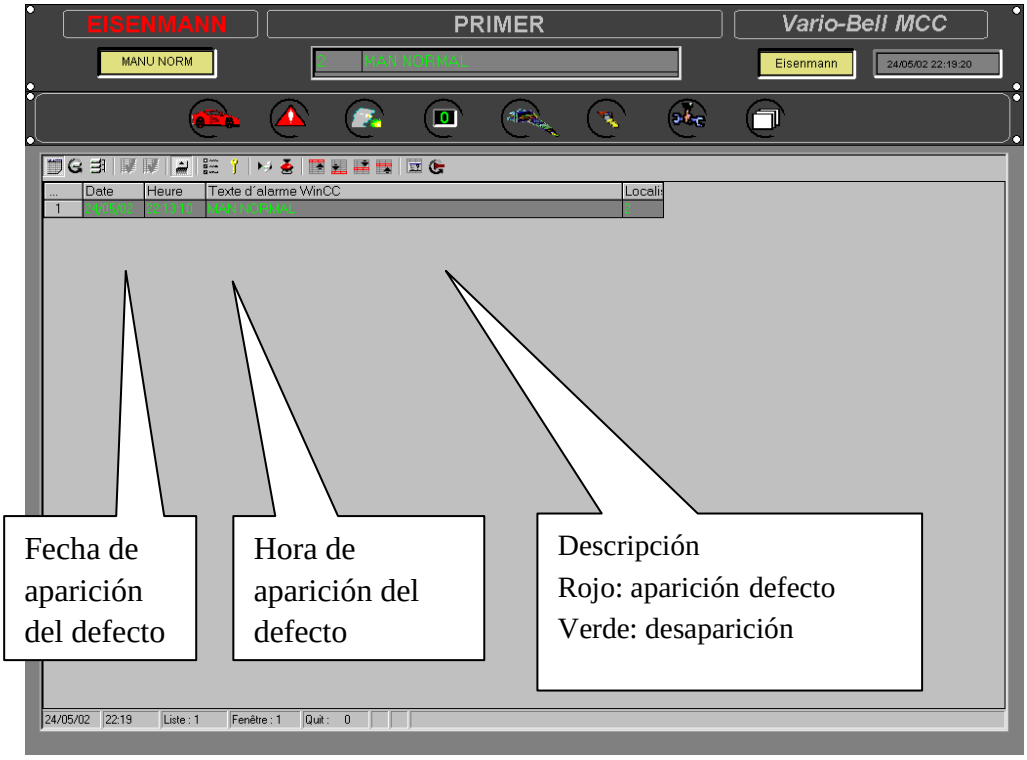
- Código del vehículo en curso en el robot.
- Posición del transportador.
- Nº del punto en curso.
- Información robot fuera gálibo.
- Pulverización en curso.
- VH en curso de tratamiento.
- Defecto cinemática robot.
- Trayectoria en curso.

También permite lanzar trayectorias específicas en el o los robots seleccionados.
El pilotaje de las funciones DIGITALES.
Las funciones DIGITALES son las siguientes:

- Puesta en posición "fuera de alcance"
- Puesta en posición "limpieza"
- Puesta en posición "cambio de color"
- Puesta en posición "inicio de trayectoria"

En la pantalla, el operario selecciona los variorobots a los que se aplica el mando, y luego elige la consigna y valida con el mando OK. El PCL guarda las consignas solicitadas en las zonas de ejecución de cada uno de los variorobots.

Vista de las alarmas



Se definen dos grupos de defectos, los propios del proceso gestionados por el PlC interfase (paro emergencia, defecto 24 vdc, fotocélulas seguridad, etc…) y los correspondientes a los variorobots (defecto cinemáticas, defecto turbina, defecto alta tensión….)

Estos defectos disparan normalmente la señal de alarma provocando una paro inmediato del sistema (paro transportador, cierre de electroválvulas, desconexión alta tensión…), pero para evitar perdidas de producción innecesarias las alarmas se reducen al mínimo que requiere la seguridad, y cuando se producen es que realmente existe un problema grave y no es posible reanudar la ejecución del proceso hasta que estas alarmas sean eliminado, sino son alarmas de aviso que se provocan en aquellas situaciones en que es necesario alguna actuación por parte del operario o simplemente informar (suciedad fibra óptica, fallo revoluciones turbina…).

EDITOR DE PROCESOS

Editor de programas de robots:

El operario selecciona el tipo de vehículo y el número del robot a partir de las listas desplegables. Esta incluye un cuadro que recapitula la lista de los puntos de la trayectoria del robot y un cuadro que contiene los eventos asociados a los puntos (apertura y cierre, y número de brocha).

Editor de las tablas de brochas:

Cuando el operario haya seleccionado el tipo, el color y el robot puede entonces modificar los datos que contiene cada nº de brocha introduciendo valores en el cuadro de caudal, aire guía, rotación turbina y alta tensión.

Editor de las tablas de cambio de color:

El operario selecciona el tipo de familia de colores y el número del robot. Las designaciones de las EV son entonces presentadas en función de la familia El operario tiene la posibilidad de modificar el estado de las EV (ON/OFF), los tiempos, los números de brocha.

Edition des programmes robots

Selection des informations

Type de véhicule: 010 sin-tinta

Numéro du robot: 1 — Valider

Nom du fichier: /usr/home/flexicad/proj/atelier/P1_01000.dat

Date et heure de création: 28-06-02 12:04:30

	Position convoyeur	Nom du point	Nom de la passe
	68.9	lo1	pa1
	286.0	lo2	
	578.2	lo3	
	1538.2	lo6	

	Position convoyeur	Action	Numero
	0	ON pistolet 1	0
	0	Brosse pistolet 1	77
	0	Brosse pistolet 1	99
	0	OFF pistolet 1	0

Edition des tables de jets

Séléction des informations

Type de véhicule: 1 TWINGO

Teinte: 1 teinte 1

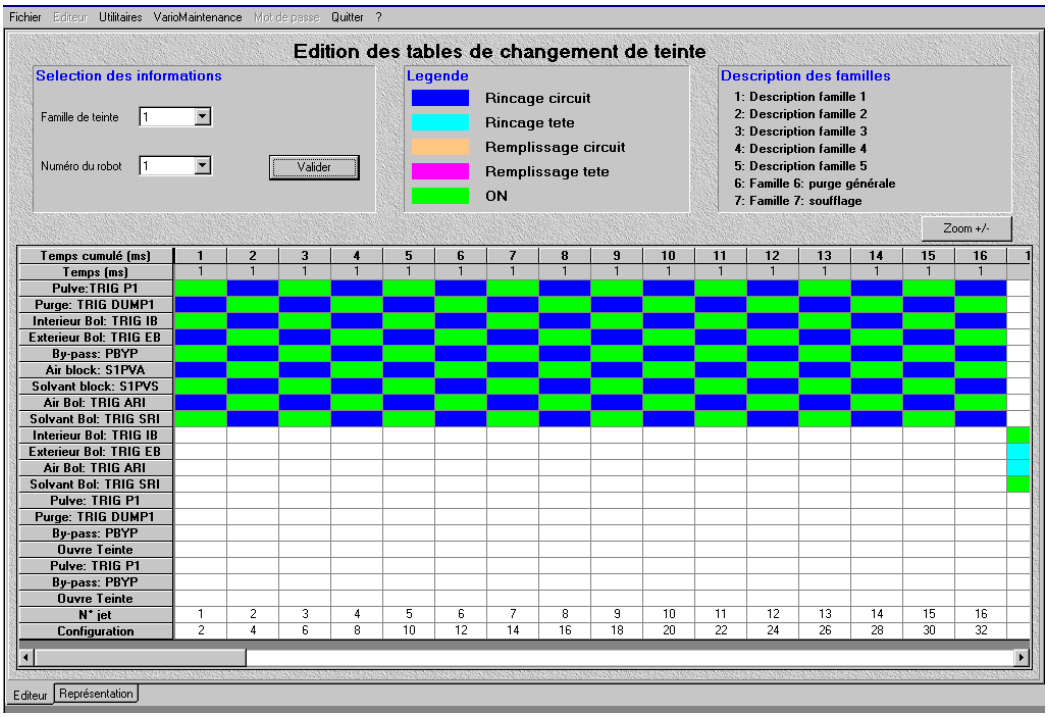
Numéro du robot: 1

Nom du fichier: B1_00101.dat

Date et heure de création: 25-04-02 14:46:37

Valider

JET	Debit (cc/mn)	Air jupe (l/mn)	Vit turbine (kt/mn)	Haute tension (kv)	Remarques
1	40	50	100	700	
2	40	50	100	700	
3	40	50	100	700	
4	40	50	100	700	
5	40	50	100	700	
6	40	50	100	700	
7	40	50	100	700	
8	40	50	100	700	
9	40	50	100	700	
10	40	50	100	700	
11	40	50	100	700	
12	40	50	100	700	
13	40	50	100	700	
14	40	50	100	700	
15	40	50	100	700	
16	40	50	100	700	
17	40	50	100	700	
18	40	50	100	700	
19	40	50	100	700	
20	40	50	100	700	


Fichier Editeur Utilitaires VarioMaintenance Mot de passe Quitter ?
Edition des tables de changement de teinte
Selection des informations
Famille de teinte 1
Numéro du robot 1
Valider
Legende
Rincage circuit
Rincage tete
Remplissage circuit
Remplissage tete
ON
Description des familles
1: Description famille 1
2: Description famille 2
3: Description famille 3
4: Description famille 4
5: Description famille 5
6: Famille 6: purge générale
7: Famille 7: soufflage
Zoom +/-
Temps cumulé (ms)
Temps (ms)
Pulve:TRIG P1
Purge: TRIG DUMP1
Interieur Bol: TRIG IB
Exterieur Bol: TRIG EB
By-pass: PBYP
Air block: S1PVA
Solvant block: S1PVS
Air Bol: TRIG ARI
Solvant Bol: TRIG SRI
Interieur Bol: TRIG IB
Exterieur Bol: TRIG EB
Air Bol: TRIG ARI
Solvant Bol: TRIG SRI
Pulve: TRIG P1
Purge: TRIG DUMP1
By-pass: PBYP
Ouvre Teinte
Pulve: TRIG P1
By-pass: PBYP
Ouvre Teinte
N° jet
Configuration
Editeur
Représentation

3.9 Software de programación de siluetas de robots

El lenguaje de programación de los robots sirve como interfaz entre el usuario y el robot industrial.
Un programa consiste en una serie de instrucciones que describen el trabajo del robot. Cada instrucción tiene asociada una serie de parámetros que describen de forma completa la aplicación a realizar.

Dentro la diversidad de lenguajes de programación de los principales fabricantes de robots industriales el más usado es el textual + guiado, mediante una botonera de aprendizaje (teach pendand o joystick), el operador mueve el efector del robot y almacena las configuraciones alcanzadas bien en modo articular o cartesiano (según referencias world/tool (tcp)) realizando así las trayectorias punto a punto o registro continuo.
Además se dispone un editor de programas con estructura condicionales e iterativas mediante texto estructurado (lenguaje Karel).

Si se utiliza el lenguaje Karel, antes de escribir el programa hay que definir las posiciones.

La aplicación presenta dos formas de hacerlo:

– Una pantalla de edición de posiciones donde se introducen los seis elementos (X,Y,Z,w,p,r) y un número que la identifique.
– Enseñando las posiciones en la pantalla de aprendizaje directo.

Los principales inconvenientes de este tipo de programación son:

• El entorno en que actúa el robot generalmente no puede describirse en términos puramente cuantitativos. Los cambios de ubicación de los objetos del entorno no conllevan la actualización implícita de las localizaciones involucradas.

