



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad al servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍAS,
INDUSTRIAS Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Diseño de un Sistema de Control Automatizado de Traslación de Planchas
para la empresa Induglob

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO**

AUTOR: LUIS MARCELO PLAZA CHAPA

DIRECTOR: Msc. Ing. Carlos Flores Vázquez

MATRIZ CUENCA

2017

DECLARACION

Yo, Luis Marcelo Plaza Chapa, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento; y eximo expresamente a la Universidad Católica de Cuenca y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

La Universidad Católica de Cuenca puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y la normatividad institucional vigente.

Luis Marcelo Plaza Chapa

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Luis Marcelo Plaza Chapa, bajo mi supervisión.

Msc. Ing. Carlos Flores Vázquez

DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a Dios, por permitirme terminar mi carrera en este duro camino de mi vida, a mi querida Madre y hermanos por ese apoyo incondicional, a mi Padre que desde el cielo supo guiarme con sus bendiciones.

Un agradecimiento muy especial a la Empresa Induglob y a su departamento de Proyectos Mecánicos y Automatización por facilitarme sus instalaciones y equipos para realizar este trabajo de investigación.

De manera muy especial quiero agradecer a mi director de Tesis el Msc. Ing. Carlos Flores Vázquez, quien con su humildad y tiempo supo guiarme para la conclusión de esta Tesis.

DEDICATORIA

A mis hijos, a mí adorada Esposa quienes en el transcurso de mi carrera supieron esperarme y comprenderme por el esfuerzo realizado.

INDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACION	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA.....	v
INDICE DE CONTENIDOS	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS.....	xii
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
1. CAPITULO 1	4
1.1. Introducción.....	4
1.2. FUNDAMENTACIÓN.....	4
1.2.1. Concepto general de la automatización industrial.....	4
1.2.2. Fases de puesta en marcha de un proyecto de automatización.....	4
1.2.3. Autómatas Lógicos Programables PLC.....	6
1.2.4. Programa y lenguajes de programación.....	6
1.2.5. Interfaz Hombre Máquina, HMI.....	7
1.2.6. Redes Industriales.....	7
1.2.7. Servo Motores Industriales.....	8
1.2.8. Servoamplificadores Industriales.....	9
1.3. Situación Actual.....	10
1.4. Objetivo General.....	10
1.5. Objetivos específicos.....	10
2. CAPITULO 2	11
2.1. Desarrollo de la propuesta.....	11

2.1.1. Análisis de ciclos a Automatizar.	12
2.1.2. Análisis en modo manual del sistema.....	15
2.1.3. Diagrama de Secuencias del diseño del Sistema de Control Automatizado de Traslación de Planchas para la empresa Induglob.....	16
2.1.4. Metodología de análisis para el desarrollo de la Automatización.....	20
2.2. Análisis de equipos necesarios.....	21
2.2.1. Equipos necesarios para el movimiento de los alimentadores # 1-2-3-4.....	21
2.2.2. Equipos necesarios para el movimiento del martillo de la prensa excéntrica..	21
2.2.3. Equipos necesarios para el movimiento del carro de transferencia.	22
2.2.4. Eventos adicionales para el cambio de nuevo modelo de Matrices Duplex. ...	22
2.1. Selección de sensores.....	23
2.2. Selección de actuadores.....	24
2.2.1. Análisis Técnico de los Servomotores HF-KP-73 para el movimiento de los alimentadores.	24
2.2.2. Características Técnicas de los Servomotores HF-KP-73 Mitsubishi.....	26
2.2.3. Análisis Técnico de los Servomotores HF-SP-102 para el movimiento de los carros transportadores.....	28
2.3. Análisis del Variador de Frecuencia FR-F720-02330-NA de Mitsubishi.	32
2.4. Actuadores Neumáticos.....	33
2.5. Selección de controlador.....	36
2.5.1. Selección de equipos para el Sistema Automático de Traslación de Planchas.	37
2.6. Establecimiento de comunicación.....	43
2.6.1. Configuración del Controlador Lógico Programable PLC Q06UDEHCPU.....	44
2.6.2. Establecimiento de comunicación del PLC Q06UDEHCPU.....	46
2.6.3. Procedimiento de Programación del PLC Q06UDHCPU.	46
2.6.4. Establecimiento de comunicación de los Servoamplificadores MR-J3-100B y MR-J3-70B.	47
2.7. Selección, programación y configuración de la interfaz con el usuario.....	50
2.7.1. Configuración de la Interfaz con el usuario.....	51

2.7.2. Procedimientos para el establecimiento de comunicación de la Interfaz HMI.	52
2.7.3. Programación de la Interfaz Hombre Maquina HMI-Kinco 4513-TE.....	52
2.8. Diseño Final del Sistema.	53
2.8.1. Elaboración del Planos Eléctricos del Sistema de Control.....	53
2.8.2. Cableado del Tablero de Control.....	53
2.8.3. Ejemplo de Programación en LADDER del PLC Q06UDEHCPU.	54
2.8.4. Potencia Instalada del Sistema Automático de Traslación de Planchas.	55
2.8.5. Inversión del Proyecto para el Sistema de Traslación de Planchas.....	56
2.8.6. Análisis de Indicadores Financieros.	56
2.8.7. Presupuesto de Equipos y Materiales.	60
2.8.1. Análisis del costo de mano de obra calificada.	61
2.8.2. Costo Total del Proyecto.	61
3. CAPITULO 3	62
3.1 Pruebas.....	62
3.1.1. Pruebas de comunicación entre servos amplificadores y servomotores.	62
3.1.2. Conexión de los interruptores termo magnéticas.....	62
3.1.3. Control de Alimentación a los Servoamplificadores.....	63
3.1.4. Conexión del Controlador Lógico Programable PLC Q06UDEHCPU.	63
3.2 Resultados esperados y obtenidos.....	65
3.1.5. Resultados obtenidos del Módulo de Posicionamiento QD75MH4.	65
4. CAPITULO 4	68
4.1. Conclusiones.	68
4.2. Recomendaciones.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	70
ANEXOS	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fases de la puesta en marcha de un proyecto.	5
Figura 2. Hmi Kinco MT4513TE	7
Figura 3. Pirámide de niveles de una red industrial	8
Figura 4. Servomotores Industriales.....	9
Figura 5. Servoamplificadores MITSUBISHI MR-J3-100B.....	9
Figura 6. Layout del área de trabajo de la prensa excéntrica CALININ.....	11
Figura 7. Prensa Excéntrica CALININ	12
Figura 8. Matriz DUPLEX	12
Figura 9. Ciclo de movimiento del Alimentador 1.....	13
Figura 10. Ciclo de movimiento del Alimentador 2.....	13
Figura 11. Ciclo de movimiento del Alimentador 3.....	14
Figura 12. Ciclo de movimiento del carro de transferencia	14
Figura 13. Ciclo de movimiento del Alimentador 3.....	15
Figura 14. Ciclo de movimiento del Alimentador 4.....	15
Figura 15. Recorrido de los carros alimentadores y transportadores.....	16
Figura 16. Distribución de los carros transportadores.....	16
Figura 17. Diagrama de secuencia del evento 1.....	17
Figura 18. Diagrama de secuencia del evento 2.....	17
Figura 19. Diagrama de secuencia del evento 3.....	18
Figura 20. Diagrama de secuencia del evento 4.....	18
Figura 21. Diagrama de secuencia del evento 5.....	19
Figura 22. Diagrama de secuencia del evento 7.....	19
Figura 23. Sensor SICK serie IME12-04BNSZC0K	23
Figura 24. Ubicación de los alimentadores 1-2-3-4.....	24
Figura 25. Plancha Frontal 32" QZ.	25
Figura 26. Plancha Frontal 32" QZ troquelada.....	26

Figura 27. Plancha Frontal 32" QZ estampada.....	26
Figura 28. Comportamiento del torque.	27
Figura 29. Servomotor de 750 W. Serie HF-KP-73.....	27
Figura 30. Datos técnicos de la caja reductora AF075-S2-P2	27
Figura 31. Caja reductora serie AF075-S2-P2.....	28
Figura 32. Acoplamiento de la caja AF075-S2-SP	28
Figura 33. Carros transportadores en las columnas de la prensa excéntrica.....	29
Figura 34. Comportamiento del torque	30
Figura 35. Servomotor de 1KW serie HF-SP-102.....	30
Figura 36. Datos técnicos de la caja reductora serie AFR075-S2-P2	31
Figura 37. Caja reductora serie AF075-S2-SP	31
Figura 38. Acoplamiento de la caja AFR075-S2-SP.	32
Figura 39. Esquema de funcionabilidad del Variador de Frecuencia	33
Figura 40. Bomba de Vacío PIAB piCOMPACT®23 SX12	34
Figura 41. Ventosa BFFT90P.5S.G69MR	35
Figura 42. Sistema de sujeción y la distribución de las ventosas.....	36
Figura 43. Diagrama funcional de las bombas de vacío PIAB y las ventosas.....	36
Figura 44. Esquema de comunicación entre los dispositivos utilizados para el diseño.	38
Figura 45. Unidad Base Q38DB para el montaje de los módulos inteligentes.	39
Figura 46. Esquema del Módulo de Alimentación Q61P a los dispositivos de hardware .	39
Figura 47. Módulos Combinado de entradas y salidas QX41Y41P.....	40
Figura 48. Rampa de aceleración y desaceleración en S.....	41
Figura 49. Interpolación circular con dos ejes.....	41
Figura 50. Esquema de conexión de los módulos	42
Figura 51. Configuración de Hardware.....	44
Figura 52. Logo del software GX Works 2	44
Figura 53. Ventana de ingreso a la configuración.....	45

Figura 54. Selección de los módulos de posicionamiento QD75MH4 y QX41Y41P.....	45
Figura 55. Ventana para la asignación de dirección IP al PLC Q06UDEHCPU	46
Figura 56. Diagrama del procedimiento de comunicación del PLC.....	46
Figura 57. Diagrama del procedimiento de programación del PLC.....	47
Figura 58. Logo del Software GX Configurator-QP.....	47
Figura 59. Ventana principal para los ajustes de los servoamplificadores	50
Figura 60. Logo del Software para la configuración de la interfaz HMI.	51
Figura 61. Configuración de la Interfaz (HMI-KINCO).....	51
Figura 62. Diagrama de comunicación de la interfaz HMI-Kinco.....	52
Figura 63. Diagrama de la programación en la (HMI-KINCO).....	52
Figura 64. Lamina de conexión del circuito de fuerza a los servomotores.	53
Figura 65. Conexión de los componentes eléctricos en el tablero de control.....	54
Figura 66. Diagrama de programación en lenguaje ladder.	54
Figura 67. Distribución de los sensores de seguridad en la maquina Calinin	55
Figura 68. Conexión de los servoamplificadores.	62
Figura 69. Distribución de los interruptores termo magnético.	62
Figura 70. Distribución de los Contactores.	63
Figura 71. Conexión del controlador (PLC-Mitsubishi).....	63
Figura 72. Conexión de prueba de los servomotores.	64
Figura 73. Esquema general de las conexiones realizadas en el tablero.....	64
Figura 74. Muestreo de velocidades y posiciones asignadas en las pruebas.	65
Figura 75. Estado de entradas y salidas de los servomotores.....	66
Figura 76. Registro de las memorias internas del módulo QD75MH4	66
Figura 77. Curva del comportamiento del torque, velocidad y pulsos del servomotor.....	67
Figura 78. Comportamiento de la aceleración y torque en vacío con 2000ms.....	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Equipos necesarios para los cuatro alimentadores.....	21
Tabla 2. Equipos necesarios para el movimiento del martillo.	22
Tabla 3. Materiales que se involucran para el sistema de centrado.....	22
Tabla 4. Elementos y equipos necesarios para el movimiento	23
Tabla 5. Características de los sensores SICK.....	24
Tabla 6. Modelo de Planchas con sus espesores.....	25
Tabla 7. Características del servomotor HF-KP-73.....	26
Tabla 8. Datos técnicos obtenidos por APEX DYNAMIX de la caja reductora.	28
Tabla 9. Características del Servomotor HF-SP-102	29
Tabla 10. Datos técnicos de la caja reductora.	31
Tabla 11. Pruebas de frecuencia óptima.	32
Tabla 12. Características del Variador de Frecuencia FR-F720-02330-NA	33
Tabla 13. Características de la bomba de vacío PIAB serie piCOMPACT®23 SX12 x2. .	34
Tabla 14. Características de las ventosas Suction cup BFFT90P.5S.G69MR	35
Tabla 15. Características del Controlador Lógico Programable Q06UDEHCPU	37
Tabla 16. Características de la Unidad Base Q38DB de Mitsubishi Electric.	38
Tabla 17. Características del Módulo de Alimentación Q61P	39
Tabla 18. Características del módulo de entradas QX41Y41P	40
Tabla 19. Características Generales del Módulo de Posicionamiento QD75MH4.....	42
Tabla 20. Características de los servoamplificadores MR-J3-100B / MR-J3-70B	43
Tabla 21. Configuración de datos a los servoamplificadores MR-J3-100B / MR-J3-70B. .	48
Tabla 22. Configuración de SERVO PARAMETER DATA.....	49
Tabla 23. Cuadro de Cargas del Sistema Automático.	56
Tabla 24. Análisis Económico de la Mano de Obra con ocho operadores	57
Tabla 25. Análisis Económico de la Mano de Obra con once operadores	57
Tabla 26. Indicadores Económicos con ocho operadores.....	58

Tabla 27. Indicadores Económicos con once operadores.....	59
Tabla 28. Costo general de los equipos.	60
Tabla 29. Análisis del costo de la mano de obra calificada.....	61
Tabla 30. Costo Total del Proyecto.	61
Tabla 31. Valores actuales de los servomotores.	65

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Lamina de la Alimentación Principal al Tablero de mando.	71
ANEXO 2. Alimentación de la Fuente de Poder	72
ANEXO 3. Alimentación de los Servomotores de Potencia de 750 W.	73
ANEXO 4. Alimentación de los Servomotores de Potencia de 1000W	74
ANEXO 5. Alimentación del Variador de Frecuencia	75
ANEXO 6. Alimentación del módulo de seguridad SIEMENS 3TK28	76
ANEXO 7. Módulo de Entradas QX41Y41P	77
ANEXO 8. Lamina de la distribución del PLC-Q06UDEH-CPU	78
ANEXO 9. Alimentación de la Interfaz HMI-KINCO	79

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño de un Sistema Automático de Traslación de Planchas para la elaboración de paneles frontales y posteriores que formaran parte de las cocinas ha producir por la empresa Induglob.

El sistema permitirá tener un control automático empleando para ello dispositivos tecnológicos como PLC (Programador Lógico Programable), servomotores, servoamplificadores entre otros.

Las trayectorias de movimiento y posiciones serán enviadas al controlador utilizando el protocolo de comunicación SSCNET III (Servo System Controller Network) por medio de fibra óptica. El diseño contempla colocar una interfaz HMI para el monitoreo y manipulación de un operador.

El sistema principal lo comandara un (PLC) **Q06UDEHCPU** con la capacidad de controlar hasta 32 ejes con ocho módulos **QD75MH4** sobrepuestos. Cada módulo puede comandar hasta cuatro ejes. Finalmente el proyecto se enfoca en la implementación de los tableros de control, conectividad de los distintos dispositivos y pruebas de servomotores.

Palabras clave: Automatización con servomotores, traslación de planchas, PLC, HMI, Sensores, Automatización Industrial.

ABSTRACT

This paper presents the design of an automatic system for translating plates for the production of front and rear panels that are part of the stoves produced by Induglob.

The system will allow automatic control using technological devices such as PLC (Programmable Logic Programmer), servo motors, servo amplifiers, among others.