• El robot es llevado manualmente por todos los puntos de la secuencia mientras estos se graban. Esta secuencia de pasos es repetida después hasta que no haya ningún error. Este proceso manual requiere que para programar cada tarea o reprogramar cambios debemos deshabilitar el robot del proceso de producción, lo que puede llegar a suponer muy caro (perdidas de producción) cuando hay muchos robots y dificultad de modificar el programa existente para una variación en la tarea a realizar, como por ejemplo se cambia el modelo de carrocería.

• El trabajo en una célula robotizada implica el movimiento de objetos en un entorno en el que existen distintos sistemas físicos, por lo que se pueden producir impactos entre ellos debido a una programación incorrecta. Esto supone un deterioro del material e incluso averías en algunos equipos. Las acciones del robot están sujetas a imprecisiones que pueden dar lugar a incidentes que el programa debe ser capaz de tratar, con la simulación se evitan estos problemas, ya que no se ejecuta ninguna acción antes de haber comprobado su correcto funcionamiento Se necesita poder incluir condiciones no usuales, tales como la prevención de colisiones.

• Ciertas informaciones sensoriales del sistema pueden ser no sólo difíciles de procesar en tiempo real sino también ambiguas.

En las grandes industrias hoy en día gracias a los sistemas de programación y simulación fuera de línea como Robcad, no se necesita tener el equipo en producción cuando se necesite la reprogramación , ni detener la línea de producción, se puede pasar a un nuevo producto en menos tiempo, dado que se crean los programas anticipadamente y se comprueban fuera de línea. Gracias a ello, el trabajo resulta mucho más flexible ya que hasta hace poco, se tenía que construir una célula de robots única para cada modelo de coche si queríamos cumplir con los requisitos del cliente. Se trataba de un método de trabajo muy caro e inflexible. Con la programación fuera de línea conseguimos reducir los costes de producción.

3.9.1 Software Paintool

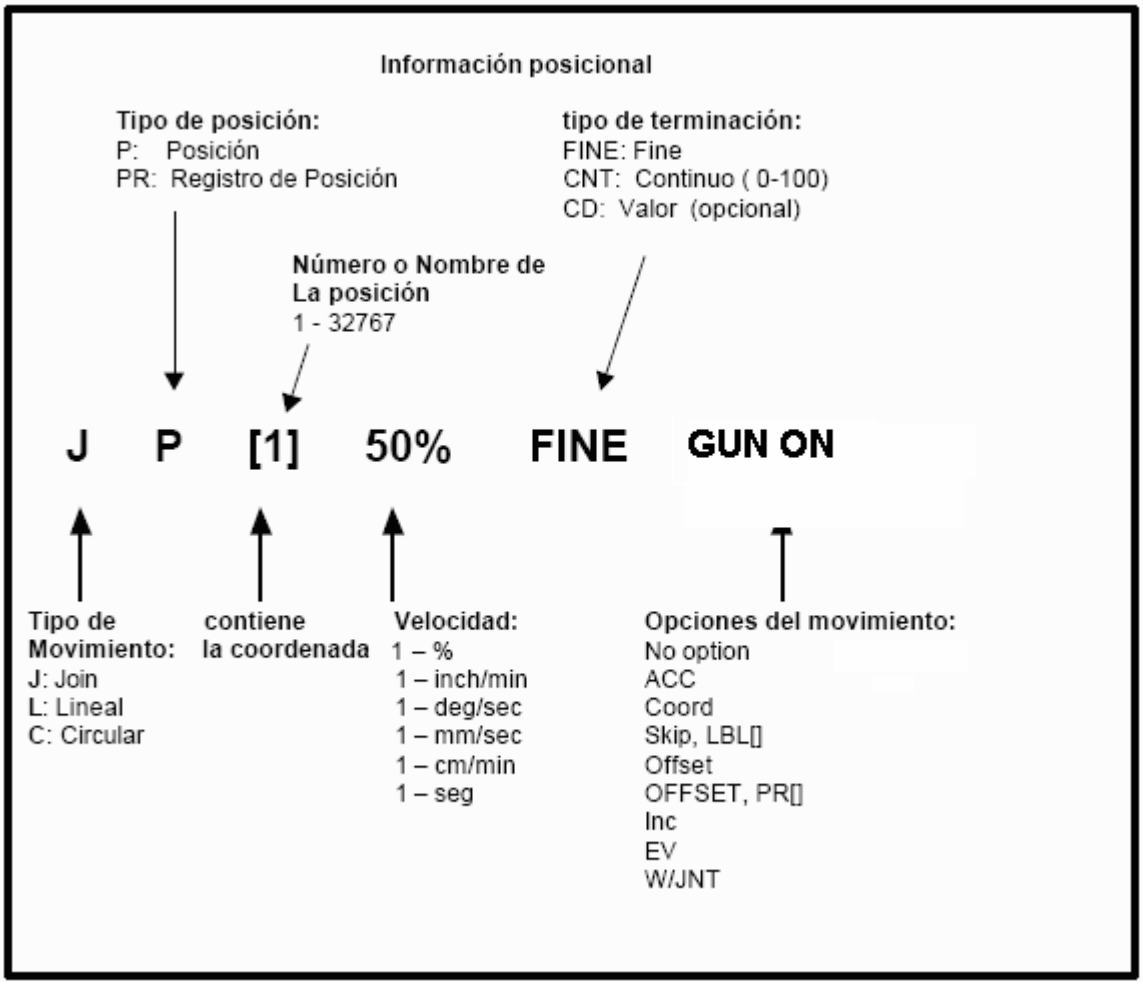
El programa de aplicación Paintool es una combinación de instrucciones que, cuando son ejecutadas en secuencia, completará la tarea de pintura. Los programas de aplicación se denominan por varios nombres en el ambiente de Paintool; los más comunes son JOB (trabajo) y PROCESS (proceso).

El sotware Paintool permite que cree y modifique un programa de aplicación que consista de:

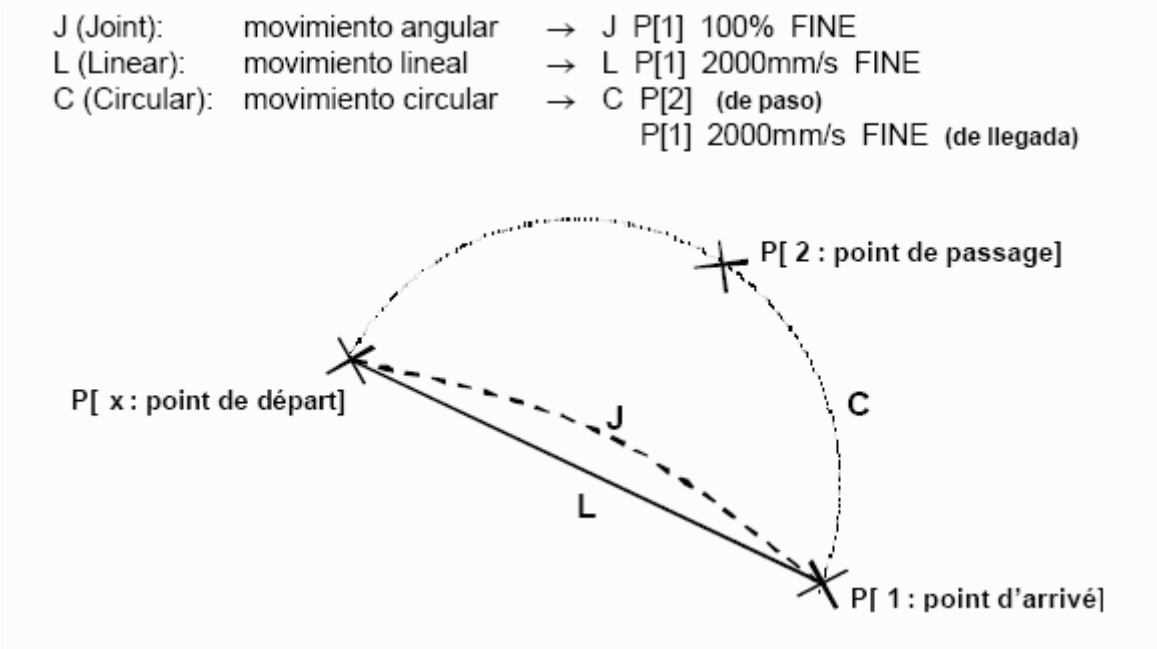
- Instrucciones de pintura para pintar un objeto.
- Instrucciones de movimiento para posicionar el robot.
- Instrucciones de compensación para compensar la información posicional.
- Instrucciones de registro para almacenar la información numérica del programa.
- Instrucciones de registro de posición para almacenar la información posicional del programa.
- Instrucciones de entrada/salida para enviar señales a y recibir señales del equipo en el puesto de trabajo.
- Instrucciones de espera para demorar la ejecución del programa.
- Instrucciones misceláneas.
- Instrucciones de ramificación para controlar la dirección y el orden de flujo del programa.
- Instrucciones de ignorar para mover el robot hasta que una señal es recibida. Una vez recibida la señal, parar y ramificar hasta la instrucción especificada.
- Instrucciones de comando de macro para desempeñar funciones específicas.
- Instrucciones de control múltiple para controlar diferentes grupos de movimiento y diferentes tareas programadas.
- Instrucciones de compensación para compensar la información posicional.
- Instrucciones de control de programa para dirigir ejecución de programa.

Creación de un punto para programación de trayectorias

Desplazar el robot hasta la posición deseada, mediante las teclas de movimiento de la teach-pendant y pulsar **SHIFT + F1: POINT**.

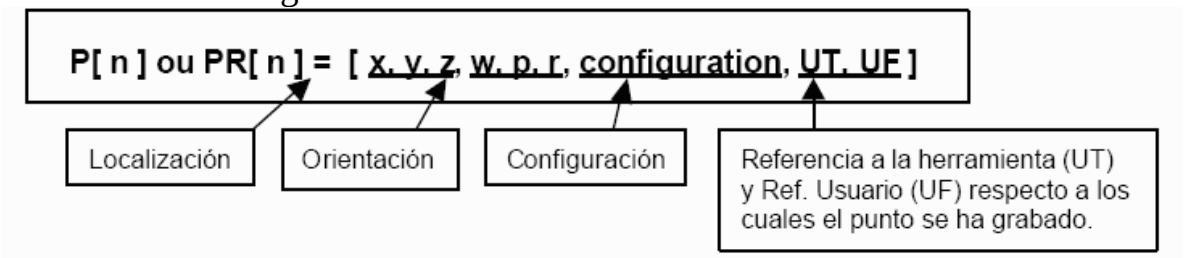


Tipo de movimiento hacia un punto



Tipos de punto

Existen dos tipos de puntos:
Las POSICIONES **P[n]**
Los REGISTROS DE POSICION **PR[n]**
Su formato es el siguiente:



Velocidad

La velocidad se puede expresar de varias formas según el tipo de desplazamiento escogido:

JOINT : valor en % de la velocidad máxima.

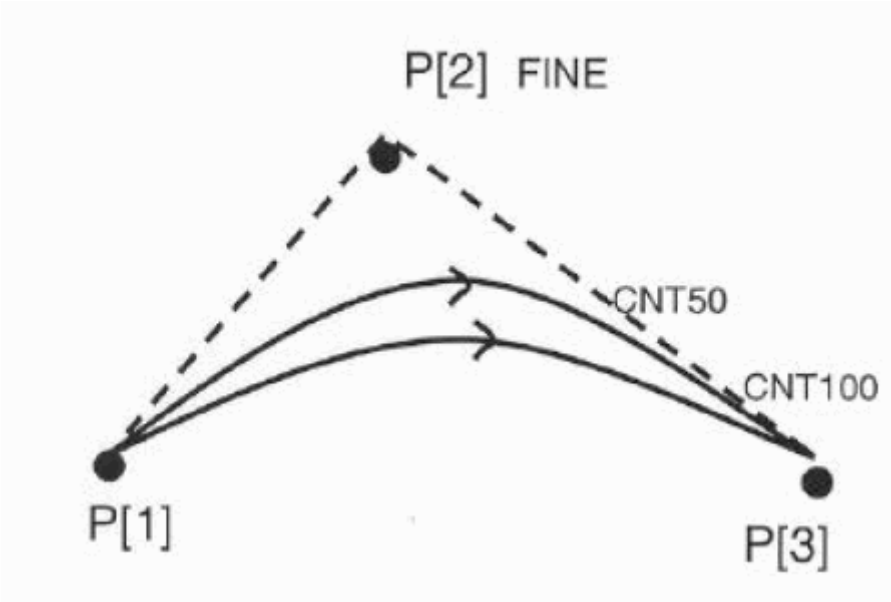
valor en segundos (un tiempo de llegada es impuesto).

L o C : valor en mm/s,valor en cm/min o valor en segundos (un tiempo de llegada es impuesto).

Precisión

La precisión o « tipo de terminación », define como termina el robot el movimiento.

- Precisión fina (FINE): para al robot con una precisión máxima en posición.
- Continuo (CNT): No para sobre el punto programado.



Los programas también se pueden desarrollar en un ordenador para introducirse posteriormente en el controlador del sistema mediante la transferencia de programas entre el controlador R-J y el ordenador a través de un puerto serie Rs-232.

3.9.2 Software Em-Paint de ROBCAD

La herramienta PAINT es una herramienta dedicada a la programación de los robots de pintura. Mediante esta herramienta se programan fácilmente las pasadas (trayectorias) que realizarán la tarea de pintura, y asigna los parámetros de movimiento y pintura a las localizaciones que constituyen la trayectoria. Estos atributos definen como el robot se aproximará a la localización.

Prerrequisitos:

- Importación de los modelos CAD con las superficies en donde se va aplicar la pintura.
- Layout de la célula y el modelo exacto del robot.
- Orientación correcta de la superficie a estudiar (normal dirigida hacia la pistola).
- Modelo de la pistola de aplicación.
- Datos experimentales del cono de pintura y el espesor depositado en ciertas condiciones (obtener del fabricante de pintura la lista de los porcentajes de sólidos y de las densidades en seco y húmedo para las clases de pinturas que se van a utilizar).

Objetivos

- Definición de la trayectoria de pintura del robot (o robots) de la célula, garantizando la perpendicularidad de la aplicación a la superficie que se está aplicando
- Verificación de la correcta accesibilidad para toda la trayectoria
- Simulación del programa de pintura controlando la apertura/cierre de la boquilla, y utilizando diferentes configuraciones de cono de aplicación
- Visualización de la traza del robot, diferenciando la zona en donde se aplica la pintura y la de movimiento sin pintar
- Generación del mapa de espesores (óptimo, exceso y defecto) utilizando la técnica de los colores falsos
- Creación de gráficos para visualizar la diferencia entre la velocidad teórica y la efectiva del punto de trabajo del robot

Reglas de base

Una trayectoria de pintura tiene que satisfacer:

- Ser perpendicular a la superficie.
- Estar sobre la superficie elegida.
- A ser posible en línea recta.
- El vector de movimiento alineado con la curvatura local de la superficie.

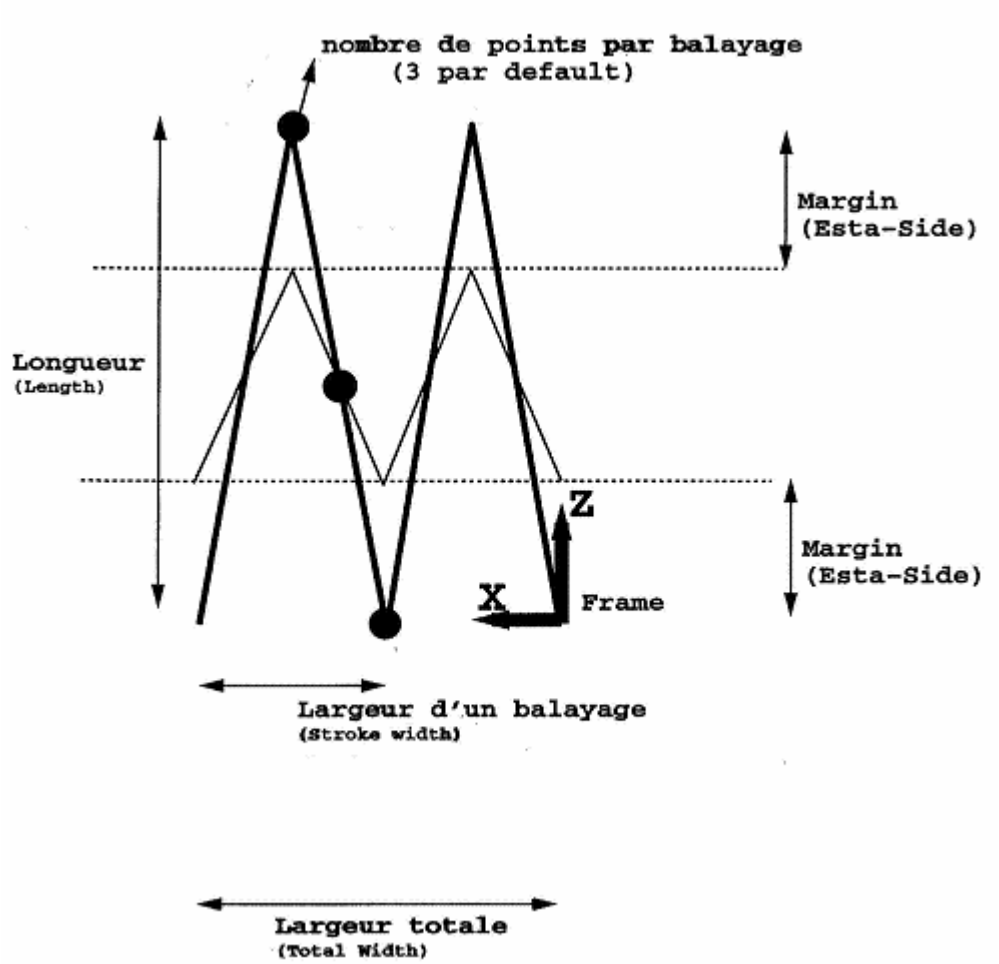
En Robcad/Paint una trayectoria de aplicación de pintura por medio de un pulverizador electroestático giratorio puede generarse de 2 modos distintos en zig-zag (modo triangulo) o longitudinal (modo rectángulo).

En ambas los parámetros contemplados son los siguientes:

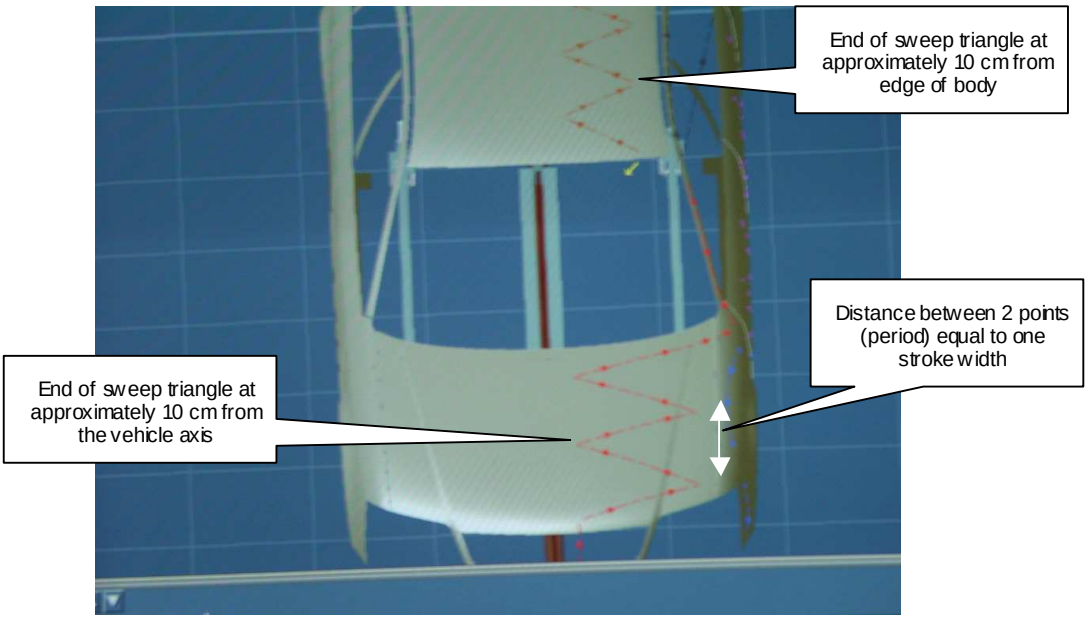
- Anchura de impacto.
- Recubrimiento deseado.
- Espesor requerido.
- Extracto seco de la pintura.
- Rendimiento de aplicación.
- Velocidad transportador.
- Caudal máximo de aplicación.
- Tiempo de cambio de color.
- Paso de los vehículos en la línea.

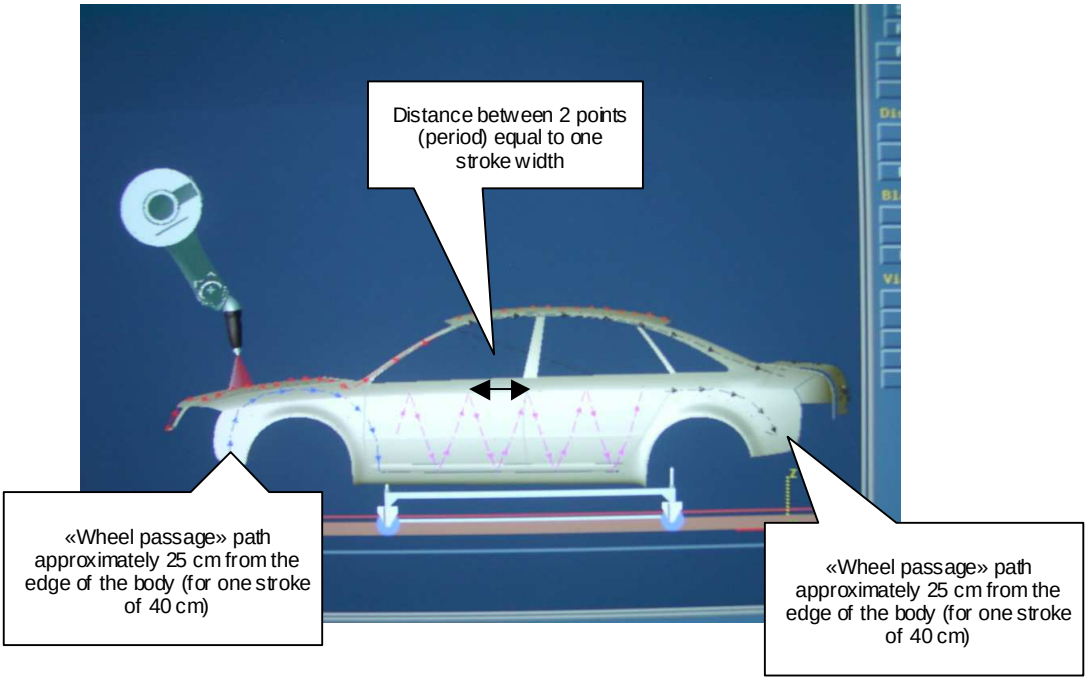
Uno de los principios adoptados sea cual sea el tipo de aplicación es el de conservar tanto como sea posible una velocidad de aplicación constante a lo largo de todo el vehículo. Por lo menos por trayectoria (capó, lado, techo, etc....).
Esto permite utilizar al máximo los mismos parámetros de aplicación.