The motion paths and positions will be sent to the controller using the SSCNET III communication protocol (Servo System Controller Network) via optical fiber. The design contemplates placing an HMI interface for the monitoring and manipulation of an operator.

The main system will be controlled by a **Q06UDEHCPU (PLC)** with the ability to control up to 32 axes with eight overlapping **QD75MH4** modules. Each module can command up to four axes. Finally, the project focuses on the implementation of control panels, connectivity of different devices and tests of servomotors.

Key words: Automation with servomotors, plate translation, PLC, HMI, Sensors, Industrial Automation.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está enfocado en la Sub Línea de la Automatización de Control de Procesos, que consiste en desarrollar un Diseño de un Sistema de Control Automatizado de Traslación de Planchas para incrementar la producción de los tableros frontales y posteriores de las cocinas de inducción para la Empresa Cuencana Induglob, lo que se pretende es dejar documentando los diseños de los planos eléctricos, potencias instaladas del sistema así como realizar las configuraciones de comunicación entre los equipos electrónicos y los ajustes de los parámetros para la puesta en servicio de los equipos de potencia de igual manera realizar la instalación del tablero de control y finalmente realizar las pruebas de funcionamiento, para desarrollar esta propuesta fue necesario adquirir los equipos de potencia así como sus suministros eléctricos.

El desarrollo de esta investigación está dividida en cuatro capítulos de las cuales el primero está relacionada con la fundamentación teórica en automatización y control de procesos. El capítulo segundo y el más importante se enfoca en el desarrollo de la propuesta, en el análisis de los equipos necesarios, en la selección de sensores, selección de actuadores así como en la clasificación de los actuadores, controladores, selección de Hardware, análisis financiero y la metodología que se utilizara para elaborar el automatismo.

En el capítulo tres se relata las pruebas y resultados obtenidos del funcionamiento eléctrico y electrónico del sistema, que son importantes para realizar correcciones y ajustes de los equipos para la puesta en servicio para una posible implementación.

El capítulo cuatro hace referencia a las conclusiones finales de la investigación en base a los objetivos propuestos, así como las recomendaciones a terceros.

La elaboración de esta investigación es muy importante para la Empresa, por elaborar un diseño con un sistema totalmente automatizado a su línea de producción generando productividad y calidad en sus productos así como innovación tecnológica en su maquinaria.

Se realizó una recopilación de información en el departamento de producción obteniendo en su historial retrasos constantes para la fabricación de los tableros frontales y posteriores, analizando estos inconvenientes se plantea automatizar la elaboración de estos productos, es necesario acotar que los retrasos surgía por que el sistema de transformación a los productos es manual.

El resultado de los objetivos propuestos tuvo un alcance satisfactorio ya que se logró cumplir con lo planteado en el diseño, realizando desde la instalación de los componentes eléctricos así como la obtención de resultados esperados.

Para el desarrollo de esta investigación la Empresa Induglob dio todas las facilidades del caso teniendo acceso a sus equipos informáticos, al laboratorio de automatización, acceso a la información de producción y al uso de los software de los controladores, entre otros, pero lo más relevante fue la compra de los componentes eléctricos y electrónicos de potencia que se diseñó en la propuesta para realizar las pruebas y puestas en servicio.

La metodología que se utilizó fue en base a la investigación realizada en el capítulo 2.1.4

1. CAPITULO 1

1.1. Introducción.

Los continuos avances tecnológicos que se presentan en las industrias han ido generando cambios paulatinos en la fabricación de productos, fruto de estos crecimientos entre la ciencia y las nuevas técnicas han generado cambios y transformaciones de un material a productos sean estos de uso común o de consumo, el uso de nuevas técnicas productivas, las maquinarias y nuevos sistemas se inician con métodos de control totalmente automatizados. (Jímenez, 2007).

En 1972, en la ciudad de Cuenca (Ecuador) nace la empresa Indurama, actualmente conocida como INDUGLOB, al inicio de los primeros años ensamblan refrigeradoras con el asesoramiento y licencia de WCI-USA y cocinas de horno con el respaldo de Tecno gas Italia.

Al pasar de los años por la década de los 80, inician una producción en línea, con grandes esfuerzos en 1985 exportan por primera vez sus productos a Perú, debido a este crecimiento y a la tecnología en el año 2013 se sitúa entre los 25 países de la región latinoamericana de Centro, Sur América y el Caribe, no obstante en el 2014 inician la producción de cocinas de inducción posicionándose como marca en toda la región del Ecuador.

Debido a que sus productos son distribuidos a países de Centro América y el Caribe, INDUGLOB, trabaja bajo normativas de cada país (Chile, Colombia, Perú y Venezuela) y certificaciones ISO 9001, sellos de calidad INEN para cocinas, refrigeradoras y congeladores.

El siguiente trabajo de investigación propone, realizar un diseño automático de traslación de planchas para el proceso de troquelado y doblado de tableros frontales y posteriores de las cocinas que se fabrican.

Para el desarrollo de este diseño, se utilizaran componentes eléctricos y electrónicos de potencia, como servomotores, controladores lógicos programables, paneles operadores etc. Los diseños, así como simulaciones y configuraciones de los equipos electrónicos y eléctricos se realizaran en los laboratorios del departamento de automatización de la empresa Induglob.

1.2. FUNDAMENTACIÓN.

1.2.1. Concepto general de la automatización industrial.

Se considera automatización industrial a la gestión de información en las empresas para la toma de decisiones en tiempo real, estos factores involucran a la informática y al control de sistemas automatizados de forma autónoma que son desarrollados con criterio de ingeniería. Las actividades de los seres humanos dentro de una industria de producción se encomienda a maquinas que disponen de sistemas totalmente automatizado que procesan la información más rápido que el hombre, con procedimientos matemáticos, algoritmos, etc., siendo así más fácil y cómodo sin ejercer mucho esfuerzo físico al hombre. (Córdova Nieto, 2006).

1.2.2. Fases de puesta en marcha de un proyecto de automatización.

Al momento de realizar un estudio o un proyecto a automatizar es necesario tomar en cuenta ciertos criterios que son esenciales para el éxito del proyecto, si bien es cierto al desarrollar proyectos de alta complejidad amerita la necesidad de pedir apoyo a ciertas departamentos técnicos de la empresa, (seguridad, logística, ingeniería industrial, automatización, distribución, mantenimiento etc.), las fases que deben ser controladas son las siguientes. (Ponsa & Granollers)

- Automatización.
- Supervisión.
- Interacción.
- Implementación.
- Pruebas.

Se ilustra las fases de puesta en marcha para la gestión de un proyecto en la Figura 1.

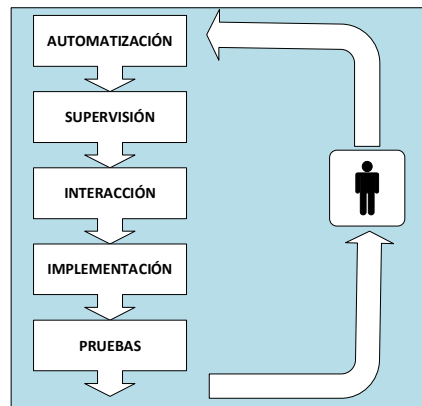


Figura 1. Fases de la puesta en marcha de un proyecto.
Fuente: (Ponsa & Granollers)

1.2.2.1. Automatización.

Dentro de la fase de automatización tenemos que considerar y aplicar los avances tecnológicos que la ingeniería nos presenta, en los últimos años se han desarrollado ciertos procesos con autómatas programables cada vez más renovados, que conjuntamente con ciertas variables como las sensoriales y actuadores como motores lo vuelven un equipo muy sofisticado. (Ponsa & Granollers).

1.2.2.2. Supervisión.

La supervisión está vinculada dentro de las fases de un proyecto, pues establece que hay que reunir las prioridades más importantes que sucede dentro del entorno de una máquina o un cierto proceso, estas prioridades las genera el técnico encargado del departamento de automatización o el cliente. (Ponsa & Granollers).

1.2.2.3. Interacción.

La interacción es una de las fases fundamentales que permiten al técnico interactuar con la máquina o a un cierto proceso que se está realizando debido a una lógica de control automatizada.

1.2.2.4. Implementación.

Después de haber analizado las fases de automatización, supervisión, interacción, se muestra la implementación, que es una de la fase donde se aplica las habilidades y experiencia del técnico, en la práctica de automatismo con los autómatas programables y sus diferentes tipos de lenguajes de programación que tienen estos equipos. (Ponsa & Granollers).

1.2.2.5. Pruebas.

La fase de pruebas se lo realiza después de la implementación, una vez realizada el software de programación o el algoritmo, el técnico está en todo el derecho de verificar su lógica de control e interactuar con los procesos desde el panel de mando. (Ponsa & Granollers).

1.2.3. Autómatas Lógicos Programables PLC.

Debido a la aparición de diferentes tecnologías, sean estos mecánicos, eléctricos, químicos etc. A mediados del siglo XX, los procesos en las industrias eran más complejas de controlar por las múltiples variables que surgían al momento de fabricar un producto, el ser humano en esos tiempos carecía de habilidades para poder controlar de forma directa un control. Por esta razón al ver los grandes inconvenientes que se presentaban en esas épocas se plantea desarrollar equipos electrónicos denominados autómatas lógicos programables capaces de procesar y memorizar variables externas que con la combinación de condiciones ejecuten un proceso controlado (Mandado Pérez, Marcos Acevedo, Fernández Silva, & Armesto Quiroga, 2009).

Revisando proyectos implementados con controladores lógicos programables (PLC) en las industrias se muestran proyectos realizados, como la implementación de un “Control Adaptativo Implantado en un Micro PLC S7-200” con una CPU 224 de la marca siemens, este PLC da la facilidad de trabajar con este dispositivo ya que maneja una programación donde se mezcla las aritmética en un punto flotante. (Pérez Ramírez, Campoy Salguero, & Gaxiola Soto, 2005).

El diseño planteando para el sistema de traslación de planchas para la empresa INDUGLOB, es utilizar un controlador lógico programable que se adapte a toda la logística de control con varios servomotores y sus múltiples variables, un PLC de alta gama de la Familia Mitsubishi, creado exclusivamente para desarrollar aplicaciones de alta complejidad con un sistema de comunicación muy fiable TCP/IP y por medio de fibra óptica para el control de los servomotores.

1.2.4. Programa y lenguajes de programación.

Un programa no es más que un conjunto de órdenes, que se condicionan con una lógica claramente establecida y que a la vez sea reconocida por un PLC, para que sea ejecutada con su procesador. (Ruiz Canales & Molina Martinez, 2010).

Existen proyectos anteriores donde se ha desarrollado una aplicación para el diseño e implementación de un sistema de control de velocidad y posición mediante un servomotor para el control una banda transportadora, en uno de los laboratorios de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE). (Vega Romero, 2013)

Existe otra aplicación que ha sido implementado en un “Sistema de Clasificación para la Supervisión de un Procesos Industrial”, que sea capaz de reconocer la presencia de una pieza de trabajo, identificar su color y el tipo de material, aplicando la ceración de un algoritmo en lenguaje LADDER para un PLC, Siemens S7-1200 CPU 1214C. (Jaramillo Murrieta, 2015).

Para la empresa INDUGLOB, se establecerá desarrollar un algoritmo para controlar varios servomotores con una lógica muy establecida de acuerdo a las múltiples variables existentes de la máquina, este diseño a diferencia de otras aplicaciones ya implementadas demuestra

tener un poco más de complejidad ya que controlar varios servomotores implica mayor probabilidad de error en la programación por ser un diseño complejo.

1.2.5. Interfaz Hombre Máquina, HMI.

En los tiempos actuales de la modernidad y los avances tecnológicos especialmente en las industrias de manufactura, es necesario pensar en la disminución de las probabilidades errores que se presentan, tal vez por llevar la misma rutina de trabajo. Es importante reconocer en la actualidad que el hombre interactúa y se relaciona con la maquina con el único propósito de provechar la tecnologías informáticas, atreves de una interfaz, HMI (*Human Machine Interfaces*). (Arenas Montaña, Castilla, & Rojas, 2010).

Tenemos la implementación de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para un pozo de agua potable, esta implementación consiste en un banco de pruebas para monitorear la descarga de agua en un pozo controlado con un PLC. (Quezada Quezada, Flores García, Bautista López, & Quezada Aguilar, 2014)

La propuesta que se hace en esta investigación es muy diferente a las que ya existen sean estos en laboratorios o en industrias, el diseño plantea vincular al sistema automático de traslación de planchas con una interfaz que interactúe directamente con el operador para que por medio de este equipo, elija el proceso según su necesidad. En la Figura 2 se ilustra el panel que se utilizara para el diseño automatizado.



Figura 2.Hmi Kinco MT4513TE

Fuente: <http://web.kinco.cn/html/en/products/HMI/MT4000series>

1.2.6. Redes Industriales.

Las comunicaciones son parte fundamental en las industrias modernas, debidos a que existen equipos que provienen de diferentes fabricantes y funcionan con diferentes niveles de automatización, los dispositivos no siempre trabajan junto, pueden estar distanciados entre sí pero manteniéndose siempre una coordinación para un resultado satisfactorio. (Caicedo, Varón, & Díaz, 2015). En la Figura 3 se puede observar la pirámide de niveles de una red de automatización.

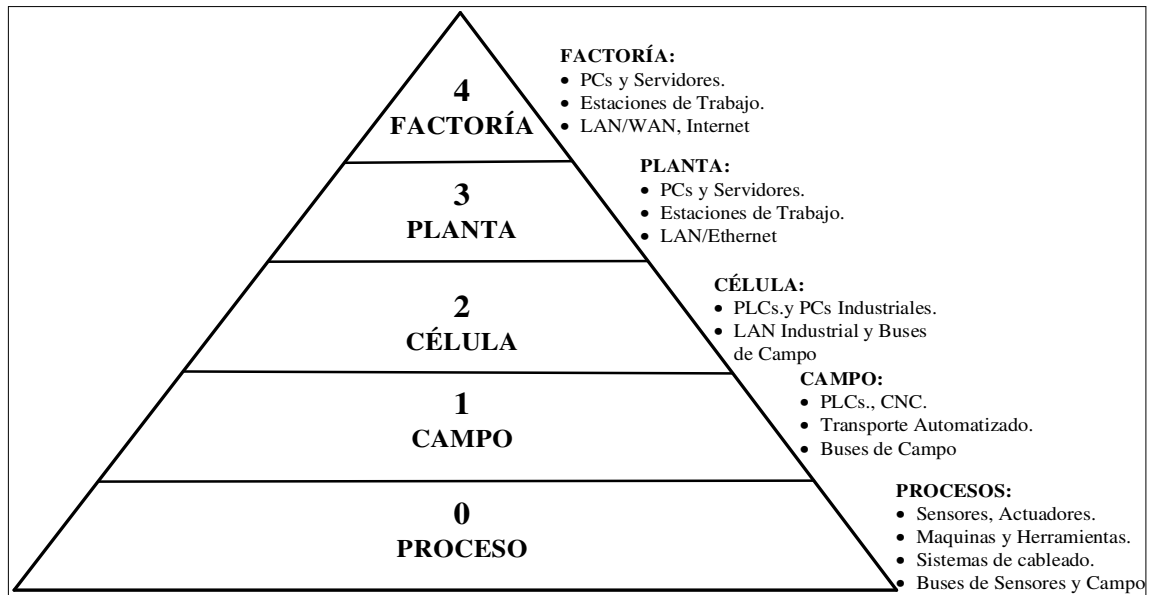


Figura 3. Pirámide de niveles de una red industrial

Fuente: (Caicedo, Varón, & Díaz, 2015)

La gestión de desarrollo de comunicación para el sistema automático de traslación de puertas, con lleva:

- Una plataforma de integración con (protocolo TCP/IP).
- Controlador lógico programable (PLC - Mitsubishi).
- Interfaz hombre maquina (HMI- KINCO).