Programación en modo triangulo

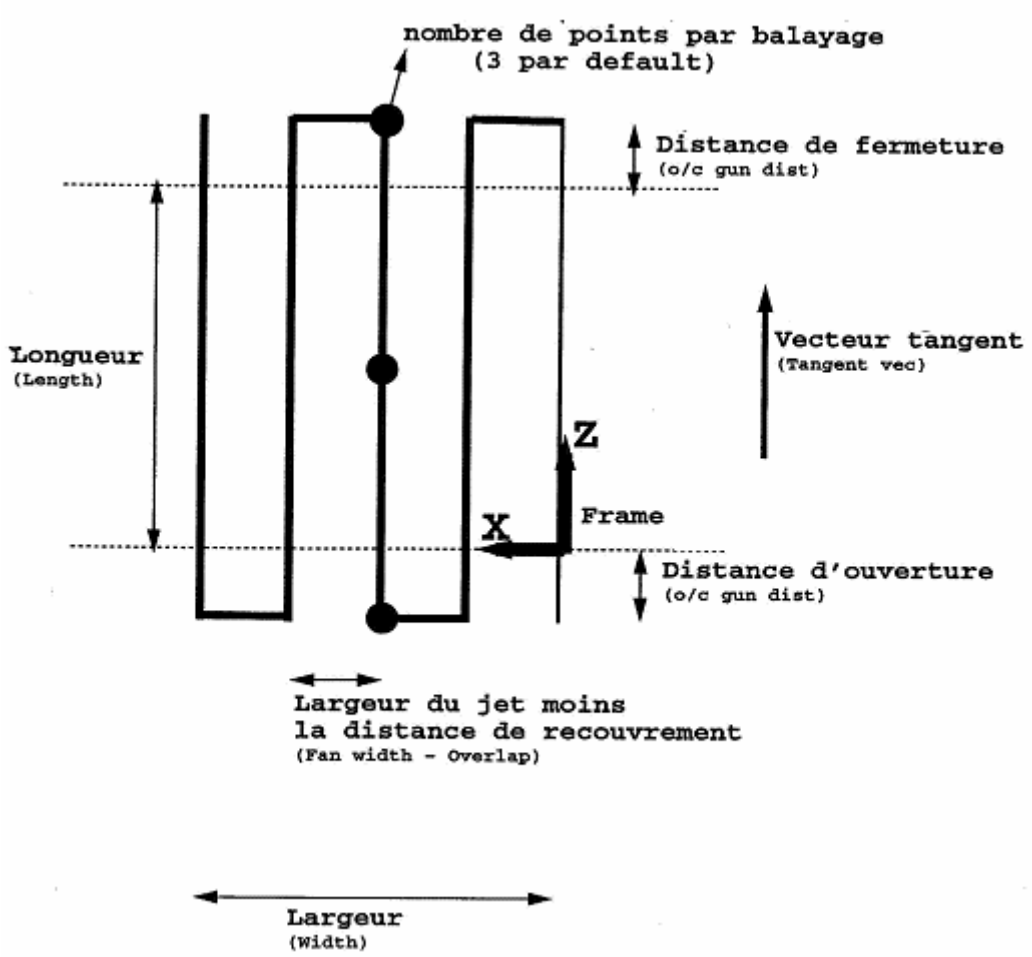


El estampado de pintura se determina mediante los siguientes parámetros:
Ptos/Stroke: Define el número de localizaciones por pasada (de 3 a 9).
Total Width/Length: Ancho y largo del patrón, en la dirección del eje X y Z de la terna generatriz, respectivamente.
Stroke width: Define la amplitud del zig-zag para el ancho del patrón.
Frame: Indica al sistema la terna a partir de la cual será creado el patrón para la trayectoria.
Margin: Genera un margen en la dirección del largo del patrón que será utilizado en la fase de creación de la trayectoria. Las localizaciones en el vértice del zig-zag estarán más internas o externas al patrón el valor indicado.

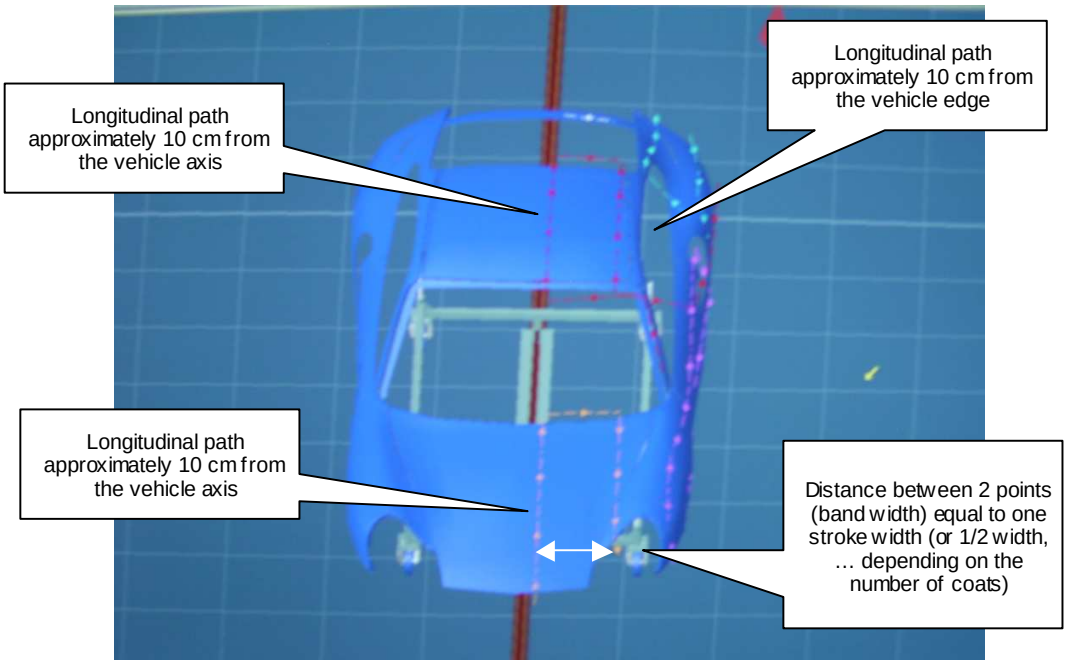

End of sweep triangle at approximately 10 cm from edge of body
Distance between 2 points (period) equal to one stroke width
End of sweep triangle at approximately 10 cm from the vehicle axis

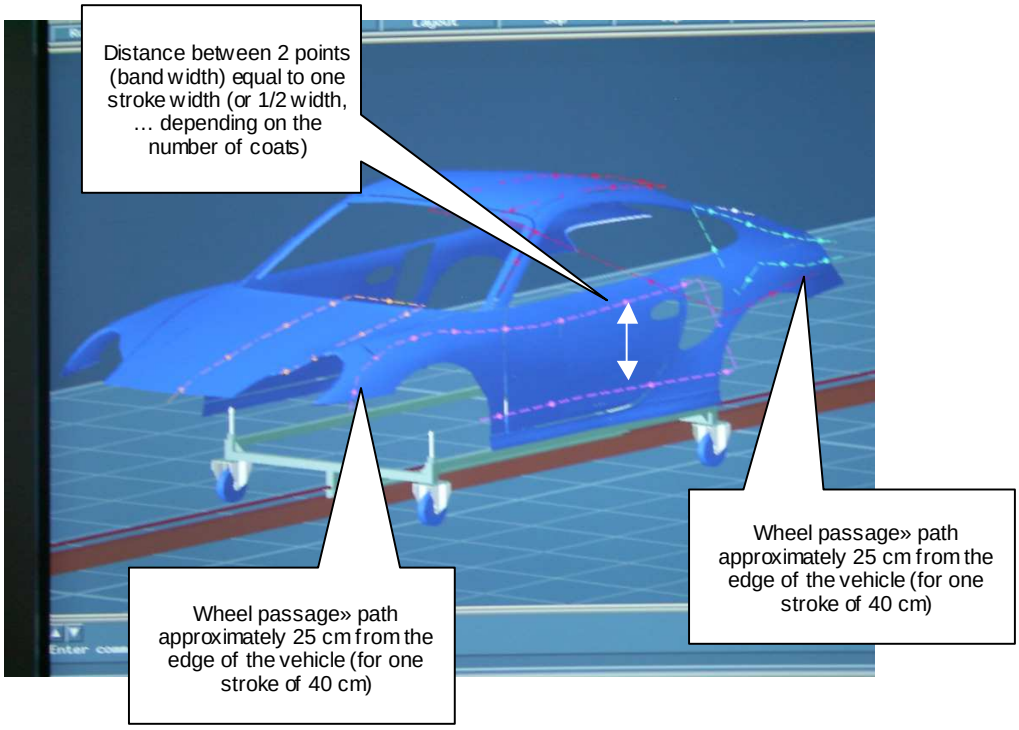

Distance between 2 points (period) equal to one stroke width
«Wheel passage» path approximately 25 cm from the edge of the body (for one stroke of 40 cm)
«Wheel passage» path approximately 25 cm from the edge of the body (for one stroke of 40 cm)

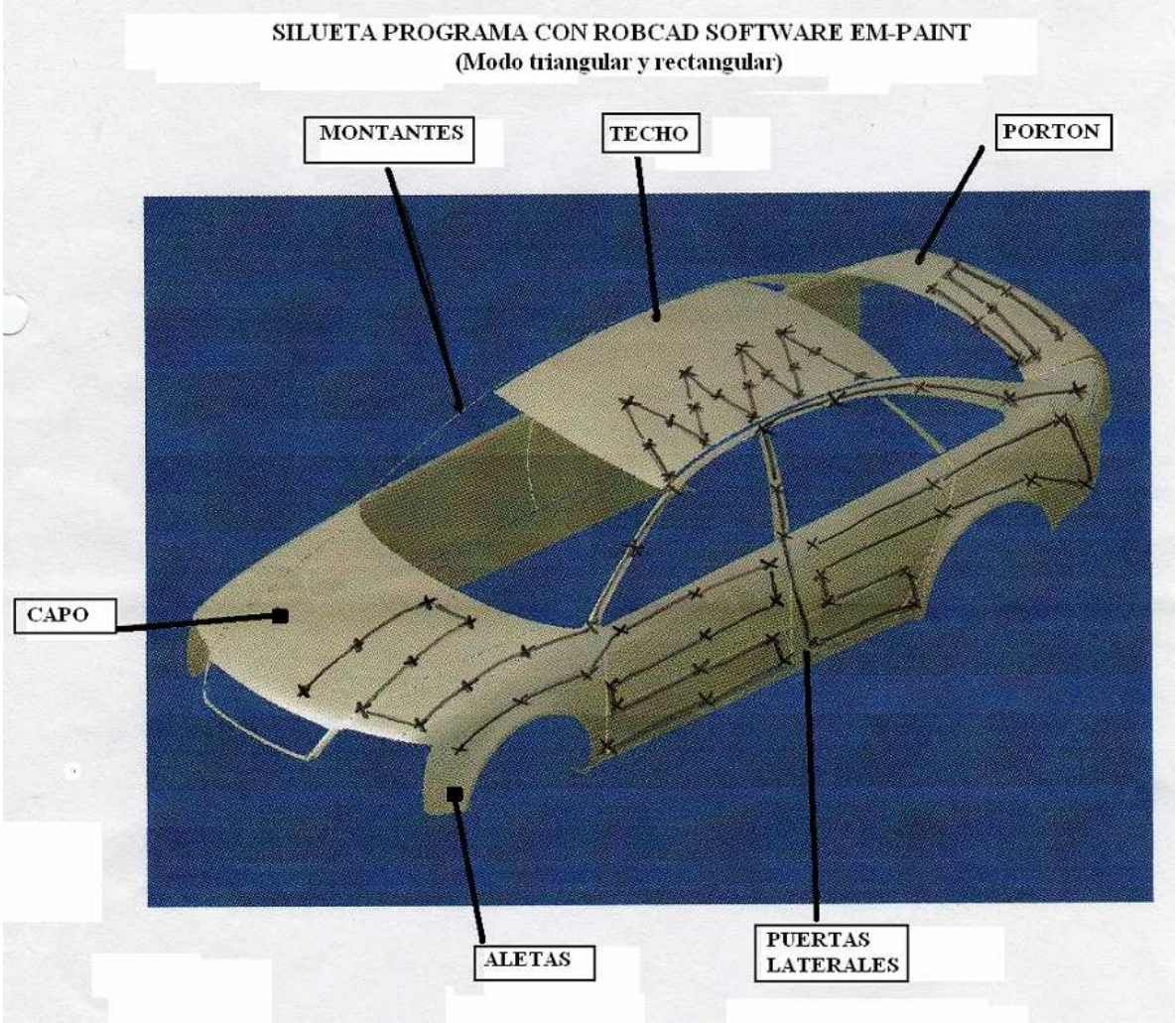
Programación en modo rectángulo



El estampado de pintura se determina mediante los siguientes parámetros:
Ptos/Stroke: Define el número de localizaciones por pasada (de 3 a 9).
Total Width/Length: Ancho y largo del patrón, en la dirección del eje X y Z de la terna generatriz, respectivamente.
Fan width/overlap: Determina el ancho efectivo del abanico de pintura, entre la definición del ancho teórico del abanico y el ancho de sobrecubrimiento.
o/c gun dist: Alarga el patrón del valor indicado el sentido de largo para permitir la apertura anticipada y el cierre retrasado del abanico de pintura.
Tangent vec: Define la dirección del vector de pintura (perpendicular a la superficie) y de movimiento (paralelo a la dirección de la pasada).


Longitudinal path approximately 10 cm from the vehicle axis
Longitudinal path approximately 10 cm from the vehicle edge
Longitudinal path approximately 10 cm from the vehicle axis
Distance between 2 points (band width) equal to one stroke width (or 1/2 width, … depending on the number of coats)


Distance between 2 points (band width) equal to one stroke width (or 1/2 width, … depending on the number of coats)
Wheel passage» path approximately 25 cm from the edge of the vehicle (for one stroke of 40 cm)
Wheel passage» path approximately 25 cm from the edge of the vehicle (for one stroke of 40 cm)


SILUETA PROGRAMA CON ROBCAD SOFTWARE EM-PAINT
(Modo triangular y rectangular)
MONTANTES
TECHO
PORTON
CAPO
ALETAS
PUERTAS LATERALES

PROYECTO FINAL DE MASTER PAIR

SELECCIÓN DE UNA NUEVA ARQUITECTURA DE CONTROL Y SUPERVISION DE UNA CELULA ROBOTIZADA DE PINTADO DE CARROCERIAS

PRESUPUESTO

1. ARQUITECTURA DESCENTRALIZADA

1.1 Mediciones

Para el estudio económico del proyecto para diseñar una arquitectura descentralizada del sistema para pintado se presentan solamente las mediciones de los elementos estándar del material eléctrico y software, considerando los elementos de compra de los conjuntos del sistema mecánico, ingeniería e instalación como un conjunto en el presupuesto total.

Estos elementos de se presentan por conjuntos, estos son:

- I. Controlador de robots.
- II. Autómata estación.
- III. Variorobots.
- IV. Interface HMI-Robcad.
- V . Elementos de Regulación y control.

I. CONTROLADOR DE ROBOTS				
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**PROVEEDOR**	**Unidad**
1.1	Controlador de Robots	RHO4 DE BASE 128 Mo RAM	REXROTH BOSCH	1
1.2	Controlador de PCL	PLC API PC L-L 64k 256 BYTE E/S	REXROTH BOSCH	1
1.3	Carta comunicación Bus SERCOS	Carta PCI SERCOS	REXROTH BOSCH	1
1.4	Carta comunicación Bus Interbus S	Carta PCI BUS IBS	REXROTH BOSCH	1
1.5	Convertidor IBS/Fibra Óptica para Rho4	IBS OPTOSUB MA/M/R LK OPC	PHOENIX CONTACT	1
1.6	Convertidor IBS/Fibra Óptica para PLC	OPTOSUB PLUS K OUT	PHOENIX CONTACT	1
1.7	Conector Fibra Óptica	PSM SET FSMA/4 KT	PHOENIX CONTACT	4
1.8	Hub Ethernet 4 puertos 10 Base-T, RJ45	FL HUB 10 BASE T	PHOENIX CONTACT	2
1.9	Gateway	IBS CT 24 IO GT-LK	PHOENIX CONTACT	1
1.10	Cabeza de estación E/S	IB IL 24 BK LK	PHOENIX CONTACT	1
1.11	Modulo repartición alimentación	IB IL 24 PWR IN	PHOENIX CONTACT	1
1.12	Conector	IB IL SCN PWR IN CP	PHOENIX CONTACT	1
1.13	Carta 16 Salidas Digitales	IB IL 24 DO 16	PHOENIX CONTACT	1
1.14	Carta 16 Entradas Digitales	IB IL 24 DI 16	PHOENIX CONTACT	2
1.15	Conector	IB IL SCN 12 OCP	PHOENIX CONTACT	4
1.16	Conector	IB IL SCN 12 ICP	PHOENIX CONTACT	8
1.17	Encoder Incremental	TR IE-58-A 219-00178	TR ELECTRONICS	1
1.18	Multiplexor	IV 20	TR ELECTRONICS	1
1.19	Cable fibra Óptica simple	PSM LWL KDL 980/1000 30 metros	PHOENIX CONTACT	1

II. AUTÓMATA ESTACION				
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**PROVEEDOR**	**Unidad**
2.1	Chasis Controllogix 4 slots	1756-A4	ALLEN BRADLEY	1
2.2	Tarjeta de comunicación DH+	1756-DHRIO	ALLEN BRADLEY	1
2.3	Tarjeta de comunicación Ethernet	1756-ENET	ALLEN BRADLEY	1
2.4	Procesador Controllogix5555 , 750KBytesDE memoria.	1756-L55M12	ALLEN BRADLEY	1
2.5	Fuente Alimentación 110-220 VCA	1756-PA72	ALLEN BRADLEY	1
2.6	Tarjeta de comunicación Interbus S	SST-IBS-CLX	ALLEN BRADLEY	1
2.7				
2.8				
2.9				

III. VARIOROBOTS (por robot)				
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**PROVEEDOR**	**Unidad**
3.1	Alimentación servo-drive	Módulo 400VAC NV20-3FD	REXROTH BOSCH	1
3.2	Fuente Alimentación	QUINT PS 230 AC/24DC/10/F	REXROTH BOSCH	1
3.3	Servo-drives	Variador DKC03-040-7-FW	REXROTH BOSCH	5
3.4	Servo-motor (eje 1)	MKE096B-047-KG1-KN	REXROTH BOSCH	1
3.5	Servo-motor (eje 2 y 3)	MKE045B-144-KG1-KN	REXROTH BOSCH	2
3.6	Servo-motor (eje 4 y 5)	MKE035B-144-KG1-KN	REXROTH BOSCH	2
3.7	Cable potencia motor 9 mtos	MKE IKG0311/0009	REXROTH BOSCH	6
3.8	Cable encoder 10 mtos	MKE IKS0205/0010	REXROTH BOSCH	5
3.9	Cable Fibra Óptica	Cable FO SERCOS	REXROTH BOSCH	4
3.10	Cabeza de estación E/S	IB IL 24 BK LK	PHOENIX CONTACT	1
3.11	Modulo repartición alimentación	IB IL 24 PWR IN	PHOENIX CONTACT	3
3.12	Conector	IB IL SCN PWR IN CP	PHOENIX CONTACT	3
3.13	Carta 4 Salidas Digitales	IB IL 24 DO 4	PHOENIX CONTACT	4
3.14	Carta 16 Entradas Digitales	IB IL 24 DI 16	PHOENIX CONTACT	1
3.15	Carta 2 entradas analógicas	IB IL AI2/SF	PHOENIX CONTACT	1
3.16	Carta 2 salidas analógicas	IB IL AO2/U/BP	PHOENIX CONTACT	1
3.17	Conector entrada ana	IB IL SCN 6 SHIELD	PHOENIX CONTACT	1
3.18	Conector salidas ana Aislada	IB IL SCN6 Shield-Twin	PHOENIX CONTACT	1
3.19	Conector	IB IL SCN 12 OCP	PHOENIX CONTACT	4
3.20	Conector	IB IL SCN 12 ICP	PHOENIX CONTACT	4
3.21	Cable Fibra Optica hacia Robot	PSM LWL KD HEAVY 980/1000 200 metros	PHOENIX CONTACT	1

IV. INTERFACE HMI -ROBCAD				
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**PROVEEDOR**	**Unidad**
4.1	Convertidor RS232/RS485	Convertidor PSM ME RS232/RS485	PHOENIX CONTACT	1
4.2	PC de mando	PC PPC 5315/633MZ CEL/128MB/20GB/CD-ROM	PHOENIX CONTACT	1
4.3	Estación Cad Unix de SGI	Robcad. Em-Paint V.6.2	TECNOMATIX	1

V. ELEMENTOS REGULACIÓN Y CONTROL (por robot)				
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**PROVEEDOR**	**Unidad**
5.1	Servo-drive bomba	Variador DKC02,3-040-7-FW	REXROTH BOSCH	1
5.2	Servo-motor (bomba)	MKE035B-GG0-KN	REXROTH BOSCH	1
5.3	Bomba 6 cc	PO6200000	POMTAVA	1
5.4	Electrovalvulas 24 v 2.5-10 bar	6524	BÜRKERT	16
5.5	Bloque de neumoválvulas	8644PH10-020-16C-5CO-BUS	BÜRKERT	1
5.6	Controlador caudal aire guía	MFC-8626-DN3-G3/8-4/20 mA	BÜRKERT	1
5.7	Válvula proporcional	DN 4-G¼ – serie 6022/1094 4-20 mA	BÜRKERT	1
5.8	Generador alta tensión	AEL 9003 4-20 mA	EISENMANN	1
5.9	Cable alta tensión 12 mtos	AEL 9006-12	EISENMANN	1
5.10	Convertidor fibra óptica	FS-V21RP	KEYENCE	1
5.11	Fibra óptica 10 mtos	FU-6F (1000)	KEYENCE	1
5.12	Connector Fibra Optica	PSM SET FSMA/4 KT	PHOENIX CONTACT	1
5.13	Cabeza de estación E/S	IB IL 24 BK LK	PHOENIX CONTACT	1
5.14	Modulo repartición alimentación	IB IL 24 PWR IN	PHOENIX CONTACT	2
5.15	Carta 2 entradas analógicas	IB IL AI2/SF	PHOENIX CONTACT	1
5.16	Carta 1 salida analógica	IB IL AO1/SF	PHOENIX CONTACT	2
5.17	Carta 4 salidas digitales	IB IL 24 DO 4	PHOENIX CONTACT	2
5.18	Carta 4 entradas digitales	IB IL 24 DI 4	PHOENIX CONTACT	1
5.19	Carta entrada impulsos	IB IL CNT	PHOENIX CONTACT	1
5.20	Conector entrada ana	IB IL SCN 6 SHIELD	PHOENIX CONTACT	1
5.21	Conector salidas ana/cnt	IB IL AO/CNT PLSET	PHOENIX CONTACT	3
5.22	Conector	IB IL SCN 12 OCP	PHOENIX CONTACT	2
5.23	Conector	IB IL SCN 12 ICP	PHOENIX CONTACT	1