Para la comunicación de los diferentes dispositivos se emplea:

- Un switch industrial.
- Enlaces de fibra óptica.
- Protocolo **SSCNET** (*Servo System Controller Network*).

Se escogió **SSCNET** al ser el protocolo por defecto de los PLC marca Mitsubishi

1.2.7. Servo Motores Industriales.

En las industrias modernas, vemos que los procesos cada vez son más eficientes debidos a los avances tecnológicos de control, ciertos equipos o maquinaria utilizan servomotores industriales de corriente alterna sin escobillas tipo Brushless, este tipos de servomotores ocupan un campo muy amplio en las industrias. (Godoy Rodríguez, 2009)

El desarrollo de esta tecnología se ha aprovechado para realizar el Diseño e Implementación de un Sistema de Velocidad y de Posición Mediante un Servomotor para el laboratorio de Accionamientos eléctricos de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” cuyo objetivo es enfocar al estudio de los servosistemas. (Vega Romero, 2013)

En la búsqueda de proyectos realizados se pudo encontrar que se realizó una “Automatización de una selladora de fundas plásticas tipo L para la empresa EDUPLASTIC” empresa ubicada en la Capital de Latacunga, esta automatización cuyo objetivo es sellar las

fundas plásticas con una distancia de 500mm de longitud y con una capacidad de sellar máximo 100 fundas por minuto, se realiza con el control de un servomotor de torque constante de la marca GSK, controlado desde un PLC. (Yanchaguano Cando, 2013).

Sin duda uno de los puntos más importantes a tratar en esta investigación del Diseño de un Sistema de Traslación de Planchas para la empresa INDUGLOB, son los servomotores equipos de alta resolución que formaran parte para el traslado de las planchas a sus destinos programados, equipos de baja inercia pero de grandes capacidades como el servomotor HF-SP-102, con potencia de 1Kw a 2000 rpm con tensión de alimentación a 220 VAC, tenemos otra serie la HF-KP-73 con potencia de 750W a 3000 rpm. En la figura 4 apreciamos los servomotores que formara parte del diseño.



Figura 4. Servomotores Industriales.

Fuente: <http://www.mitsubishielectric.com>

1.2.8. Servoamplificadores Industriales.

Las aplicaciones con servoamplificadores son muchas en el entorno industrial, utilizar equipos que brinden las facilidades para las múltiples configuraciones y sean compatibles con el protocolo de comunicación SSCNETIII nos brindara confianza en su funcionamiento. En la Figura 5 se muestra los servoamplificadores.



Figura 5. Servoamplificadores MITSUBISHI MR-J3-100B

Fuente: <http://www.mitsubishielectric.com/fa/products/drv/servo/>

1.3. Situación Actual.

La ejecución de este diseño surge con la necesidad de cubrir la demanda en producción para el ensamble de los tableros frontales y posteriores de las cocinas, teniendo que cubrir un alto porcentaje por el incremento en ventas, especialmente las cocinas de inducción ya que a inicios de este año la empresa Induglob promociona este producto.

En la actualidad la empresa tiene un déficit de un 20% en producción de tableros frontales y posteriores para las cocinas, teniendo que redoblar esfuerzos con el personal de planta para dar abastecimientos a las líneas de ensamble, cabe recalcar que el sistema actual de trabajo en la prensa excéntrica, es totalmente manual, teniendo que operar con nueve operadores que están distribuidos en tres jornadas de ocho horas cada uno.

1.4. Objetivo General.

Diseñar un Sistema de Control de Traslación de Planchas, para el proceso de troquelado y doblado en tableros frontales y posteriores de las cocinas producidas por la empresa INDUGLOB (antes Indurama).

1.5. Objetivos específicos.

- Diseñar el Sistema de Control de Posición y Velocidad para la Traslación de Planchas.
- Diseñar la interface hombre máquina para comandar el sistema.
- Diseñar el circuito de control de mando y de potencia para el sistema automático.

2. CAPITULO 2

2.1. Desarrollo de la propuesta.

La propuesta que se presenta para el **Diseño del Sistema de Control Automatizado de Traslación de Planchas** para la empresa INDUGLOB, consiste en desarrollar un sistema automatizado, el diseño y estudio se realiza con equipos Mitsubishi, los cuales brinda en sus líneas módulos de posicionamiento QD75MH4 para aplicaciones de control de movimientos de alta velocidad y que son compatibles con el PLC (*Controlador Lógico Programable*) Q06UDEHCPU de la serie Q, estos dispositivos al trabajar en paralelo nos proporcionan mayor flexibilidad y alto rendimiento, en los procesos.

Al realizar el estudio se ve la necesidad de incrementar la producción de tableros frontales y posteriores de las cocinas de gas y de inducción, se elige de un grupo maquinas a una que preste las, condiciones más importantes como:

- El área de trabajo disponible.
- Características técnicas de la máquina.
- El acoplamiento con todos los matrices dúplex que disponen para los diferentes modelos.

La máquina elegida para el diseño es de procedencia Italiana denominada **PRENSA EXCÉNTRICA CALININ**, de 50 toneladas que cuenta con:

- Sistema mecánico excéntrico.
- Un motor de 50 HP.
- Dos ejes acoplados a dos piñones.
- Sistema de embrague.

El conjunto de estos elementos dan movimiento a la prensa para doblar y cortar las planchas.

En la siguiente Figura 6 se observa un layout del área de prensado mayor de la sección de metal mecánica, y la ubicación de la máquina seleccionada.

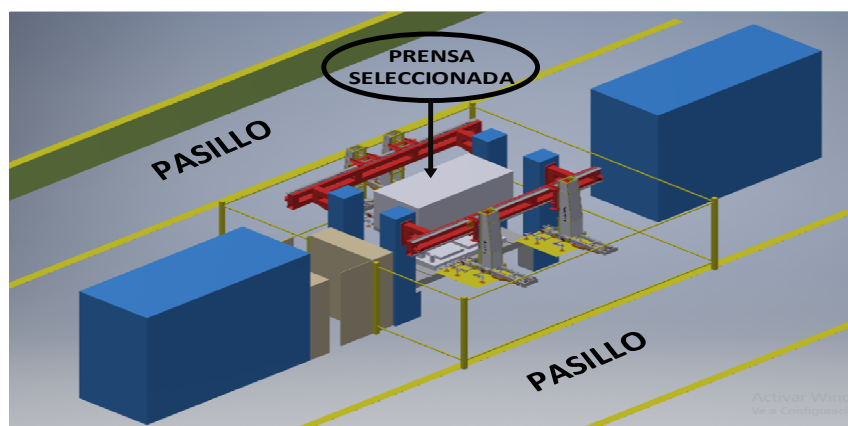


Figura 6. Layout del área de trabajo de la prensa excéntrica CALININ.
Fuente: Cortesía de Induglob.

En la Figura 7 observamos físicamente la prensa CALININ de 50Ton, ubicada en la área de prensado mayor sección de metal mecánica.



Figura 7. Prensa Excéntrica CALININ
Autor: Cortesía de Induglob.

En la Figura 8 observamos a una de las matrices dúplex.



Figura 8. Matriz DUPLEX
Autor: Cortesía de Induglob

Realizando un estudio de campo ya en la área de la prensa excéntrica, se toma la decisión dentro del estudio trabajar con elementos eléctricos y electrónicos de alto rendimiento ya que el objetivo es diseñar un sistema de control de Traslación de Planchas, con el propósito de incrementar las unidades por hora de 220 (UPH) a 300 (UPH) con el nuevo sistema automático.

La empresa INDUGLOB en conjunto con su departamento técnico de **PROYECTOS MECÁNICOS Y AUTOMATIZACIÓN** implementa proyectos automatizados desde hace ya diez años atrás, cada año han ido mejorando en tecnología con equipos de control de movimiento de **mitsubishi electric**, por tal razón la propuesta del diseño se lo realiza con estos equipos de esta casa fabricante con su línea de control **Q MOTION**.

2.1.1. Análisis de ciclos a Automatizar.

El diseño a desarrollar debe ser flexible entendiendo esto como la posibilidad de realizar distintos diseños adicionales a los ya configurados.

Elegir los procedimientos correctos nos llevara a cumplir con los objetivos planteados.

Los ciclos que se desean automatizar son:

1. El alimentador # 1 con movimiento automático desde el pale, lleva la plancha a la matriz dúplex para el troquelado y retorna a la posición de reposo. Ver Figura 9.

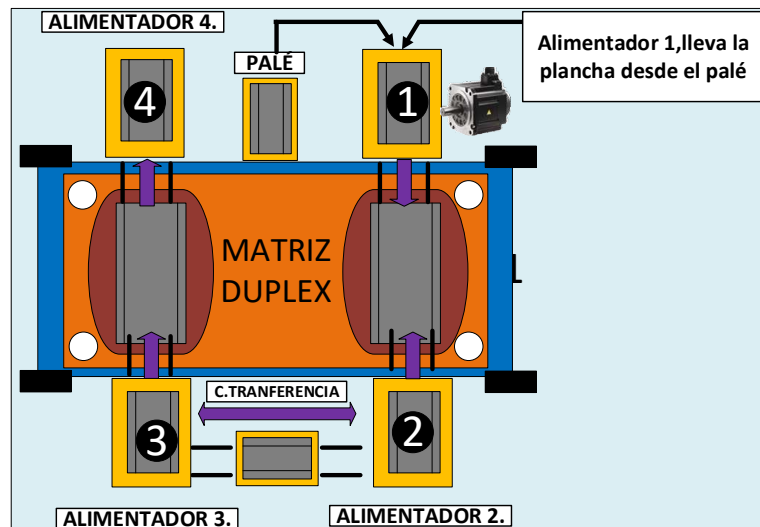


Figura 9. Ciclo de movimiento del Alimentador 1

Fuente: Autor

2. Inicia el movimiento de bajada y subida del martillo de la prensa excéntrica **CALININ** para troquelado de la primera plancha. Ver Figura 10.

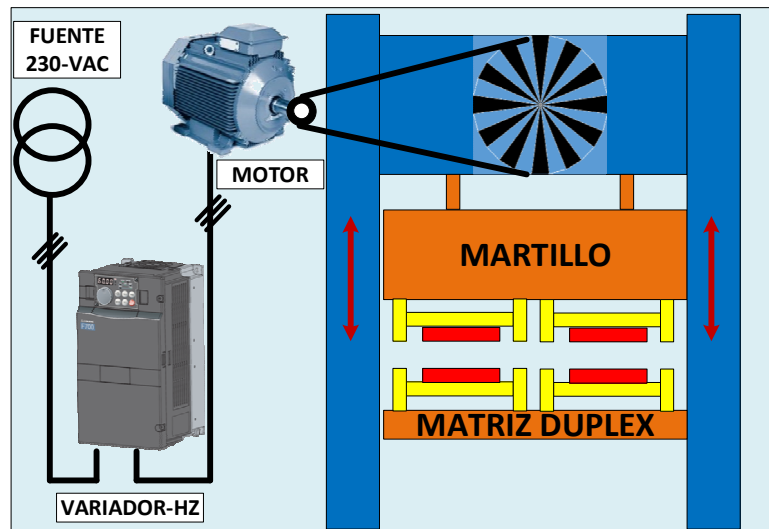


Figura 10. Ciclo de movimiento del Alimentador 2

Fuente: Autor

3. El alimentador # 2 con movimiento automático, retira la primera plancha troquelada de la matriz dúplex y coloca en un carro de transferencia. Ver Figura 11.

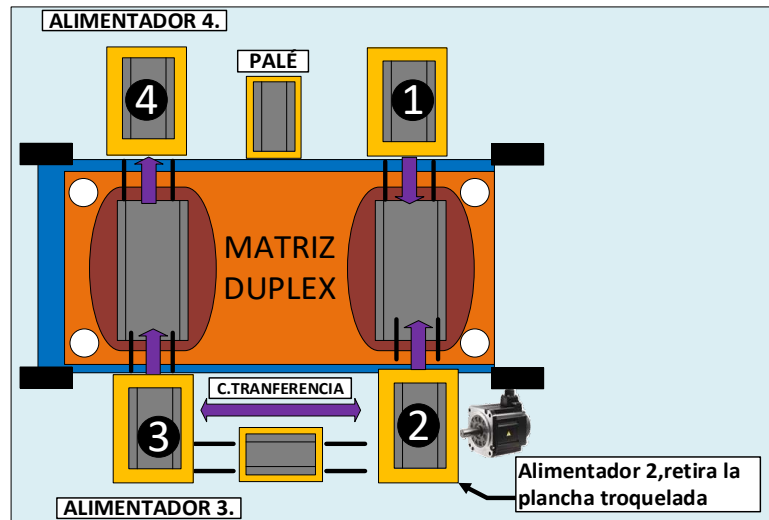


Figura 11. Ciclo de movimiento del Alimentador 3.
Fuente: Autor

- El carro de transferencia con la plancha colocada sobre ella, inicia el movimiento automático llevando la plancha ya troquelada o perforada al alimentador #3, el carro de transferencia ya en la posición del alimentador #3 espera para que el recoja con el grupo de ventosas y confirme el agarre de la plancha para luego retornar nuevamente a la posición de reposo a otro ciclo. Ver Figura 12.

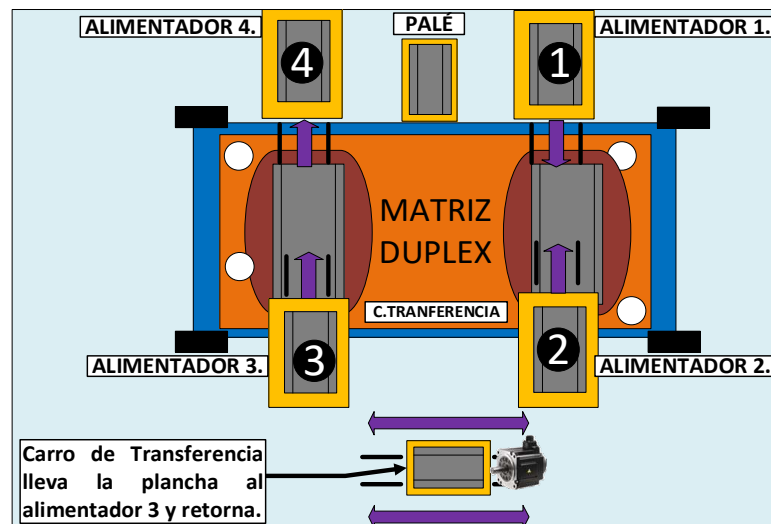


Figura 12. Ciclo de movimiento del carro de transferencia
Fuente: Autor

- El alimentador # 3 recoge la plancha troquelada del carro de transferencia e inicia la marcha de movimiento automático llevando a la matriz dúplex para el proceso de doblado, el alimentador #3 retorna desde la matriz duplex a la posición de reposos para otro ciclo. Ver Figura 13.