1.2 Cuadro de precios

I. CONTROLADOR DE ROBOTS			
Nº Orden	**DESCRIPCION**	**PRECIO (EUROS)**	**PRECIO EN LETRAS**
1.1	Controlador de Robots RHO4 DE BASE 128 Mo RAM	3416,70	Tres mil cuatrocientos dieciséis con setenta
1.2	Controlador de PCL PLC API PC L-L 64k 256 BYTE E/S	2707,14	Dos mil setecientos siete con catorce
1.3	Carta comunicación Bus SERCOS Carta PCI SERCOS	661,21	Seiscientos sesenta y uno con veinte y uno
1.4	Carta comunicación Bus Interbus S Carta PCI BUS IBS PCI SC/I-T	736,80	Setecientos treinta y seis con ochenta
1.5	Convertidor IBS/Fibra Optica para Rho4 IBS OPTOSUB MA/M/R LK OPC	122,40	Ciento veinte y dos con cuarenta
1.6	Convertidor IBS/Fibra Optica para PLC OPTOSUB PLUS K OUT	246,40	Doscientos cuarenta y seis con cuarenta
1.7	Connector Fibra Optica PSM SET FSMA/4 KT	61,18	Sesenta y uno con dieciocho
1.8	Hub Ethernet 4 puertos 10 Base-T, RJ45 FL HUB 10 BASE T	269,45	Doscientos sesenta y nueve con cuarenta y cinco
1.9	Gateway IBS CT 24 IO GT-LK	648,00	Seiscientos cuarenta y ocho
1.10	Cabeza de estación E/S IB IL 24 BK LK	254,62	Doscientos cincuenta y cuatro con sesenta y dos
1.11	Modulo repartición alimentación IB IL 24 PWR IN	15,36	Quince con treinta y seis
1.12	Conector IB IL SCN PWR IN CP	2,46	Dos con cuarenta y seis
1.13	Carta 16 Salidas Digitales IB IL 24 DO 16	177,98	Ciento setenta y siete con noventa y ocho
1.14	Carta 16 Entradas Digitales IB IL 24 DI 16	143,38	Ciento cuarenta y tres con treinta y ocho
1.15	Conector salidas IB IL SCN 12 OCP	4,60	Cuatro con sesenta
1.16	Conector entradas IB IL SCN 12 ICP	4,60	Cuatro con sesenta
1.17	Encoder Incremental TR IE-58-A 219-00178	1137,85	Mil ciento treinta y siete con ochenta y cinco
1.18	Multiplexor IV 20	779	Setecientos setenta y nueve
1.19	Cable fibra Óptica simple PSM LWL KDL 980/1000 30 metros	155,1	Ciento cincuenta y cinco con uno

II. AUTÓMATA ESTACION			
Nº Orden	**DESCRIPCION**	**PRECIO (EUROS)**	**PRECIO EN LETRAS**
2.1	Chasis Controllogix 4 slots 1756-A4	200	Doscientos
2.2	tarjeta de comunicación DH+ 1756-DHRIO	970	Novecientos setenta
2.3	tarjeta de comunicación Ethernet 1756-ENET	1035	Mil treinta y cinco
2.4	Procesador Controllogix 5555 750 Kb 1756-L55M12	2680	Dos mil seiscientos ochenta y ocho
2.5	Fuente Alimentación 110-220 VCA 1756-PA72	550	Quinientos cincuenta
2.6	tarjeta de comunicación Interbus S SST-IBS-CLX	1750	Mil Setecientos cincuenta
2.7			
2.8			
2.9			
2.10			
2.11			
2.12			
2.13			
2.14			
2.15			
2.16			
2.17			
2.18			

III. VARIOROBOTS			
Nº Orden	**DESCRIPCION**	**PRECIO (EUROS)**	**PRECIO EN LETRAS**
3.1	alimentación servo-drive Módulo 400VAC NV20-3FD	623,15	Seiscientos veinte y tres con quince
3.2	Fuente Alimentación QUINT PS 230 AC/24DC/10/F	345	Trescientos cuarenta y cinco
3.3	Servo-drives Variador DKC03-040-7-FW	1393	Mil trescientos noventa y tres
3.4	Servo-motor (eje 1) MKE096B-047-KG1-KN	4058	Cuatro mil cincuenta y ocho
3.5	Servo-motor (eje 2 y 3) MKE045B-144-KG1-KN	1766	Mil setecientos sesenta y seis
3.6	Servo-motor (eje 4 y 5) MKE035B-144-KG1-KN	2442	Dos Mil cuatrocientos cuarenta y dos
3.7	Cable potencia motor 9 mtos MKE IKG0311/0009	212	Doscientos doce
3.8	Cable encoder 10 mtos MKE IKS0205/0010	129	Ciento veinte y nueve
3.9	Cable Fibra Optica FO SERCOS 25cm	50	Cincuenta
3.10	Cabeza de estación E/S IB IL 24 BK LK	254,62	Doscientos cincuenta y cuatro con sesenta y dos
3.11	Modulo repartición alimentación IB IL 24 PWR IN	15,36	Quince con treinta y seis
3.12	Conector IB IL SCN PWR IN CP	2,46	Dos con cuarenta y seis
3.13	Carta 4 Salidas Digitales IB IL 24 DO 4	59,33	Cincuenta y nueve con treinta y tres
3.14	Carta 16 Entradas Digitales IB IL 24 DI 16	143,38	Ciento cuarenta y tres con treinta y ocho
3.15	Carta 2 entradas analógicas IB IL AI2/SF	194,05	Ciento noventa y cuatro con cinco
3.16	Carta 2 salidas analógicas IB IL AO2/U/BP	195,29	Ciento noventa y cinco con veinte y nueve
3.17	Conector entrada ana IB IL SCN 6 SHIELD	5,46	Cinco con cuarenta y seis
3.18	conector salidas ana Aislada IB IL SCN 6 Shield-Twin	5,46	Cinco con cuarenta y seis
3.19	Conector IB IL SCN 12 OCP	4,60	Cuatro con sesenta
3.20	Conector IB IL SCN 12 ICP	4,60	Cuatro con sesenta
3.21	Cable Fibra Optica hacia Robot PSM LWL KD HEAVY 980/1000 200 metros	724	Setecientos veinte y cuatro

IV. INTERFACE HMI-ROBCAD			
Nº Orden	**DESCRIPCION**	**PRECIO (EUROS)**	**PRECIO EN LETRAS**
4.1	Convertidor RS232/RS485 PSM ME RS232/RS485	319,30	Trescientos diecinueve con treinta
4.2	PC de mando PC PPC 5315/633MZ CEL/128MB/20GB/CD-ROM	3416,70	Tres mil cuatrocientas dieciséis con setenta
4.3	Estación Unix de SGI Robcad. Em-Paint V.6.2	35500	Treinta y cinco mil quinientos

V. ELEMENTOS REGULACIÓN Y CONTROL			
Nº Orden	**DESCRIPCION**	**PRECIO (EUROS)**	**PRECIO EN LETRAS**
5.1	Servo-drive bomba Variador DKC02,3-040-7-FW	1393	Mil trescientos noventa y tres
5.2	Servo-motor (bomba) MKE035B-GG0-KN	2115	Dos mil ciento quince
5.3	Bomba 6 cc	3607,50	Tres mil seiscientos siete con cincuenta
5.4	Electrovalvulas 24 v 2.5-10 bar 6524	30,15	Treinta con quince
5.5	Bloque de neumoválvulas 8644PH10-020-16C-5CO-BUS	328	Trescientos veinte y ocho
5.6	Controlador caudal aire guía MFC-8626-DN3-G3/8-4/20 mA	1626,25	Mil seiscientos veinte y seis con veinte y cinco
5.7	Válvula proporcional DN 4-G¼ – serie 6022/1094 4-20 mA	245	Doscientos cuarenta y cinco
5.8	Generador alta tensión AEL 9003 4-20 mA	2853	Dos mil ochocientos cincuenta y tres
5.9	Cable alta tensión 12 mtos AEL 9006-12	435	Cuatrocientos treinta y cinco
5.10	Convertidor fibra óptica FS-V21RP FS-V21RP	282	Doscientos ochenta y dos
5.11	Fibra óptica 10 mtos FU-6F (1000)	264,50	Doscientas sesenta y cuatro con cincuenta
5.12	Connector Fibra Optica PSM SET FSMA/4 KT	61,18	Sesenta y uno con dieciocho
5.13	Cabeza de estación E/S IB IL 24 BK LK	254,62	Doscientos cincuenta y cuatro con sesenta y dos
5.14	Modulo repartición alimentación IB IL 24 PWR IN	15,36	Quince con treinta y seis
5.15	Carta 2 entradas analógicas IB IL AI2/SF	194,05	Ciento noventa y cuatro con cinco
5.16	Carta 1 salida analógica IB IL AO1/SF	126,07	Ciento veinte y seis con siete
5.17	Carta 4 salidas digitales IB IL 24 DO 4	59,33	Cincuenta y nueve con treinta y tres
5.18	Carta 4 entradas digitales IB IL 24 DI 4	43,26	Cuarenta y tres con veinte y seis
5.19	Carta entrada impulsos IB IL CNT	171,60	Ciento setenta y uno con sesenta
5.20	Conector entrada ana IB IL SCN 6 SHIELD	4,60	Cuatro con sesenta
5.21	conector salidas ana/cnt IB IL AO/CNT PLSET	7,92	Siete con noventa y dos
5.22	Conector IB IL SCN 12 OCP	4,60	Cuatro con sesenta
5.23	Conector IB IL SCN 12 ICP	4,60	Cuatro con sesenta

1.3 Aplicaciones de precios

1.3.1 Material eléctrico

I. CONTROLADOR DE ROBOTS					
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**Precio Unitario**	**Unidad**	**TOTAL (Euros)**
1.1	Controlador de Robots	RHO4 DE BASE 128 Mo RAM	3416,70	1	3416,70
1.2	Controlador de PCL	PLC API PC L-L 64k 256 BYTE E/S	2707,14	1	2707,14
1.3	Carta comunicación Bus SERCOS	Carta PCI SERCOS	661,21	1	661,21
1.4	Carta comunicación Bus Interbus S	Carta PCI BUS IBS	736,80	1	736,80
1.5	Convertidor IBS/Fibra Óptica para Rho4	IBS OPTOSUB MA/M/R LK OPC	122,40	1	122,40
1.6	Convertidor IBS/Fibra Óptica para PLC	OPTOSUB PLUS K OUT	246,40	1	246,4
1.7	Connector Fibra Óptica	PSM SET FSMA/4 KT	61,18	4	244,72
1.8	Hub Ethernet 4 puertos 10 Base-T, RJ45	FL HUB 10 BASE T	269,45	2	538,90
1.9	Gateway	IBS CT 24 IO GT-LK	648,00	1	648
1.10	Cabeza de estación E/S	IB IL 24 BK LK	254,62	1	254,62
1.11	Modulo repartición alimentación	IB IL 24 PWR IN	15,36	1	15,36
1.12	Conector	IB IL SCN PWR IN CP	2,46	1	2,46
1.13	Carta 16 Salidas Digitales	IB IL 24 DO 16	177,98	1	177,98
1.14	Carta 16 Entradas Digitales	IB IL 24 DI 16	143,38	2	286,76
1.15	Conector	IB IL SCN 12 OCP	4,60	4	18,4
1.16	Conector	IB IL SCN 12 ICP	4,60	8	36,8
1.17	Encoder Incremental	TR IE-58-A 219-00178	1137,85	1	1137,85
1.18	Multiplexor	IV 20	779	1	779
1.19	Cable fibra Óptica simple	PSM LWL KDL 980/1000 30 metros	155,1	1	155,1
TOTAL CONTROLADOR DE ROBOTS			**12.186,6 euros**		

II. AUTÓMATA ESTACION					
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**Precio Unitario**	**Unidad**	**TOTAL (Euros)**
2.1	Chasis Controllogix 4 slots	1756-A4	200	1	200
2.2	tarjeta de comunicación DH+	1756-DHRIO	970	1	970
2.3	tarjeta de comunicación Ethernet	1756-ENET	1035	1	1035
2.4	Procesador Controllogix5555 750 Kb	1756-L55M12	2680	1	2680
2.5	Fuente Alimentación 110/220 VCA	1756-PA72	550	1	550
2.6	tarjeta de comunicación Interbus S	SST-IBS-CLX	1750	1	1750
2.7					
TOTAL AUTÓMATA ESTACION			**7.185 euros**		

III. VARIOROBOTS					
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**Precio Unitario**	**Unidad**	**TOTAL (Euros)**
3.1	Alimentación servo-drive	Módulo 400VAC NV20-3FD	623,15	1	623,15
3.2	Fuente Alimentación	QUINT PS 230 AC/24DC/10/F	345	1	345
3.3	Servo-drives	Variador DKC02,3-040-7-FW	1393	5	6965
3.4	Servo-motor (eje 1)	MKE096B-047-KG1-KN	4058	1	4058
3.5	Servo-motor (eje 2 y 3)	MKE045B-144-KG1-KN	1766	2	3532
3.6	Servo-motor (eje 4 y 5)	MKE035B-144-KG1-KN	2442	2	4884
3.7	Cable potencia motor 9 mtos	MKE IKG0311/0009	212	6	1272
3.8	Cable encoder 10 mtos	MKE IKS0205/0010	129	5	645
3.9	Cable Fibra Óptica	Cable FO SERCOS 25cm	50	4	200
3.10	Cabeza de estación E/S	IB IL 24 BK LK	254,62	1	254,62
3.11	Modulo repartición alimentación	IB IL 24 PWR IN	15,36	3	46,08
3.12	Conector	IB IL SCN PWR IN CP	2,46	3	7,38
3.13	Carta 4 Salidas Digitales	IB IL 24 DO 4	59,33	4	237,32
3.14	Carta 16 Entradas Digitales	IB IL 24 DI 16	143,38	1	143,38
3.15	Carta 2 entradas analógicas	IB IL AI2/SF	194,05	1	194,05
3.16	Carta 2 salidas analógicas	IB IL AO2/U/BP	195,29	1	195,29
3.17	Conector entrada ana	IB IL SCN 6 SHIELD	5,46	1	5,46
3.18	conector salidas ana Aislada	IB IL SCN6 Shield-Twin	5,46	1	5,46
3.19	Conector	IB IL SCN 12 OCP	4,60	4	18,4
3.20	Conector	IB IL SCN 12 ICP	4,60	4	18,4
3.21	Cable Fibra Optica hacia Robot	PSM LWL KD HEAVY 980/1000 200 metros	724	1	724
					24373,99
TOTAL VARIOROBOTS (por 4 robot)			**97.495,96 euros**		

IV. INTERFAZ HMI-ROBCAD					
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**Precio Unitario**	**Unidad**	**TOTAL (Euros)**
4.1	Convertidor RS232/RS485	PSM ME RS232/RS485	319,30	1	319,30
4.2	PC de mando	PC PPC 5315/633MZ CEL/128MB/20GB/CD-ROM	3416,70	1	3416,70
4.3	Estación Unix de SGI	Robcad. Em-Paint V.6.2	35500	1	35500
TOTAL INTERFAZ HMI-ROBCAD			**39.236 euros**		

V. ELEMENTOS DE REGULACIÓN YCONTROL					
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**Precio Unitario**	**Unidad**	**TOTAL (Euros)**
5.1	Servo-drive bomba	Variador DKC02,3-040-7-FW	1393	1	1393
5.2	Servo-motor (bomba)	MKE035B-GG0-KN	2115	1	2115
5.3	Bomba 6 cc	PO6200000	3607,50	1	3607,50
5.4	Electrovalvulas 6524 24 v 2.5-10 bar	8644PH10-020-16C-5CO-BUS	30,15	16	482,4
5.5	Bloque de neumoválvulas	8644PH10-020-16C-5CO-BUS	328	1	328
5.6	Controlador caudal aire guía	MFC-8626-DN3-G3/8-4/20 mA	1626,25	1	1626,25
5.7	Válvula proporcional	DN 4-G¼ – serie 6022/1094 4-20 mA	245	1	245
5.8	Generador alta tensión	AEL 9003 4-20 mA	2853	1	2853
5.9	Cable alta tensión 12 mtos	AEL 9006-12	435	1	435
5.10	Convertidor fibra óptica	FS-V21RP	282	1	282
5.11	Fibra óptica 10 mtos	FU-6F (1000)	264,50	1	264,50
5.12	Connector Fibra Optica	PSM SET FSMA/4 KT	61,18	1	61,18
5.13	Cabeza de estación E/S	IB IL 24 BK LK	254,62	1	254,62
5.14	Modulo repartición alimentación	IB IL 24 PWR IN	15,36	2	30,72
5.15	Carta 2 entradas analógicas	IB IL AI2/SF	194,05	1	194,05
5.16	Carta 1 salida analógica	IB IL AO1/SF	126,07	2	252,14
5.17	Carta 4 salidas digitales	IB IL 24 DO 4	59,33	2	118,66
5.18	Carta 4 entradas digitales	IB IL 24 DI 4	43,26	1	43,26
5.19	Carta entrada impulsos	IB IL CNT	171,60	1	171,60
5.20	Conector entrada ana	IB IL SCN 6 SHIELD	4,60	1	4,60
5.21	conector salidas ana/cnt	IB IL AO/CNT PLSET	7,92	3	23,76
5.22	Conector	IB IL SCN 12 OCP	4,60	2	9,20
5.23	Conector	IB IL SCN 12 ICP	4,60	1	4,60
					14800,04
TOTAL ELEMENTOS REGULACIÓN Y CONTROL (por 4 robot)			**59.200,16 euros**		

1.3.2 Software

El software de control con sus respectivas licencias:

SOFTWARE				
Nº Orden	**DESIGNACION**	**PROVEEDOR**	**VERSION**	**Precio**
PLC estación	RSLOGIX5000 9324-RLD300NXESE	ROCKWELL	10.00.00	2365
	RSLINX Profesional 9355-WABESE	ROCKWELL	V2.20.02	1465
	CMDTOOLS	PHOENIX CONTACT	IBS CMD SWT G4	1325
HMI	Windows 2000	Microsoft	profesional	300
	RSview32 Runtime 5000 tags 9301-2SE3350ESE	ROCKWELL	Version 6.30.16	2890
	RSview32 Works 5000 tags 9301-2SE2350ESE	ROCKWELL	Version 6.30.16	5230
RHO4	Windows NT	Microsoft	Service Pack 4	300
	WIN SPS Software	Bosch Rexroth	V3.20	2225
	Drive Top	Bosch Rexroth	V13v06	1800
	Wintools	Bosch Rexroth	PLC-Tools V6.1	1300
	Rops on line	Bosch Rexroth	RC-Tools VO04L	2600
TOTAL SOFTWARE				**21.800 euros**

1.4. Presupuesto total

El presente presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de:

Capitulo I. Controlador de robots	12.186,6 €
Capitulo II. Autómata Estación	7.185 €
Capitulo III. Vario robots	97.495,96 €
Capitulo IV. Interfaz HMI	39.236 €
Capitulo V. Elementos regulación y control	59.200,16 €
TOTAL MATERIAL ELECTRICO	215.304 €

TOTAL SOFTWARE..... 21.800 €

TOTAL MATERIAL MECANICO.....225.000 €

TOTAL MATERIAL.....462.104 €

El presupuesto total incluye los elementos de compra de materiales eléctricos , software , mecánicos, ingeniería e instalación.

TOTAL INGENIERIA..... 462.104 €

TOTAL INSTALACIÓN..... 46.210 €

TOTAL PROYECTO…….....…….....970.418 €

El presupuesto Total del presente proyecto es de **NOVECIENTOS SETENTA MIL CUATROCIENTOS DIECIOCHO EUROS.**

.

2. ARQUITECTURA CENTRALIZADA

2.1 Mediciones

Para el estudio económico del proyecto para diseñar una arquitectura centralizada del sistema para pintado se presentan solamente las mediciones de los elementos estándar del material eléctrico y software, considerando los elementos de compra de los conjuntos del sistema mecánico, ingeniería e instalación como un conjunto en el presupuesto total.

Estos elementos de se presentan por conjuntos, estos son:

- I. Controlador System R-J.
- II. Autómata estación (ya existente).
- III. Robots P-155.
- IV. Interface PanelView.
- V. Elementos regulación y control (ya existente).

I. CONTROLADOR SYSTEM RJ (por robot)				
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**PROVEEDOR**	**Unidad**
1.1	CPU	A16B-2200-084	FANUC ROBOTICS	1
1.2	Controladora de ejes	A16B-2200-085	FANUC ROBOTICS	1
1.3	Fuente alimentación	A16B-1212-0471	FANUC ROBOTICS	1
1.4	Placa Emergencia	A16B-1600-052	FANUC ROBOTICS	1
1.5	Panel de operador	A05B-2308-C003	FANUC ROBOTICS	1
1.6	Módulo E/S	A03B-0807-C011	FANUC ROBOTICS	1
1.7	Chasis 10 slots	A03B-0807-C001	FANUC ROBOTICS	1
1.8	Tarjeta 16 entradas digitales	A03B-0807-C104	FANUC ROBOTICS	4
1.9	Tarjeta 16 salidas digitales	A03B-0807-C154	FANUC ROBOTICS	4
1.10	Tarjeta de 4 salidas analógicas	A03B-0807-C052	FANUC ROBOTICS	2
1.11	Teach-pendant	A05B-2301-C335	FANUC ROBOTICS	1
1.12	Módulo FROM	A20B-2901-0891	FANUC ROBOTICS	1
1.13	Módulo RAM	A05B-2901-0500	FANUC ROBOTICS	4
1.14	Módulo SCC	A05B-2901-0430	FANUC ROBOTICS	1
1.15	Módulo SLC2	A05B-2901-0440	FANUC ROBOTICS	1
1.16	Módulo M321	A05B-2901-0450	FANUC ROBOTICS	1
1.17	Cable teach	A660-2003-T908#L10 mts	FANUC ROBOTICS	1

II. AUTÓMATA ESTACION				
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**PROVEEDOR**	**Unidad**
2.1	Chasis 16 slots	1771-A4B	ALLEN BRADLEY	1
2.2	Procesador PLC-5/60 CON 64 KWords RAM, 3072 E/S, 1 Puerto RS-232, 4 Canales DH+/RIO	1785-L60B	ALLEN BRADLEY	1
2.3	Fuente Alimentación interna 220vac 8 A	1771-PA2	ALLEN BRADLEY	1
2.4	Módulo 32 entradas digitales10-30 vdc	1771 IBN	ALLEN BRADLEY	2
2.5	Módulo 32 salidas digitales10-30 vdc	1771 OBN	ALLEN BRADLEY	2
2.6	Tarjeta de 4 entradas analógicas (12 bit)	1771 IFE	ALLEN BRADLEY	1
2.7	Módulo 4 salidas analógicas tensión (1-5/0-10/+-10 VCC)	1771 OFE 1	ALLEN BRADLEY	1
2.8	Módulo 4 salidas analógicas intensidad (4-20 MA)	1771 OFE2	ALLEN BRADLEY	1