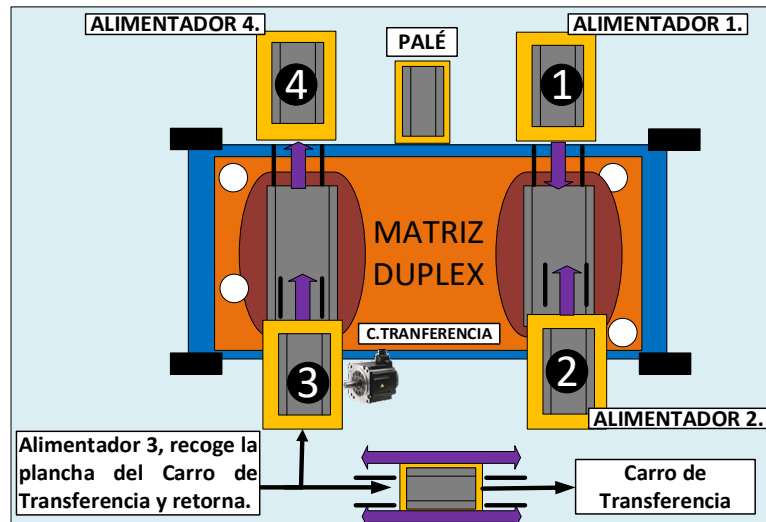


Figura 13. Ciclo de movimiento del Alimentador 3
Fuente: Autor

6. Inicia nuevamente el movimiento de bajada y subida del martillo de la prensa excéntrica **CALININ** para el estampado de la plancha (similar al paso 2). Ver Figura 10.
7. El alimentador # 4 con movimiento automático retira la plancha doblada de la matriz dúplex y coloca en zona de descarga, fin de ciclo. Ver Figura 14.

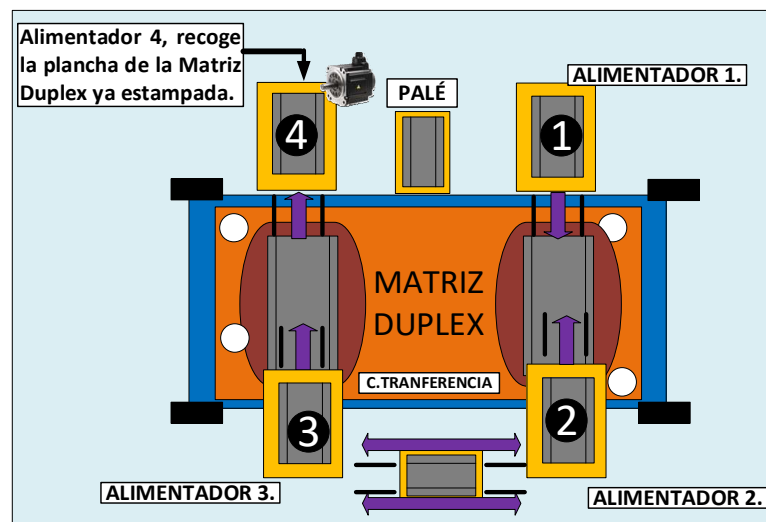


Figura 14. Ciclo de movimiento del Alimentador 4.
Fuente: Autor

2.1.2. Análisis en modo manual del sistema.

Los movimientos en modo manual serán necesarios para ajustar el sistema a diferentes posiciones y velocidades, analizamos los eventos en modo manual.

- Los alimentadores 1, 2, 3 y 4 antes de realizar los movimientos en modo manual verificará si la posición del martillo está en el punto muerto superior para moverse, dichos movimientos se realizará desde la interfaz HMI.

- El movimiento de bajada y subida del martillo en modo manual se realizará cuando los alimentadores estén fuera del área de recorrido del martillo.

En la siguiente Figura 15 apreciamos la estructura de recorrido de los alimentadores y del carro de transferencia en modo manual y en modo automático incluido la zona de descarga.

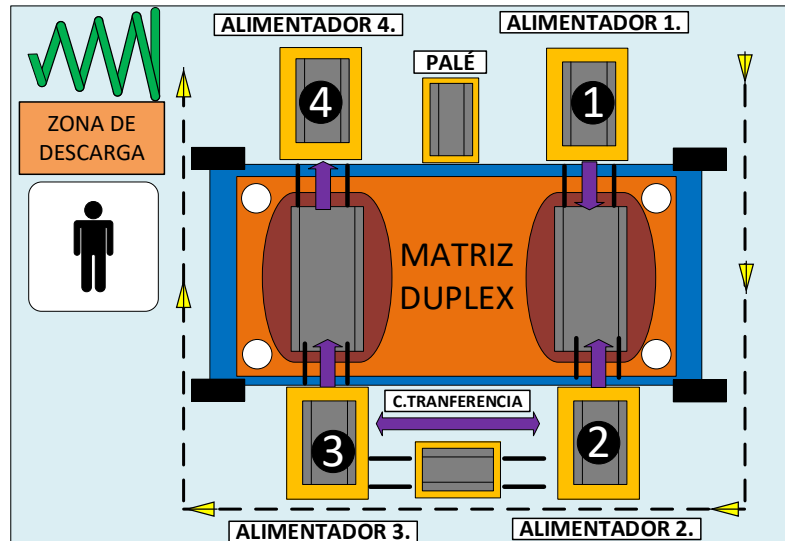


Figura 15. Recorrido de los carros alimentadores y transportadores.
Fuente: Autor.

Se puede observar en la Figura 16 la distribución de los carros transportadores, alimentadores y la ubicación matriz DUPLEX en la prensa excéntrica.

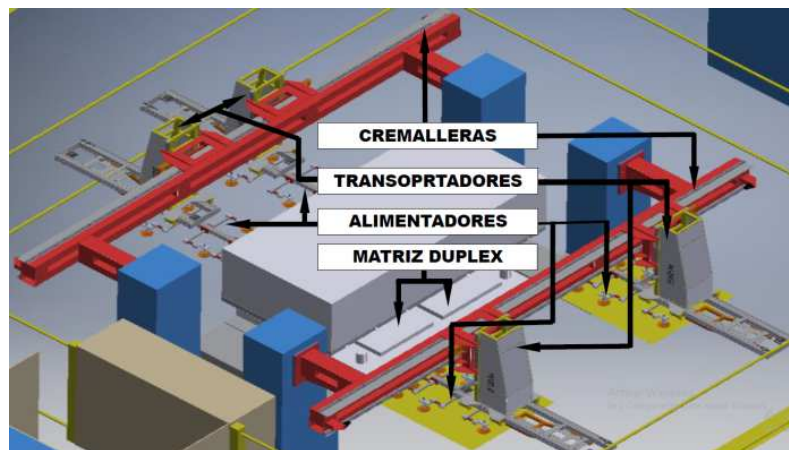


Figura 16. Distribución de los carros transportadores
Fuente: Autor

2.1.3. Diagrama de Secuencias del diseño del Sistema de Control Automatizado de Traslación de Planchas para la empresa Induglob.

Es importante tener claro las condiciones de secuencia de cada una de las transiciones para llegar a los objetivos planteados en esta investigación, se muestra a continuación los eventos del automatismo en el sistema automático de traslación de planchas.

2.1.3.1. Evento 1.

En el primer evento, el alimentador 1 en posición de reposo recoge la plancha del palé y lleva a la matriz dúplex para el proceso de troquelado y retorna a la posición de reposo. Ver Figura 17.

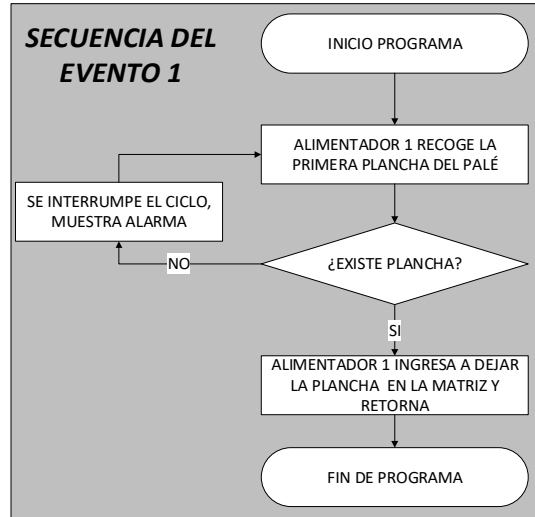


Figura 17. Diagrama de secuencia del evento 1.
Fuente: Autor

2.1.3.2. Evento 2.

Una vez dejada la plancha por el alimentador # 1 en la matriz dúplex, inicia el descenso de bajada del martillo para el troquelado (*perforaciones*) en la plancha. Ver Figura 18

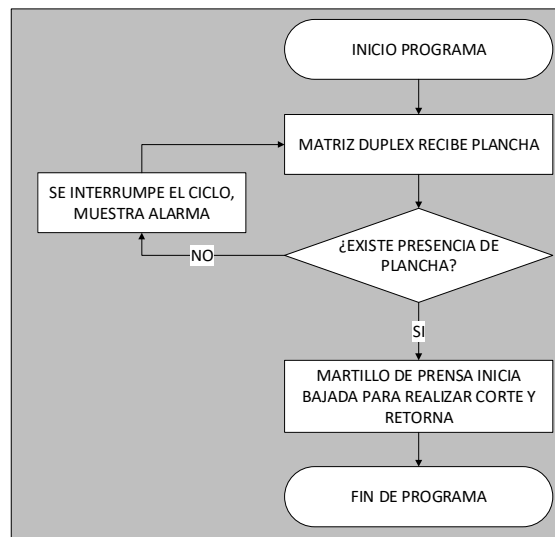


Figura 18. Diagrama de secuencia del evento 2.
Fuente: Autor

2.1.3.3. Evento 3.

En el evento 3, una vez troquelada la plancha ingresa el alimentador # 2 de la posición de reposo a retirar la plancha y coloca sobre el carro de transferencia. Ver Figura 19.

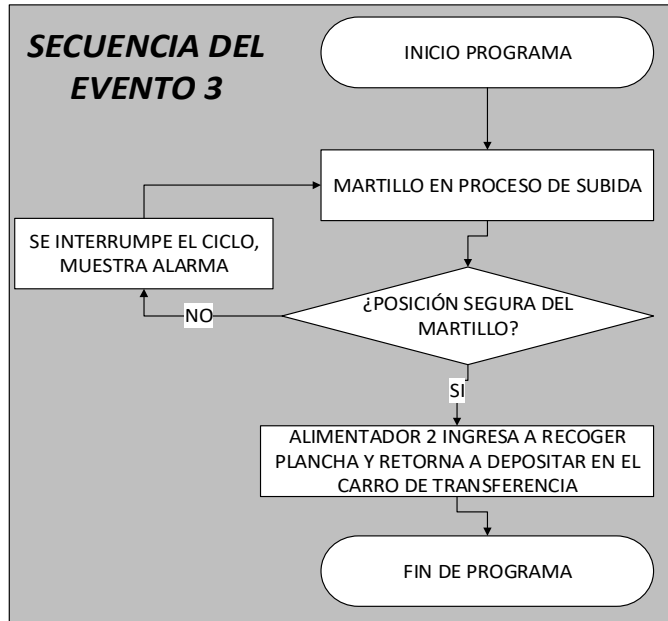


Figura 19. Diagrama de secuencia del evento 3.
Fuente: Autor

2.1.3.4. Evento 4.

En este evento el carro de transferencia # 2, lleva la plancha troquelada y centrada de la posición de reposo al sitio del alimentador # 3. Ver Figura 20

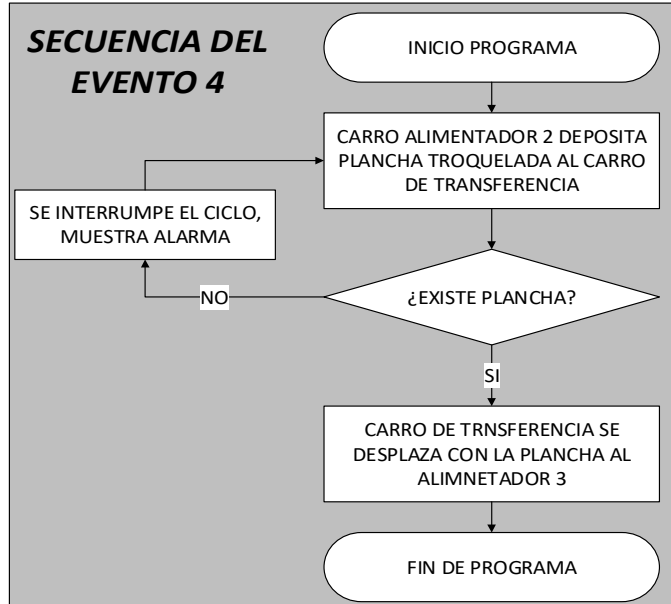


Figura 20. Diagrama de secuencia del evento 4.
Fuente: Autor

2.1.3.5. Evento 5.

El alimentador 3, recoge la plancha troquelada del carro de transferencia e ingresa a colocar nuevamente en la matriz dúplex para el estampado, regresa inmediatamente a la posición de reposo. Ver Figura 21.

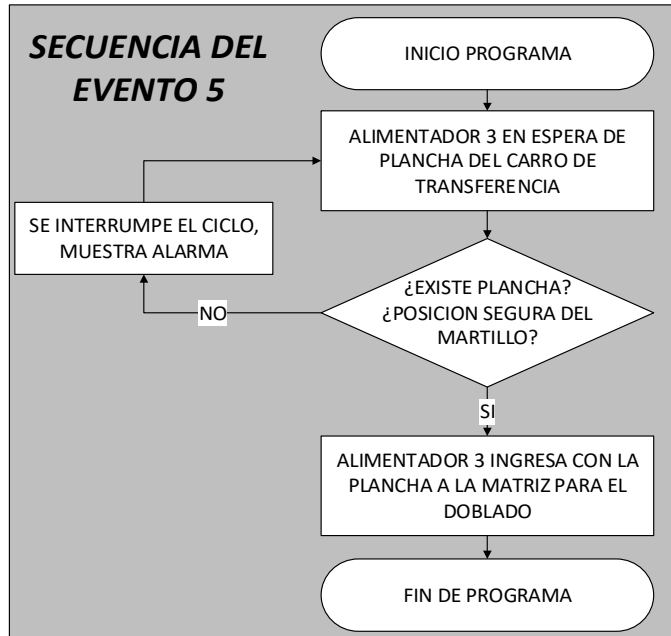


Figura 21. Diagrama de secuencia del evento 5.
Fuente: Autor

2.1.3.6. Evento 6.

En este procedimiento se repite nuevamente el evento 2, es decir baja el martillo para el estampado de la plancha ya troquelada. Ver Figura 18.

2.1.3.7. Evento 7.

Este es el último evento donde el alimentador # 4 ingresa a retirar la plancha estampada para colocar en la zona de descarga. Ver Figura 22.

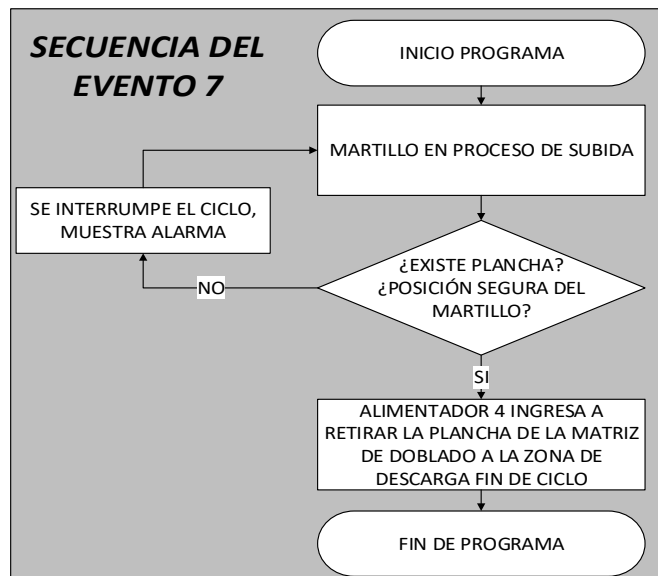


Figura 22. Diagrama de secuencia del evento 7.
Fuente: Autor

2.1.4. Metodología de análisis para el desarrollo de la Automatización.

Para seguir adelante con el estudio del diseño, es necesario recopilar información de los aspectos fundamentales del entorno que estén ligados a la flexibilidad con los conceptos requeridos por la automatización de procesos en la prensa excéntrica CALININ.

Debemos tener claro los procedimientos para realizar las acciones de control con una lógica establecida de los modos de funcionamiento que se puedan controlar con el PLC, clasificar todas las variables disponibles del sistema para que nos ayude a sistematizar el proceso, por esa razón aplicaremos la siguiente metodología para el sistema automático.

- Realizar un levantamiento de información global, observando las necesidades puntuales para el desarrollo de la automatización.
- Determinar de forma muy clara los objetivos de lo que se quiere hacer o automatizar en base de planos sean estos mecánicos y eléctricos, pero sobre todo las actividades que se tomarían para ejecutar la secuencias.
- Establecer los tipos de dispositivos eléctricos o electrónicos y los actuadores que formarían parte del control, sean estos motores, electroválvulas etc.
- Establecer la parte sensorial que se podrían utilizar para establecer la lógica de control.
- Establecer las variables de ingresos de elementos de recepción, como los pulsantes de marcha y paro, finales de carrera etc.
- Definir los dispositivos de control que se utilizaran para el desarrollo de la automatización, opciones como PLC, Servomotores, etc.
- Diseñar los planos eléctricos o electrónicos, con la visión de proyectar la magnitud del proyecto, basándose en las normas vigentes, IEC o JIC.
- Realizar un levantamiento de materiales a ser utilizados, sin olvidarse del tipo de ambiente donde trabajarán esos materiales considerando la normativa vigente.
- El armado del tablero es muy importante dentro del diseño, pues elementos electrónicos y eléctricos emanan temperaturas en algunos casos altos o moderados, sin olvidarse de la respectiva etiquetación de los conductores según el diseño eléctrico.
- Realizar una actualización de los planos eléctricos si así lo amerite en el momento del cableado.
- Considerar en el diseño del sistema la posibilidad de futuras ampliaciones.
- En caso de ser implementado el sistema, realizar el tendido de redes en bajo voltaje y las conexiones que así lo ameriten desde el tablero de control a los elementos externos como, motores, actuadores y sensores etc.
- Previo a realizar las pruebas, verificar los niveles de tensión en bajo voltaje del sistema y los ingresos de las variables sensoriales, finales de carrera, señales analógicas y digitales al PLC etc.
- Realizar las pruebas que son importantes simulando la activación de los actuadores o de las salidas del PLC, tomando en cuenta todas las seguridades del caso para no ocasionar accidentes ni daños materiales a terceros.
- Una vez realizado todas las pruebas anteriores poner en marcha la secuencia programada en el PLC, en los diferentes modos de funcionamiento sea en modo

manual o en modo automático quedando abierta la posibilidad de corregir errores que se produzcan en la lógica.

- Si el sistema lo pide controlar desde una interfaz HMI.
- Dar marcha con precaución del sistema automatizado en modo automático aplicando velocidades moderadas si el sistema lo amerita corregir fallas.
- Finalmente entregar toda la documentación, capacitación al personal técnico y obreros de la empresa para el manejo de la máquina.

2.2. Análisis de equipos necesarios.

Revisado los diagramas de secuencias de cada uno de los eventos que intervienen en los procesos, se realiza un análisis de los equipos necesarios que intervienen en la automatización.

2.2.1. Equipos necesarios para el movimiento de los alimentadores # 1-2-3-4.

Por ser cuatro alimentadores que transportarán la misma carga, se eligen cuatro servomotores y cuatro servoamplificadores de la misma potencia, así como los mismos elementos de seguridad sensorial.

En la Tabla 1 se muestran los equipos que son necesarios para los cuatro alimentadores.

Tabla 1. Equipos necesarios para los cuatro alimentadores.

CANTIDAD (un)	DESCRIPCIÓN	UTILIDAD
4	Servomotor HF-KP-73 de Mitsubishi	Traslado de la plancha al alimentador # 1.
4	Servoamplificador MR-J100B-Mitsubishi	Controlador de velocidad y posición del servomotor
4	Caja reductora APEX DYNAMICS, radio de 4 a 1	Potencializar el torque.
20	Sensores SICK rasantes M12	Verificación de llegada y límites de seguridad del carro centrador.

Fuente: Autor.

2.2.2. Equipos necesarios para el movimiento del martillo de la prensa excéntrica.

Se muestra en la Tabla 2 los equipos necesarios para realizar el movimiento de bajada y subida del martillo de la prensa excéntrica para el proceso de troquelado y doblado de las planchas.

Este movimiento lo realiza un motor de 55 KW de potencia que está instalado en la parte superior de la máquina, el sistema mecánico se acopla a unas bandas que están ajustadas a una polea del eje del motor.

Tabla 2. Equipos necesarios para el movimiento del martillo.

CANTIDAD (un)	DESCRIPCIÓN	UTILIDAD
1	Motor de 55 KW (trifásico)	Dar movimiento de bajada y subida del martillo.
1	Variador de frecuencia Mitsubishi FR-F720-02330-NA	Variar la velocidad del motor de 55KW
2	Sensores rasantes inductivos M12 SICK	Verificar la posición del punto muerto superior del martillo.

Fuente: Autor.

2.2.3. Equipos necesarios para el movimiento del carro de transferencia.

Se muestran a continuación los elementos necesarios que intervendrán para el movimiento del carro de transferencia que llevara la plancha troquelada al otro alimentador # 3 para su estampado. En la Tabla 3 se muestran los elementos.

Tabla 3. Materiales que se involucran para el sistema de centrado

CANTIDAD (un)	DESCRIPCIÓN	UTILIDAD
1	Servomotor HF-KP-73 de Mitsubishi	Traslado de la plancha al alimentador # 1.
1	Servoamplificador MR-J70B-Mitsubishi	Controlador de velocidad y posición del servomotor
1	Caja reductora APEX DYNAMICS, radio de 4 a 1	Potencializar el torque.
5	Sensores SICK rasantes M12	Verificación de llegada y límites de seguridad.

Fuente: Autor.

NOTA:

La activación del sistema es secuencial y mantiene un ciclo continuo.

2.2.4. Eventos adicionales para el cambio de nuevo modelo de Matrices Duplex.

Existen cuatro eventos adicionales para el cambio de un nuevo modelo de las matrices dúplex, no tiene un control automático, sus movimientos y posiciones se realiza en modo manual.

Esto sucede porque para retirar la matriz duplex de la prensa es necesario mover los alimentadores de planchas hacia los extremos en movimiento manual.

2.2.4.1. Reconfiguración de equipos necesarios.

En la Tabla 4 se muestran los elementos y equipos que deben ser reconfigurados.

Tabla 4. Elementos y equipos necesarios para el movimiento

CANTIDAD (un)	DESCRIPCIÓN	UTILIDAD
4	Servomotor HF-KP-73 de Mitsubishi	Traslado de la plancha al alimentador # 1.
4	Servoamplificador MR-J100B- Mitsubishi	Controlador de velocidad y posición del servomotor
4	Caja reductora APEX DYNAMICS, radio de 4 a 1	Potencializar el torque.
12	Sensores SICK rasantes M12	Verificación de llegada y límites de seguridad del carro centrador.

Fuente: Autor.

2.1. Selección de sensores.

La selección de sensores en el diseño del automatismo es importante para su funcionamiento, pues llevara la información al controlador (PLC), a que la procese y tome la decisión de actuar.

Es necesario utilizar sensores inductivos de proximidad, con conexión normalmente cerrada por tema de seguridad y conexión normalmente abierto para el control, el sensor a utilizar marca SICK serie IME12-04BNSZC0K. Ver Figura 23.



Figura 23. Sensor SICK serie IME12-04BNSZC0K

Fuente: Cortesía Induglob

En la Tabla 5 se muestran las características de los sensores utilizados para el diseño automático.

Tabla 5. Características de los sensores SICK.

FABRICANTE	SICK
Series	IME12-04BNSZC0K (NO normalmente abierto) IME12-04BNOZC0K (NC normalmente cerrado)
Alojamiento	Diseño de rosca cilíndrica
Diámetro	12mm
Rango de detección	Sn 4mm
Tipo de salida	NPN
Función de salida	NO (normalmente abierto) IME12-04BNSZC0K NC (normalmente cerrado) IME12-04BNOZC0K
Tensión de alimentación	10 VDC.....30VDC

Fuente: Autor

2.2. Selección de actuadores.

2.2.1. Análisis Técnico de los Servomotores HF-KP-73 para el movimiento de los alimentadores.

Según el enunciado 2.2 manifiesta utilizar servo motores de la serie **HF-KP-73** de 750W de potencia para el movimiento de los alimentadores 1-2-3-4 que trasladarán las planchas a las matrices dúplex, los movimientos se hará en modo manual o automático según la necesidad del proceso, el operador tendrá el mando de trabajar en manual o en automático, esta selección lo podrá hacer desde la interfaz (HMI). En la Figura 24 podemos apreciar la ubicación de los alimentadores 1-2-3-4 en la prensa excéntrica.

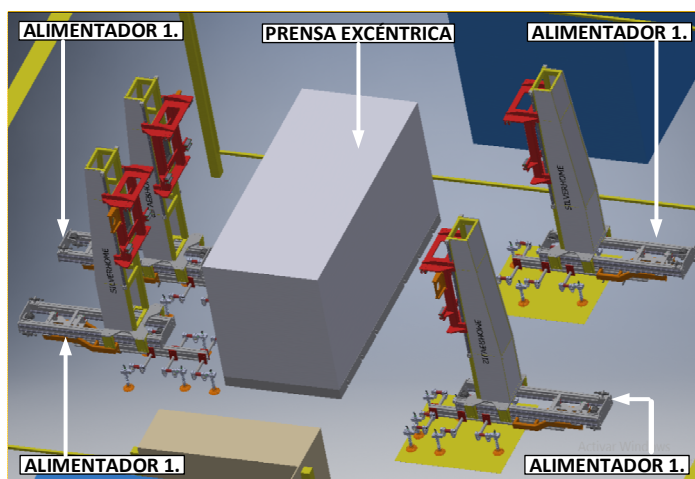


Figura 24. Ubicación de los alimentadores 1-2-3-4.

Fuente: Autor

Se menciona en la siguiente Tabla 6 el modelo de planchas que transportaran con su peso y espesor así como las dimensiones.

Tabla 6. Modelo de Planchas con sus espesores.

MODELO DE MATRIZ	MODELO DE PLANCHA	ANCHO mm.	ALTO mm.	ESPESOR mm.	PESO Kg.
M30-004	FRONTAL 24 IBIZA	803mm	610 mm	0.5mm	1,92 Kg
M30-006	FRONTAL 32 S/D	813mm	805mm	0.5mm	2,57 Kg
M30-008	LATERAL EXTERIOR SD #2	904mm	465mm	0.5mm	1,65 Kg
M30-013	LATERAL EXTERIOR 32 QZ	906mm	560mm	0.5mm	1,99 Kg
M30-021	LATERAL EXTERIO SD	904mm	465mm	0.5mm	1,65 Kg.
M30-032	FRONTAL 20	813mm	530m	0.5mm	1,69 Kg.
M30-033	POSTERIOR 20	905mm	534mm	0.5mm	1,90 Kg.
M30-020	FRONTAL 24 QZ	920mm	610mm	0.5mm	2,20 Kg.
M30-023	POSTERIOR 24 QZ	810mm	630mm	0.5mm	2 Kg.
M30-024	POSTERIOR 32 QZ	810mm	810mm	0.5mm	2,58 Kg.
M30-027	FRONTAL 32 QZ	920mm	812mm	0.5mm	2,93 Kg

Fuente: Autor.

- Observamos en la Figura 25, a la plancha Frontal 32" QZ en forma de una lámina antes de ser procesada, este producto se utiliza para el ensamble de las cocinas, sus medidas se muestra en la Tabla 6.



Figura 25. Plancha Frontal 32" QZ.

Fuente: Cortesía de Induglob.

- En la Figura 26 se muestra la plancha Frontal 32" QZ ya troquelada, este es el primer proceso que se lo realiza en la matriz dúplex de la prensa excéntrica Calinin con su mecanismo de perforación, es necesario realizar este primer proceso ya que el diseño de la matriz dúplex así lo pide.



Figura 26. Plancha Frontal 32" QZ troquelada.
Fuente: Cortesía de Induglob

- El último de los procesos es el estampado como se aprecia en la Figura 27.



Figura 27. Plancha Frontal 32" QZ estampada.
Fuente: Cortesía de Induglob

2.2.2. Características Técnicas de los Servomotores HF-KP-73 Mitsubishi.

Los datos técnicos que a continuación se muestran son elegidos en función a la carga que moverá los servomotores, para incrementar su torque será enlazado el eje del motor a una caja reductora con relación de 7 a 1. En la siguiente Tabla 7 se muestran los datos técnicos del servomotor HF-KP-73.

Tabla 7. Características del servomotor HF-KP-73.

SERVOMOTOR MITSUBISHI SERIE HF-KP-73	
Torque nominal	2.4 Nm.
Salida nominal	0.75 KW
Torque máximo	7.2 Nm
Velocidad nominal	3000 rpm
Máxima velocidad	6000 rpm
Resolución de encoder	262144 pulsos/revolución

Fuente: Autor.

En la siguiente Figura 28 observamos el comportamiento del torque con respecto a la velocidad, si analizamos la curva observamos que el torque nominal a 2.4Nm se mantiene a una velocidad nominal de 3000rpm y si el torque máximo es 7.2 Nm las velocidad a 6000rpm se mantiene.

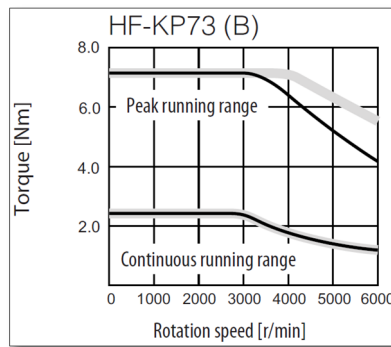


Figura 28. Comportamiento del torque.

Fuente: <https://mx.mitsubishielectric.com>

En la siguiente Figura 29 observamos físicamente el servomotor de la serie **HF-KP-73** elegido para el diseño del sistema automatizado.



Figura 29. Servomotor de 750 W. Serie HF-KP-73

Fuente: Cortesía de Induglob

2.2.2.1. Análisis de caja reductora de la serie AF075-S2-P2 APEX DYNAMICS para los cuatro alimentadores de planchas y carro transferencia.

En función de las características del motor, se utiliza la herramienta de diseño on line de **APEX DYNAMICS. USA**, para encontrar la caja reductora ideal para nuestro sistema que en función de los datos ingresados en línea nos muestra como respuesta la caja reductora con las siguientes características. Ver Figura 30.

Parameter	Value
Brand	MITSUBISHI
Model	HF-KP73
Motor shaft	19 mm
Output Power	0.75 Kw
Rated Torque	2.4 Nm
Peak Torque	7.2 Nm
Rated Speed	3000 rpm
Max. Speed	6000 rpm
Inertia	1.43 kg. cm ²

Figura 30. Datos técnicos de la caja reductora AF075-S2-P2

Fuente: <http://www.apexdynamicsusa.com/>

Analizamos en la siguiente Tabla 8 los datos obtenidos según la herramienta on line **APEX DYNAMICS.USA**.

Tabla 8. Datos técnicos obtenidos por APEX DYNAMIX de la caja reductora.

MODELO DE CAJA REDUCTORA	AF075-S2-P2
Radio	7 a 1 (relación de reducción)
Shaft option s2 (opción de eje)	Con brida se sujeción (sin chaveta)
Backlash p2 (reacción)	Con retroceso estándar (fácil armado a tornillo)

Fuente: Autor.

En la siguiente Figura 31 podemos apreciar la caja reductora de la serie AF075-S2-P2.



Figura 31. Caja reductora serie AF075-S2-P2
Fuente: Induglob

Finalmente podemos apreciar en la siguiente Figura 32 el acoplamiento de la caja reductora con el servo motor para el sistema de los alimentadores.



Figura 32. Acoplamiento de la caja AF075-S2-SP
Fuente: Induglob

2.2.3. Análisis Técnico de los Servomotores HF-SP-102 para el movimiento de los carros transportadores.

Los carros transportadores según los diseños mecánicos están instalados sobre una cremallera en forma horizontal empernada sobre las columnas de la prensa excéntrica.

Su trabajo será exclusivamente mover a los alimentadores de planchas con cuatro servo motores de la serie **HS-SP-102** de Mitsubishi, a una posición segura para retirar las matrices

y retornar nuevamente a la posición de la nueva matriz dúplex según la definición 2.2.4. En la Figura 33 se muestra los carros transportadores sobre la cremallera.

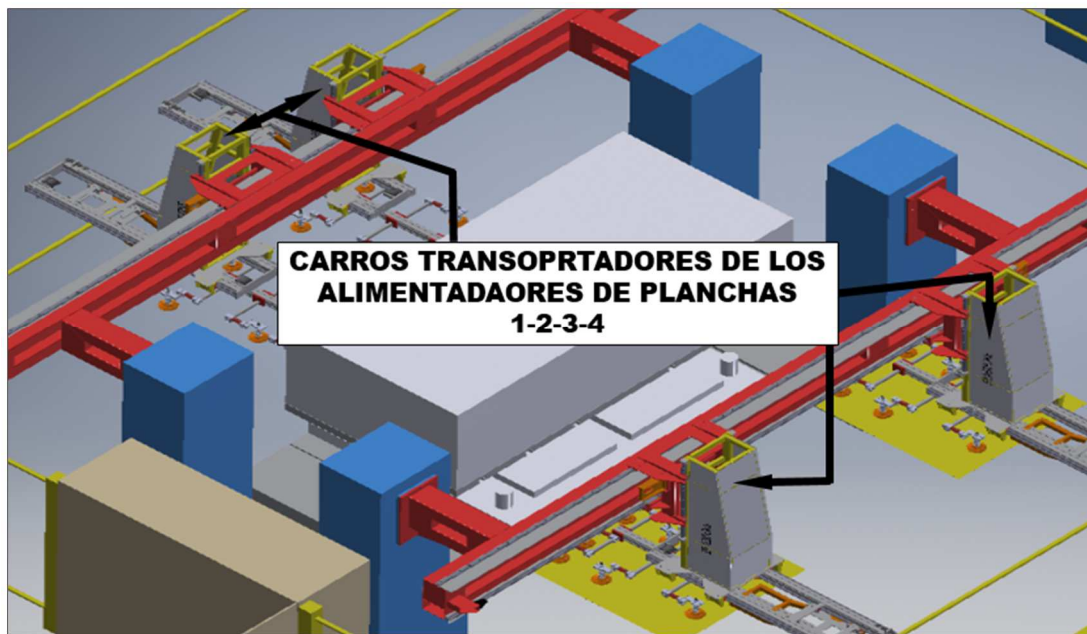


Figura 33. Carros transportadores en las columnas de la prensa excéntrica
Fuente: Induglob.

Tomando en cuenta las especificaciones mencionadas seleccionamos cuatro servomotores de la marca Mitsubishi serie **HF-SP-102** con las siguientes características que se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Características del Servomotor HF-SP-102

MARCA	Mitsubishi
Serie de servomotor	Servomotor modelo HF-SP-102
Serie hf-sp-2000 r/min.	102
Torque nominal	4.77 Nm.
Salida nominal	1 KW
Torque máximo	14.3 Nm
Velocidad nominal	2000 rpm
Máxima velocidad	3000 rpm
Resolución de encoder	262144 pulsos/revolución

Fuente: Autor.

En la Figura 34 observamos el comportamiento del torque con respecto a la velocidad, si analizamos la curva observamos que el torque nominal a 4.77Nm se mantiene a una velocidad nominal de 2000rpm y si el torque máximo es 14.3Nm, la velocidad a 3000rpm se mantiene.

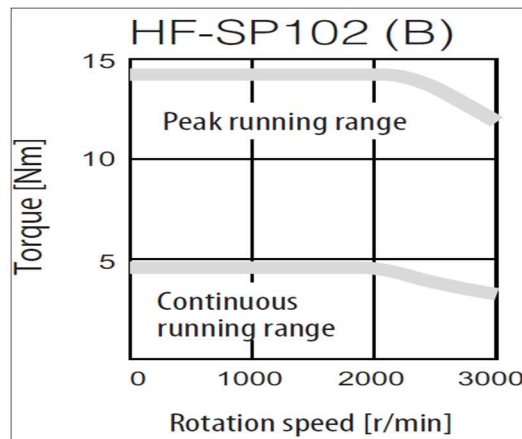


Figura 34. Comportamiento del torque
Fuente: <https://mx.mitsubishielectric.com>

En la Figura 35 observamos el servomotor de la serie **HF-SP-102** elegido para el diseño del sistema automatizado.



Figura 35. Servomotor de 1KW serie HF-SP-102
Fuente: Cortesía de Induglob

2.2.3.1. Análisis de caja reductora de la serie AFR075-S2-P2 APEX DYNAMICS para los cuatro transportadores de los alimentadores en SETUP.

El peso aproximado a transportar es de 90Kg, esta carga nos exige colocar una caja reductora planetaria de transmisión para incrementar su torque en los desplazamientos, utilizando la herramienta de simulación de cajas de **APEX DYNAMICS. USA**, nos permite conocer la caja adecuada en función del ingreso de los datos del tipo de servomotor que elegimos, la herramienta de diseño nos recomienda utilizar una caja reductora con las siguientes características. Ver Figura 36.

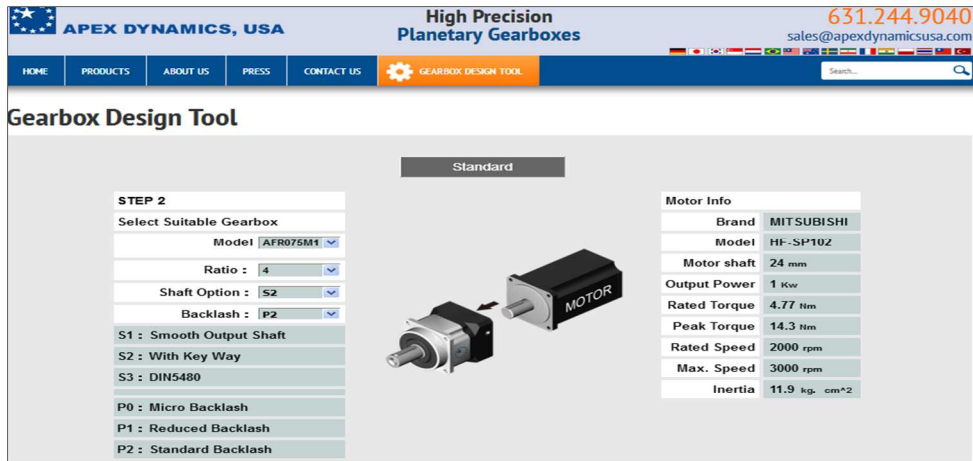


Figura 36. Datos técnicos de la caja reductora serie AFR075-S2-P2
Fuente: <http://www.apexdynamicsusa.com/>

Analizamos en la siguiente Tabla 10 los datos obtenidos según la herramienta on line **APEX DYNAMICS.USA**.

Tabla 10. Datos técnicos de la caja reductora.

MODELO DE CAJA REDUCTORA	AFR075-S2-P2
Radio	4 a 1 (relación de reducción)
Opción de eje s2	Con brida se sujeción (sin clavija)
Reacción p2 (reacción)	Con retroceso estándar (fácil armado a tornillo)

Fuente: Autor.

En la Figura 37 podemos apreciar la caja reductora de la serie AFR075-S2-P2.



Figura 37. Caja reductora serie AF075-S2-SP
Fuente: Cortesía de Induglob

Finalmente podemos apreciar en la Figura 38 el acoplamiento de la caja reductora con el servo motor para el sistema del carro transportador de los alimentadores.



Figura 38. Acoplamiento de la caja AFR075-S2-SP.
Fuente: Cortesía de Induglob

2.3. Análisis del Variador de Frecuencia FR-F720-02330-NA de Mitsubishi.

La subida y bajada del martillo se realiza con un motor de corriente alterna de 55KW, en la actualidad este motor funciona con la frecuencia nominal de 60 Hz. Al ser un sistema con un mecanismo excéntrico esta frecuencia incrementa el desgaste en sus piezas mecánicas acortando la vida útil de los elementos.

Se plantea instalar un Variador de Frecuencia de la **serie FR-F720-02330-NA** para disminuir la velocidad del motor en un 50%, para llegar a este porcentaje fue necesario ajustar frecuencias aceptables como muestra la Tabla 11.

Tabla 11. Pruebas de frecuencia óptima.

AJUSTES DE FRECUENCIA ÓPTIMAS PARA EL SISTEMA.		
NÚMERO DE PRUEBAS	FRECUENCIA ASIGNADA	ESTADO DE PRUEBAS
1	60Hz	Malo
2	55Hz	Malo
3	40Hz	Regular
4	35Hz	Regular
5	30Hz	Bueno

Fuente: Autor.

Sus características principales mencionamos a continuación.

- Modo de ahorro de energía
- Poder realizar control PID
- Curva vectorial al arranque V/F, permitiendo ajustar la curva de par de acuerdo a las características de la máquina incluso a bajas frecuencias.
- Reinicio automático después de una falla de energía
- Ideal para trabajar con compresores, bombas hidráulicas etc.
- Dispone de puertos de comunicación RJ45, RS-485 permitiendo hacer una red de hasta 32 Nodos es decir una red entre variadores de frecuencia.

En la Figura 39 mostramos la funcionalidad del variador de frecuencia en el sistema de subida y bajada del martillo.

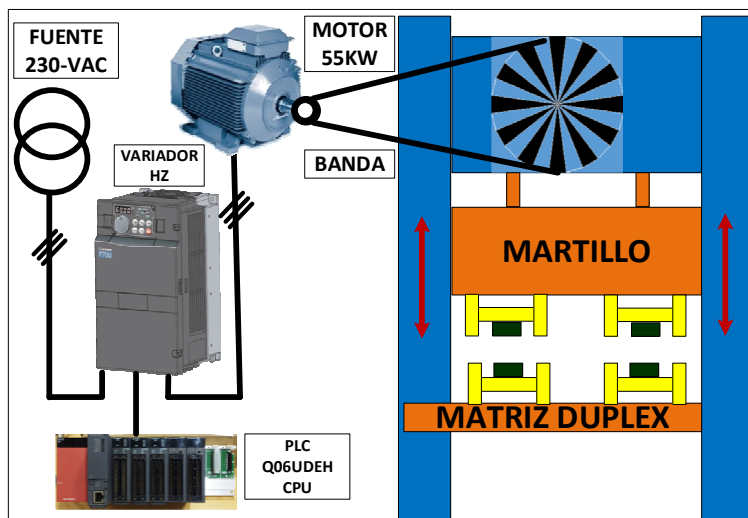


Figura 39. Esquema de funcionalidad del Variador de Frecuencia
Fuente: Autor

En la Tabla 12 se puede apreciar las características principales del Variador de Frecuencia de la serie, **FR-F720-02330-NA**.

Tabla 12. Características del Variador de Frecuencia FR-F720-02330-NA

FABRICANTE	mitsubishi
Serie	F700
Modelo	FR-F720-02330-NA
Potencia	75 HP
Entrada	3 Fases 200-240 VAC 50/60Hz
Salida	0,5-400 Hz
Corriente máxima	233 A

Fuente: Autor.

2.4. Actuadores Neumáticos.

Los actuadores neumático en el Diseño del Sistema de Traslación de Planchas, designamos al grupo de ventosas y electroválvulas que forman parte de los alimentadores y están colocadas en el sistema de sujeción paralelo que transportaran las planchas a las matrices dúplex.

Tenemos claro que el principio de funcionamiento de las ventosas es utilizar un fluido de aire comprimido con una presión negativa. Nuestro diseño plantea utilizar una bomba generadora de vacío **piCOMPACT®23 SX12 x2** para cada uno de los alimentadores así como las ventosas necesarias y accesorios para el sistema, se muestran en la Tabla 13 las características de la bomba seleccionada.

Tabla 13. Características de la bomba de vacío PIAB serie piCOMPACT®23 SX12 x2.

DATOS TÉCNICOS DE LA BOMBA PIAB piCOMPACT®23 SX12 x2		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Presión de alimentación	MPa	0.7
Tensión de alimentación	VDC	24 (21.6 – 26.4)
Conmutación de polarización entrada y salida	-	PNP-PNP-NPN-NPN
DATOS TÉCNICOS DE LA VÁLVULA		
Consumo de corriente	mA	< 200
Función de vacío y soplado	-	NC Vacío + NC soplado
Tiempo de respuesta	ms	10+-2
DATOS TÉCNICOS DEL SENSOR DE LA VÁLVULA		
Tiempo de respuesta	ms	<1
Rango de señal del sensor (salida digital)	KPa	0 – 101,3
Corriente, carga de salida máxima s1/s2	A	0.08/0.08
Pantalla		Pantalla LED 3 dígitos

Fuente: Autor.

En la Figura 40 podemos apreciar la bomba de vacío **PIAB piCOMPACT®23 SX12 x2**.



Figura 40. Bomba de Vacío PIAB piCOMPACT®23 SX12

Fuente: <https://www.piab.com/es-ES/>

2.4.1.1. Accesorios para el Sistema de Vacío.

Al disponer ya de la selección de la bomba de vacío, nos corresponde analizar los tipos de ventosas y más accesorios necesarios para el sistema de agarre, revisando en la selección de productos que PIAB nos ofrece y según nuestros requerimientos se opta por trabajar con los siguientes accesorios que se muestran en la Tabla 14

Tabla 14. Características de las ventosas Suction cup BFFT90P.5S.G69MR

MODELO	ESPECIFICACIONES
Suction cup BFFT90P.5S.G69MR	Hoja de metal aceitosa.
Radio de curvatura	130 mm
Movimiento vertical máximo	21 mm
Aplicación	Chapas aceitosas.
Material	Polyurethane (PU60)
Tamaño de montaje	1/8", 3/8"
Color	Naranja

Fuente: Autor

Se muestra en la Figura 41 la ventosa Succión cup **BFFT90P.5S.G69MR** seleccionadas para el sistema.



Figura 41. Ventosa BFFT90P.5S.G69MR

Fuente: <https://www.piab.com/es-ES/>

Realizando ya una simulación del sistema de sujeción con la herramienta de diseño INVENTOR podemos mirar en la Figura 42 el sistema de sujeción paralelo construido en aluminio con ventosas en sus extremos. Este sistema será acoplado a los alimentadores automáticos.

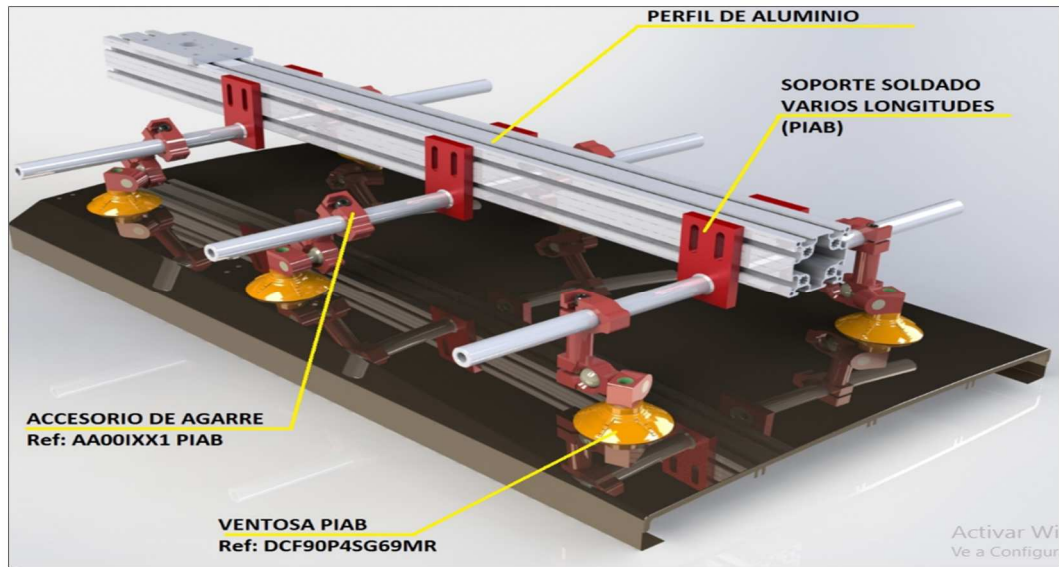


Figura 42. Sistema de sujeción y la distribución de las ventosas.
Fuente: Induglob

2.4.1.2. Distribución general de la Bomba de vacío PIAB y las ventosas.

Los elementos seleccionados para el sistema de vacío formaran parte de los cuatro alimentadores que se propone en el diseño de traslación de planchas.

En la Figura 43 se muestra un diagrama funcional de las bombas de vacío.

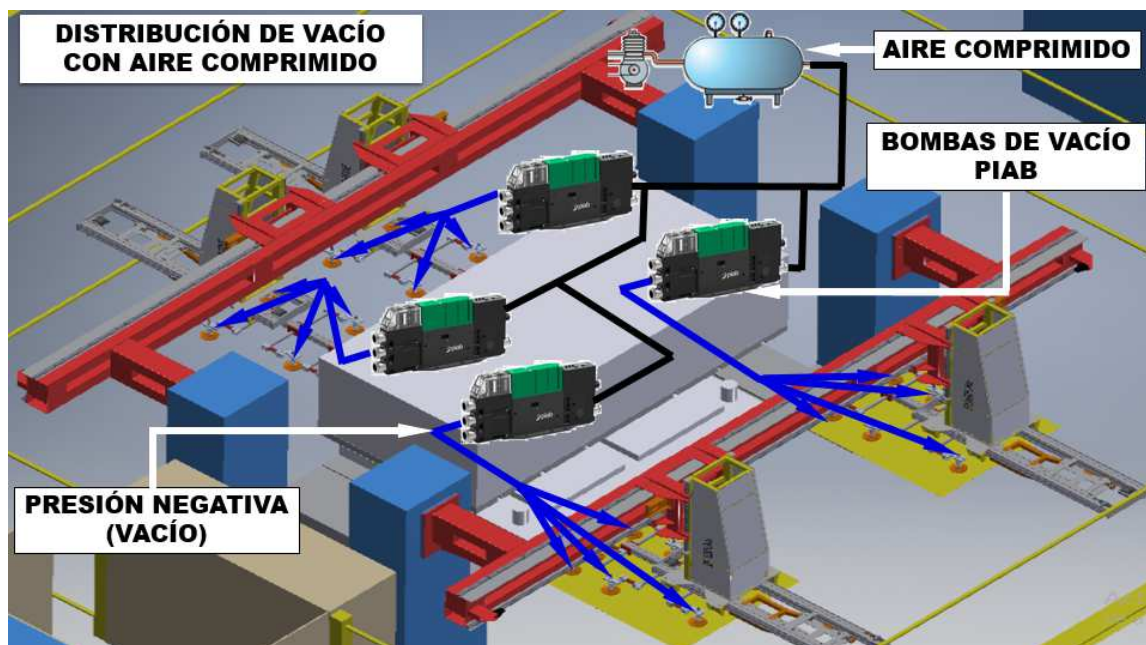


Figura 43. Diagrama funcional de las bombas de vacío PIAB y las ventosas.
Fuente: Autor

2.5. Selección de controlador.

La plataforma de Automatización Mitsubishi, ofrece en su línea una extensa gama de controladores y módulos de posicionamiento que interactúan a la perfección con un mismo

bus de comunicación, el sistema Q de MELSEC de alto rendimiento es creado exclusivamente para manejar módulos de posicionamiento, con un tiempo de procesamiento en nanosegundos, la selección de estos dispositivos para la automatización de traslación de planchas se realiza en base a la capacidad que nos ofrece Mitsubishi Electric.

2.5.1. Selección de equipos para el Sistema Automático de Traslación de Planchas.

El diseño establece la selección de equipos de acuerdo a las proyecciones que se tiene para automatizar el sistema con los siguientes requerimientos.

- Controlador Lógico Programable, **Q06UDEHCPU**.
- Unida base **Q38DB**
- Unidad de Alimentación **Q61P**
- Módulos Combinado de entradas y salidas **QX41Y41P**
- Módulos de Posicionamiento **QD75MH4**

2.5.1.1. Controlador Lógico Programable Q06UDEHCPU.

Los controladores de la serie Q de MELSEC nos permiten disponer de un crecimiento en las aplicaciones que demanden por parte del usuario, la capacidad de este dispositivo permite:

- Combinar con módulos adicionales en su base.
- Disponer de un puerto de comunicación Ethernet facilitando así la comunicación con equipos de otros fabricantes.

En la Tabla 15, se muestran las siguientes características del controlador **Q06UDEHCPU**.

Tabla 15. Características del Controlador Lógico Programable Q06UDEHCPU

ESPECIFICACIONES	Q06UDEHCPU
Tipo	Modulo CPU multiprocesador
Puntos I/O (entradas/salidas)	4096/8192
Batería Buffer	Batería de litio con una expectativa de vida de 5 años.
Tipo de memoria	RAM, ROM, FLASH
Capacidad de memoria máxima. para programa del PLC	Pasos de 65 K (240 Kbyte)
Puerto de comunicación RJ45	Comunicación TCP/IP
Puerto de comunicación USB	Puerto comunicación de monitoreo y cargar programas

Fuente: Autor.

En la siguiente Figura 44 podemos apreciar el esquema de conexión de la CPU-Q06UDEHCPU que tendrá comunicación Ethernet para nuestro diseño.

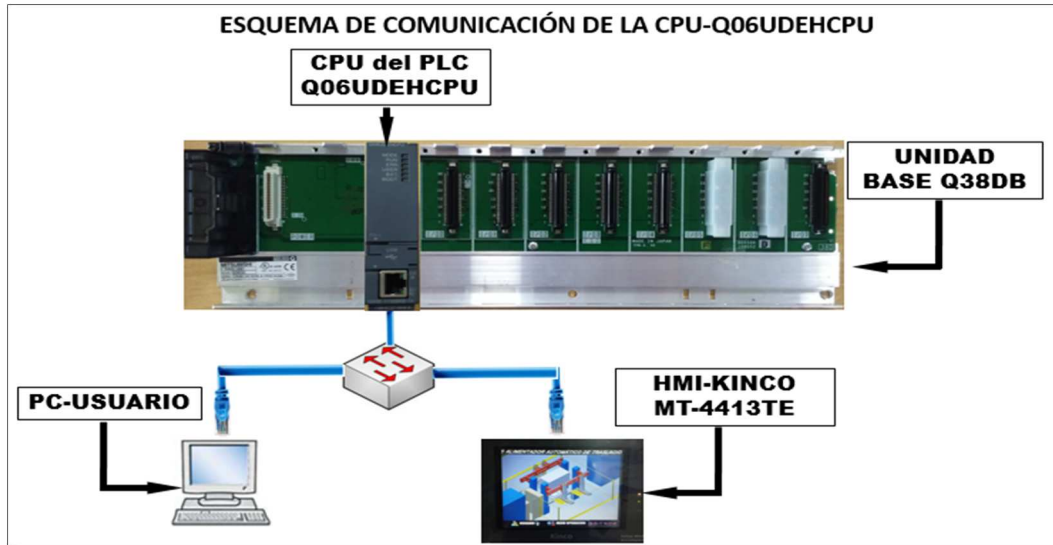


Figura 44. Esquema de comunicación entre los dispositivos utilizados para el diseño.
Fuente: Autor

2.5.1.2. Unidad base Q38DB

La unidad base fue desarrollado por Mitsubishi Electric para el montaje de los componentes de los equipos, componentes como:

- El módulo de alimentación.
- Módulo CPU.
- Módulos de I/O.
- Módulos especiales.

Las características de la unidad base seleccionada **Q38DB** para nuestro sistema se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Características de la Unidad Base Q38DB de Mitsubishi Electric.

ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD BASE Q38DB	
Numero de slots para los módulos	8
Número de slots para alimentación	1
Conexión para cable de extensión	1
Dimensiones	328x98x44,1

Fuente: Autor.

En la Figura 45, se muestra la Unidad Base **Q38DB** seleccionada con capacidad para 8 módulos, siendo necesario para nuestro diseño 5, sin contar con el slot de la Unidad de Alimentación y la CPU **Q06UDEHCPU**.



Figura 45. Unidad Base Q38DB para el montaje de los módulos inteligentes.
Fuente: Cortesía de Induglob

2.5.1.3. Unidad de alimentación Q61P.

La selección de la unidad de alimentación va en función de la capacidad de consumo de corriente de los módulos que se asignarán en la unidad base, así como la tensión de alimentación. En la siguiente Tabla 17, se muestran las características de la unidad de alimentación Q61P seleccionada para los módulos del sistema.

Tabla 17. Características del Módulo de Alimentación Q61P

ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD DE ALIMENTACIÓN Q61P	
Alimentación de entrada	100-240 VAC
Alimentación de salida a los módulos	5 VDC-6A
Relé de acoplamiento, lámpara de aviso	1

Fuente: Autor.

En la Figura 46 se muestra la unidad de alimentación asignada para la alimentación de los módulos.



Figura 46. Esquema del Módulo de Alimentación Q61P a los dispositivos de hardware
Fuente: Autor

2.5.1.1. Módulos combinados de entradas y salidas QX41Y41P

Las múltiples variables externas que se distribuyen al Sistema Automático de Traslación de Planchas como los sensores inductivos, sensores fotoeléctricos, sensores de seguridad, barreras de seguridad, electroválvulas, relés, generadores de vacío etc. Todos estos dispositivos enviarán señales eléctricas al Controlador Lógico Programable para que la CPU del controlador la procese.

Seleccionamos un módulo combinado de entradas y salidas **QX41Y41P** que se adapta de forma correcta a nuestro diseño ocupando poco espacio en el tablero. La Tabla 18 muestra las características generales del módulo de entradas **QX41Y41P**.

Tabla 18. Características del módulo de entradas QX41Y41P

CARACTERISTICAS DEL MODULO DE ENTRADAS QX41Y41P		
Número de entradas disponibles	32 entradas	
Tensión nominal de entrada	20.4 a 28.8 VDC	
Rango de ingreso de corriente	Aproximado de 4mA	
CARACTERISTICAS DEL MODULO DE SALIDAS QX41Y41P		
Número de salidas disponibles	32 salidas	
Voltaje de carga nominal	12-24VDC	
Suministro de fuente externa	Voltaje/Corriente	12-24 VDC/15 mA

Fuente: Autor

En la siguiente Figura 47 se muestra el modulo combinado **QX41Y41P**

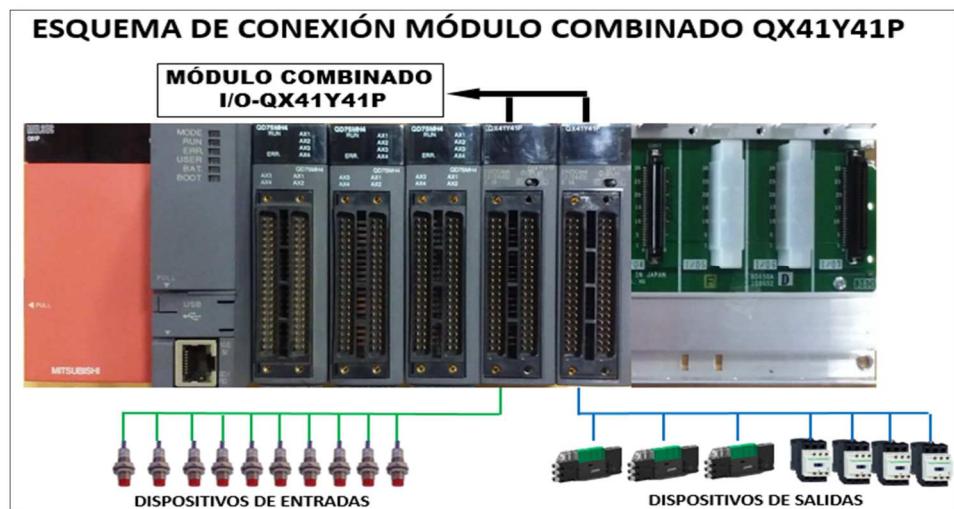


Figura 47. Módulos Combinado de entradas y salidas QX41Y41P.

Fuente: Autor

2.5.1.1. Módulos de Posicionamiento QD75MH4

La selección del módulo **QD75MH4** es necesario por las múltiples aplicaciones y prestaciones que ofrece para desarrollos de automatismos, analizamos las principales características de estos dispositivos electrónicos de última generación.

- Flexibilidad y versatilidad para controlar hasta cuatro ejes por modulo.
- Conectividad de comunicación atreves del protocolo de comunicación **SSCNET III** (Servo System Controller Network).
- Interpolación lineal y circular.
- Aceleración y desaceleración controlada con rampas de forma trapezoidal, lineal y en forma S, siendo más suave los posicionamientos mecánicos

En la Figura 48 se muestra la rampa en **S**.

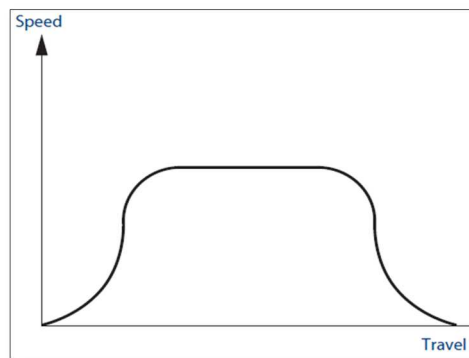


Figura 48. Rampa de aceleración y desaceleración en S.
Fuente: <https://www.unisgroup.nl/pdf/EN/Mitsubishi-Melsec>.

En la siguiente Figura 49 podemos apreciar la interpolación circular.

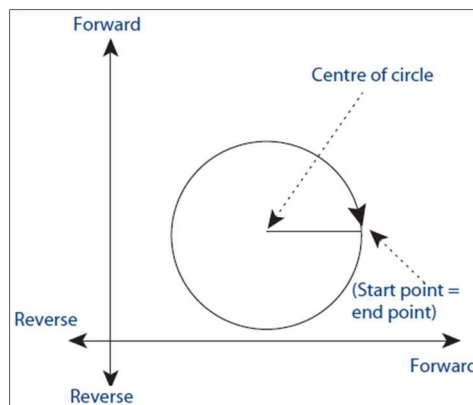


Figura 49. Interpolación circular con dos ejes
Fuente: <https://www.unisgroup.nl/pdf/EN/Mitsubishi>

En la siguiente Tabla 19 se muestran las características del Módulo de Posicionamiento **QD75MH4**.

Tabla 19. Características Generales del Módulo de Posicionamiento QD75MH4.

ESPECIFICACIONES DEL MÓDULO DE POSICIONAMIENTO QD75MH4	
Numero de ejes	4
Interpolación Lineal de ejes	2, 3 o 4
Interpolación Circular	2
Sistema de control de posicionamiento	PTP (punto punto)
	Control de trayectorias
Unidades de Control	mm, inch, degree, pulso
Tipo de Servoamplificador conectable	MR-J3-B
Conexión a servoamplificadores	Vía SSCNET III. Cable de Fibra
Número de puntos ocupados I/O	32

Fuente: Autor.

En la Figura 50 se muestran los Módulos de Posicionamiento **QD75MH4** para el control de los servomotores Mitsubishi.

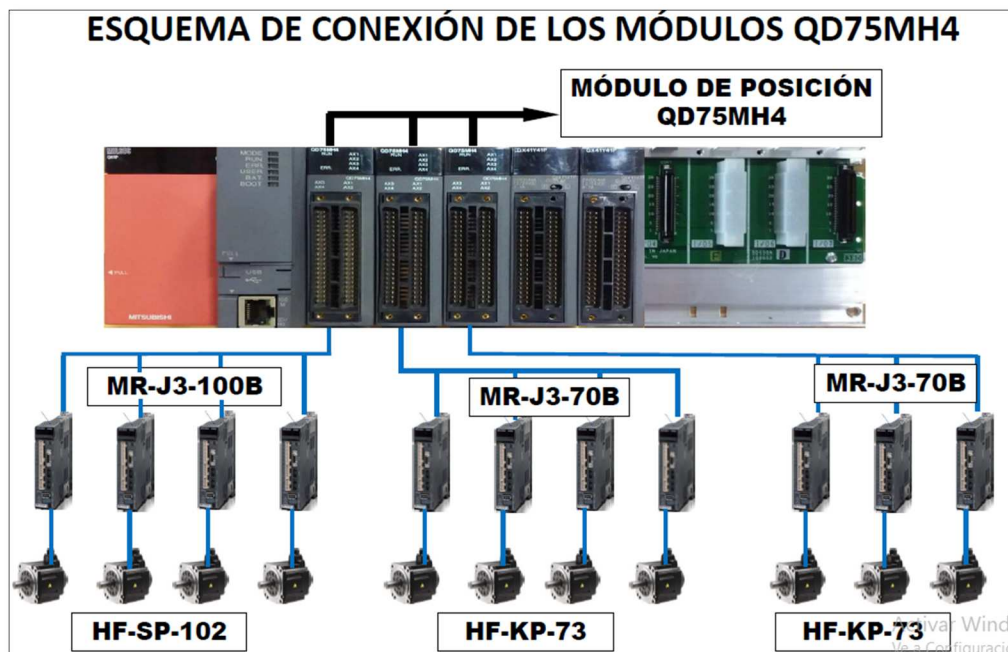


Figura 50. Esquema de conexión de los módulos

Fuente: Autor

2.5.1.2. Servoamplificadores MR-J3-100B / MR-J3-70B

Los servoamplificadores reciben los datos enviados por el módulo de posicionamiento **QD75MH4**, los amplifica y los convierte en corriente eléctrica hacia los servomotores produciendo movimiento proporcional. Estas señales son:

- Velocidad.
- Par de giro.
- Posición.

En la Tabla 20 se muestran las características de los servoamplificadores.

Tabla 20. Características de los servoamplificadores MR-J3-100B / MR-J3-70B

SERVOAMPLIFICADORES MR-J3-100B / MR-J3-70B			
ESPECIFICACIONES		MR-J3-70B	MR-J3-100B
Fuente de Alimentación	Tensión / Frecuencia	Red Trifásica: 200-230 VAC, 50-60 Hz Red Monofásica 200-230VAC, 50-60 Hz	Red Trifásica: 200-230 VAC, 50-60 Hz
Resistencia de Frenado	Integrada		
Funciones de Protección	Sobre intensidad de corriente, sobre intensidad de tensión, sobrecarga (termo relé electrónico), protección contra el sobrecalentamiento del servomotor, error de encoder, sobrecarga del circuito de frenado, tensión baja/corte de corriente, revoluciones excesivas, divergencia de regulación excesiva		
Refrigeración/clase de protección	Auto refrigeración abierta (IP00)		Refrigeración mediante ventiladores, abierta (IP00)

Fuente: Autor

2.6. Establecimiento de comunicación.

Mitsubishi Electric, ofrece una herramienta muy útil para la configuración de los equipos, el software de **MELSEC Q series Model Selection System versión 1.1.17a**, nos permite seleccionar:

- Módulos de posicionamiento.
- CPU.
- Fuente de poder.
- Módulos de entradas.
- Módulos de salidas.
- Módulos analógicos.
- Módulos de Comunicación.
- Unidad base.

El propósito de este software es verificar la compatibilidad de los módulos seleccionados, siendo una herramienta muy útil al momento de diseñar.

En la siguiente Figura 51 se muestra la configuración de los módulos utilizando la herramienta **MELSEC Q series Model Selection System versión 1.1.17a**

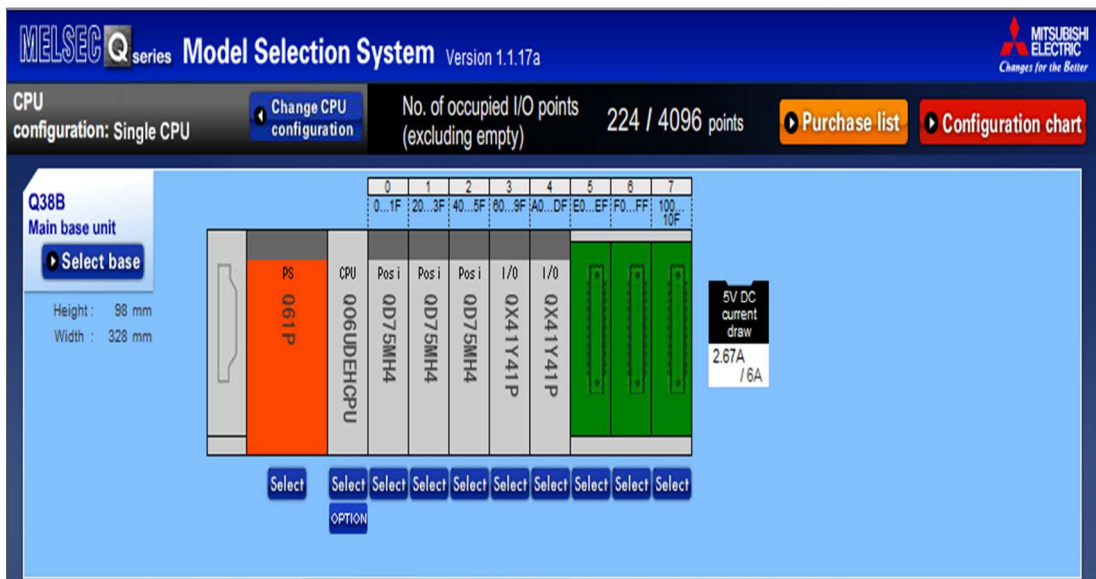


Figura 51. Configuración de Hardware.

Fuente: Autor

2.6.1. Configuración del Controlador Lógico Programable PLC Q06UDEHCPU.

Para establecer la comunicación del Controlador Lógico Programable PLC, fue necesario hacerlo con el software de **MELSEC Serie GX Works 2 Versión 1.525X** de Mitsubishi Electric, la Figura 52 el logo del software utilizado para configurar el PLC



Figura 52. Logo del software GX Works 2

Fuente: Autor

2.6.1.1. Pasos que se realizan para la comunicación del PLC y los dispositivos seleccionados.

Iniciamos abriendo el software del controlador Lógico Programable **GX Works 2** donde asignaremos los dispositivos de Hardware seleccionados.

Paso 1.

Parameter.

Paso 2.

PLC Parameter: Abre la ventana principal para realizar los ajustes. Ver Figura 53

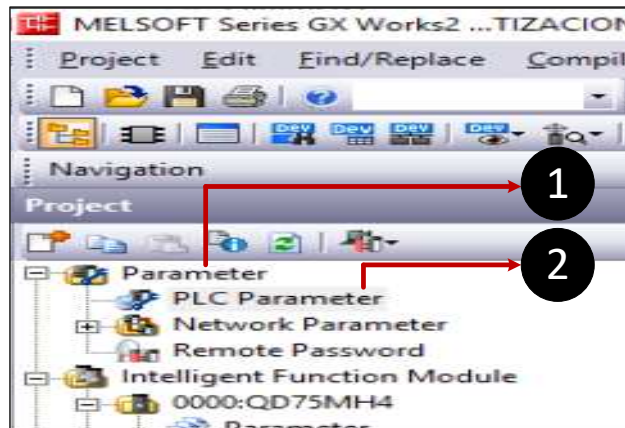


Figura 53. Ventana de ingreso a la configuración
Fuente: Autor

Paso 3.

En la ventana principal de la Figura 54 se asignan los módulos de posicionamiento y módulos combinados de entradas y salidas, vemos que cada dispositivo seleccionado reserva el número de puntos en la memoria de la CPU.

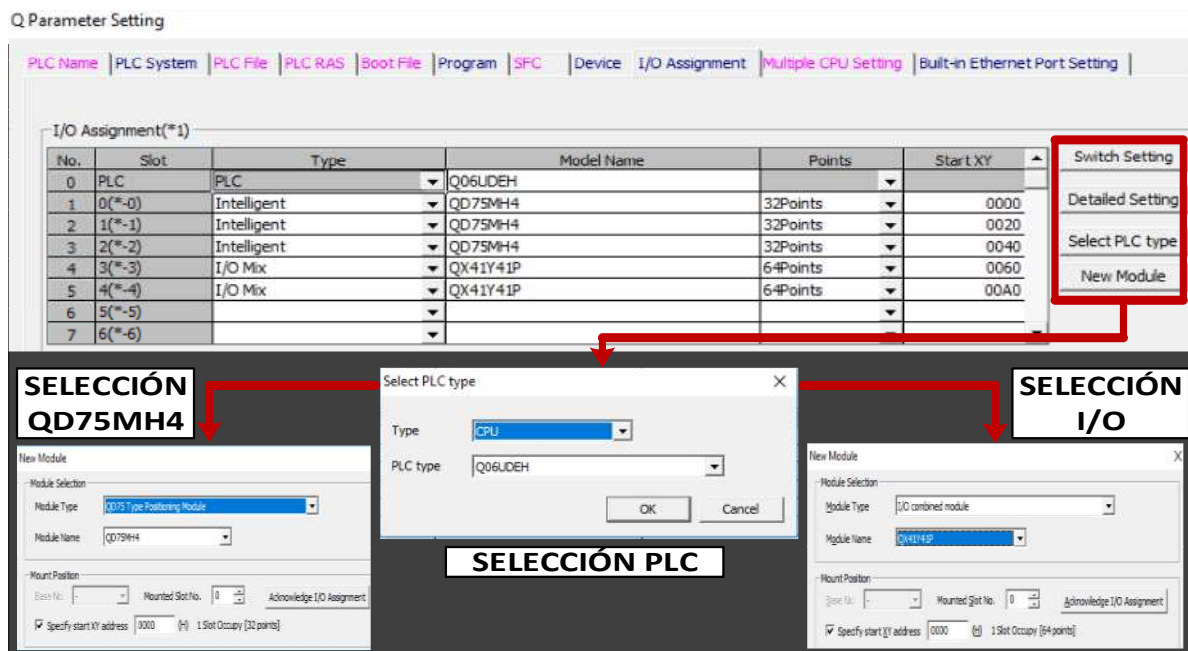


Figura 54. Selección de los módulos de posicionamiento QD75MH4 y QX41Y41P.
Fuente: Autor

2.6.1.2. Parámetros de configuración IP.

En la Figura 55 nos muestra la configuración del dispositivo.

1. **Built-in Ethernet Port Setting**: Abre la ventana principal de configuración IP.
2. **IP- Address Setting**: Cargamos la dirección IP al PLC, le asignamos la dirección 192.168.1.11, sub mascara 255.255.255.0

3. **Open Setting:** Esta función nos permite colocar la conexión y el protocolo para comunicarse con otro dispositivo para nuestro caso la Interfaz HMI.

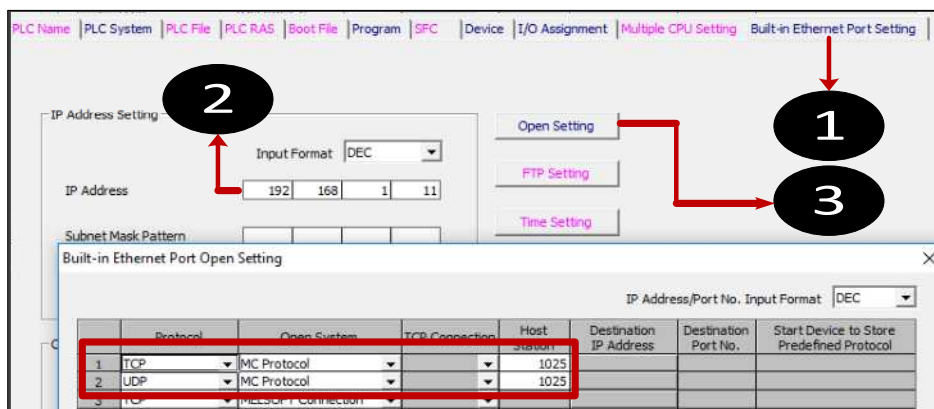


Figura 55. Ventana para la asignación de dirección IP al PLC Q06UDEHCPU
Fuente: Autor

El siguiente paso es cargar esta configuración a la CPU del PLC con la nueva IP seleccionada, para que haga efecto los cambios es necesario reiniciar al PLC apagándolo y volviéndolo a encender.

2.6.2. Establecimiento de comunicación del PLC Q06UDEHCPU.

Una vez establecido la comunicación del controlador Q06UDEHCPU se procede a revisar las condiciones establecidas en etapas como muestra el diagrama de flujo de la Figura 56

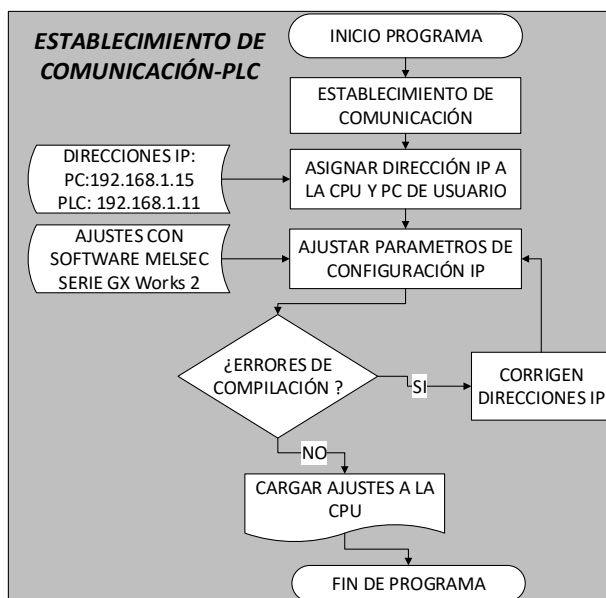


Figura 56. Diagrama del procedimiento de comunicación del PLC.
Fuente: Autor

2.6.3. Procedimiento de Programación del PLC Q06UDHCPU.

Se establece los procedimientos para realizar la programación del controlador (PLC) Q06UDEHCPU. Ver Figura 57.