III. ROBOTS P155 (por robot)				
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**PROVEEDOR**	**Unidad**
3.1	Alimentación servo-drives	Módulo 400VAC	FANUC ROBOTICS	1
3.2	Servo-drives 1 eje	A06B-6066-H006	FANUC ROBOTICS	1
3.3	Servo-drives 2 ejes	A06B-6066-H235	FANUC ROBOTICS	3
3.4	Servo-motor (eje 1)	A06B-0163-B175	FANUC ROBOTICS	1
3.5	Servo-motor (eje 2)	A06B-0163-B175	FANUC ROBOTICS	1
3.6	Servo-motor (eje 3)	A06B-0373-B175	FANUC ROBOTICS	1
3.7	Servo-motor (eje 4)	A06B-0371-B175	FANUC ROBOTICS	1
3.8	Servo-motor (eje 5)	A06B-0113-B178	FANUC ROBOTICS	1
3.9	Servo-motor (eje 6)	A06B-0113-B178	FANUC ROBOTICS	1
3.10	Servo-motor (eje 7-translación)	A06B-0502-B755	FANUC ROBOTICS	1

IV. INTERFACE PANEL VIEW				
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**PROVEEDOR**	**Unidad**
4.1	Panelview 600 teclado y pantalla táctil. Comunicaciones RS-232 DF1 y Puerto impresora	2711-B6C16	ALLEN BRADLEY	1
4.2	Cable RS-232 para Panelview 600 (9 Pins a minidin) 5 Metros	2711-CBL-PM05	ALLEN BRADLEY	1

1.2. Cuadro de precios

I. CONTROLADOR DE ROBOTS			
Nº Orden	**DESCRIPCION**	**PRECIO (EUROS)**	**PRECIO EN LETRAS**
1.1	CPU A16B-2200-0841	3238	Tres mil doscientos treinta y ocho
1.2	Controladora de ejes A16B-2200-085	1941	Mil novecientos cuarenta y uno
1.3	Fuente alimentación A16B-1212-0471	1514	Mil quinientos catorce
1.4	Placa Emergencia A16B-1600-0523	1230	Mil doscientos treinta
1.5	Panel de operador A05B-2308-C003	967	Novecientos sesenta y siete
1.6	Módulo E/S A03B-0807-C011	246	Doscientos cuarenta y seis
1.7	Chasis 10 slots A03B-0807-C001	272	Doscientos setenta y dos
1.8	Tarjeta 16 entradas digitales A03B-0807-C104	269	Doscientos sesenta y nueve
1.9	Tarjeta 16 salidas digitales A03B-0807-C154	269	Doscientos sesenta y nueve
1.10	Tarjeta de 4 salidas analógicas A03B-0807-C052	648	Seiscientos cuarenta y ocho
1.11	Teach-pendant A05B-2301-C335	374	Trescientos setenta y cuatro
1.12	Módulo FROM A20B-2901-0891	2260	Dos mil doscientos sesenta
1.13	Módulo RAM A20B-2901-0500	1375	Mil trescientos setenta y cinco
1.14	Módulo SCC A20B-2901-0430	359	Trescientos cincuenta y nueve
1.15	Módulo SLC2 A20B-2901-0440	335	Trescientos treinta y cinco
1.16	Módulo M321 A20B-2901-0450	214	Doscientos catorce
1.17	Cable teach A660-2003-T908#L10 mts	303	Trescientos tres

II. AUTÓMATA ESTACION			
Nº Orden	**DESCRIPCION**	**PRECIO (EUROS)**	**PRECIO EN LETRAS**
2.1	Chasis 16 slots1771-A4B	680	Seiscientos ochenta
2.2	Procesador PLC-5/60 CON 64 KWords RAM, 3072 E/S, 1 Puerto RS-232, 4 Canales DH+/RIO 1785-L60B	9845	Nueve mil ochocientos cuarenta y cinco
2.3	Fuente Alimentación interna1771-PA2	785	Setecientos ochenta y cinco
2.4	Módulo 32 entradas digitales 1771 IBN 10-30 vdc	590	Quinientos noventa
2.5	Módulo32 salidas digitales 1771 OBN 10-30 vdc	840	Ochocientos cuarenta
2.6	Módulo 4 entradas analogicas (12 bit) 1771 IFE	1455	Mil cuatrocientos cincuenta y cinco
2.7	Módulo 4 salidas analogicas tensión 1771 OFE1 (1-5/0-10/+-10 VCC)	1455	Mil cuatrocientos cincuenta y cinco
2.8	Módulo 4 salidas analogicas intensidad 1771 OFE2 (4-20 MA)	1455	Mil cuatrocientos cincuenta y cinco

III. ROBOTS P-155			
Nº Orden	**DESCRIPCION**	**PRECIO (EUROS)**	**PRECIO EN LETRAS**
3.1	Alimentación servo-drives Módulo 400VAC	778	Setecientos setenta y ocho
3.2	Servo-drives 1 eje A06B-6066-H006	2433	Dos mil cuatrocientos treinta y tres
3.3	Servo-drives 2 ejes A06B-6066-H235	3610	Tres mil seiscientos diez
3.4	Servo-motor (eje 1) A06B-0163-B175	2443	Dos mil cuatrocientos cuarenta y tres
3.5	Servo-motor (eje 2) A06B-0163-B175	2443	Dos mil cuatrocientos cuarenta y tres
3.6	Servo-motor (eje 3) A06B-0373-B175	3076	Tres mil setenta y seis
3.7	Servo-motor (eje 4) A06B-0371-B175	3249	Tres mil doscientos cuarenta y nueve
3.8	Servo-motor (eje 5) A06B-0113-B178	1554	Mil quinientos cincuenta y cuatro
3.9	Servo-motor (eje 6) A06B-0113-B178	1554	Mil quinientos cincuenta y cuatro
3.10	Servo-motor (eje 7-translación) A06B-0502-B755	4254	Cuatro mil doscientos cincuenta y cuatro

IV. INTERFACE PANEL VIEW			
Nº Orden	**DESCRIPCION**	**PRECIO (EUROS)**	**PRECIO EN LETRAS**
4.1	Panelview 600 teclado y pantalla táctil. Comunicaciones RS-232 DF1 y Puerto impresora. 2711-B6C16	1740	Mil setecientos cuarenta
4.2	Cable RS-232 para Panelview 600 (9 Pins a minidin) 5 Metros 2711-CBL-PM05	120	Ciento veinte

2.3 Aplicación de precios

2.3.1 Material eléctrico

I. CONTROLADOR SYSTEM R-J					
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**Precio Unitario**	**Unidad**	**TOTAL (Euros)**
1.1	CPU	A16B-2200-084	3238	1	3238
1.2	Controladora de ejes	A16B-2200-085	1941	1	1941
1.3	Fuente alimentación	A16B-1212-0471	1514	1	1514
1.4	Placa Emergencia	A16B-1600-052	1230	1	1230
1.5	Panel de operador	A05B-2308-C003	967	1	967
1.6	Módulo E/S	A03B-0807-C011	246	1	246
1.7	Chasis 10 slots	A03B-0807-C001	272	1	272
1.8	Tarjeta 16 entradas digitales	A03B-0807-C104	269	4	1076
1.9	Tarjeta 16 salidas digitales	A03B-0807-C154	269	4	1076
1.10	Tarjeta de 4 salidas analógicas	A03B-0807-C052	648	2	1296
1.11	Teach-pendant	A05B-2301-C335	374	1	374
1.12	Módulo FROM	A20B-2901-0891	2260	1	2260
1.13	Módulo RAM	A20B-2901-0500	1375	4	5500
1.14	Módulo SCC	A20B-2901-0430	359	1	359
1.15	Módulo SLC2	A20B-2901-0440	335	1	335
1.16	Módulo M321	A20B-2901-0450	214	1	214
1.17	Cable teach	A660-2003-T908#L10 mts	303	1	303
					22.201
TOTAL CONTROLADOR SYSTEM R-J (por 4)			**88.804 euros**		

II. AUTÓMATA ESTACION					
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**Precio Unitario**	**Unidad**	**TOTAL (Euros)**
2.1	Chasis 16 slots	1771-A4B	680	1	680
2.2	Procesador PLC-5/60 CON 64 KWords RAM, 3072 E/S, 1 Puerto RS-232, 4 Canales DH+/RIO	1785-L60B	9845	1	9845
2.3	Fuente Alimentación interna 220 vca 8A	1771-P2	785	1	785
2.4	Módulo 32 entradas digitales 10-30 vdc	1771 IBN	590	2	1180
2.5	Módulo 32 salidas digitales 10-30 vdc	1771 OBN	840	2	1680
2.6	Módulo 4 entradas analogicas (12 bit)	1771 IFE	1455	1	1455
2.7	Módulo de 4 salidas analogicas tensión (1-5/0-10/+-10 VCC)	1771 OFE1	1455	1	1455
2.8	Módulo 4 Salidas analogicas intensidad (4-20 MA)	1771 OFE2	1455	1	1455
TOTAL AUTÓMATA ESTACION			**18.535 euros**		

III. ROBOTS P-155					
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**Precio Unitario**	**Unidad**	**TOTAL (Euros)**
3.1	Alimentación servo-drives	Módulo 400VAC	778	1	778
3.2	Servo-drives 1 eje	A06B-6066-H006	2433,08	1	2433,08
3.3	Servo-drives 2 ejes	A06B-6066-H235	3610,92	3	10832,76
3.4	Servo-motor (eje 1)	A06B-0163-B175	2443	1	2443
3.5	Servo-motor (eje 2)	A06B-0163-B175	2443	1	2443
3.6	Servo-motor (eje 3)	A06B-0373-B175	3076	1	3076
3.7	Servo-motor (eje 4)	A06B-0371-B175	3249	1	3249
3.8	Servo-motor (eje 5)	A06B-0113-B178	1554	1	1554
3.9	Servo-motor (eje 6)	A06B-0113-B178	1554	1	1554
3.10	Servo-motor (eje 7-translación)	A06B-0502-B755	4254	1	4254
					32.616,84
TOTAL ROBOTS P-155 (por 4 robot)			**130.467 euros**		

IV. INTERFAZ PANEL VIEW					
Nº Orden	**DENOMINACION**	**REFERENCIA**	**Precio Unitario**	**Unidad**	**TOTAL (Euros)**
4.1	Panelview 600 teclado y pantalla táctil. Comunicaciones RS-232 DF1 y Puerto impresora	2711-B6C16	1740	1	1740
4.2	Cable RS-232 para Panelview 600 (9 Pins a minidin) 5 Metros	2711-CBL-PM05	120	1	120
TOTAL INTERFAZ PANEL VIEW			**1.860 euros**		

2.3.2 Software

El software de control con sus respectivas licencias

SOFTWARE				
Nº Orden	**DESIGNACION**	**PROVEEDOR**	**VERSION**	**Precio**
PLC estación	RSLOGIX5 9324-RL5300ENE	ROCKWELL	V05.00.01	2605
	RSLINX Profesional9355-WABESE	ROCKWELL	V02.20.02	1465
HMI	Panel builder 32 2711E-ND1ES	ROCKWELL	V03.81.00	1215
System R-J	Painttools	FANUC ROBOTICS	V03.00	10000
TOTAL SOFTWARE			**15.045 euros**	

2.4 PRESUPUESTO TOTAL

El presente presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de:

Capitulo I. Controlador de robots System- RJ	88.804 €
Capitulo II. Autómata Estación	----------
Capitulo III. Robots P-155	130.467 €
Capitulo IV. Interfaz Panel View	1.860 €
Capitulo V. Elementos regulación y control	----------

TOTAL MATERIAL ELECTRICO ..... 221.131 €

TOTAL SOFTWARE.....15.045 €

TOTAL MATERIAL MECANICO..... 110.565 €

TOTAL MATERIAL..... 346.741 €

El presupuesto total incluye los elementos de compra de materiales eléctricos , software , mecánicos, ingeniería e instalación.

TOTAL INGENIERIA..... 346.741 €

TOTAL INSTALACIÓN..... 34.674 €

TOTAL PROYECTO…….....….....728.156 €

El presupuesto Total del presente proyecto es de **SETECIENTOS VEINTE Y OCHO MIL CIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS**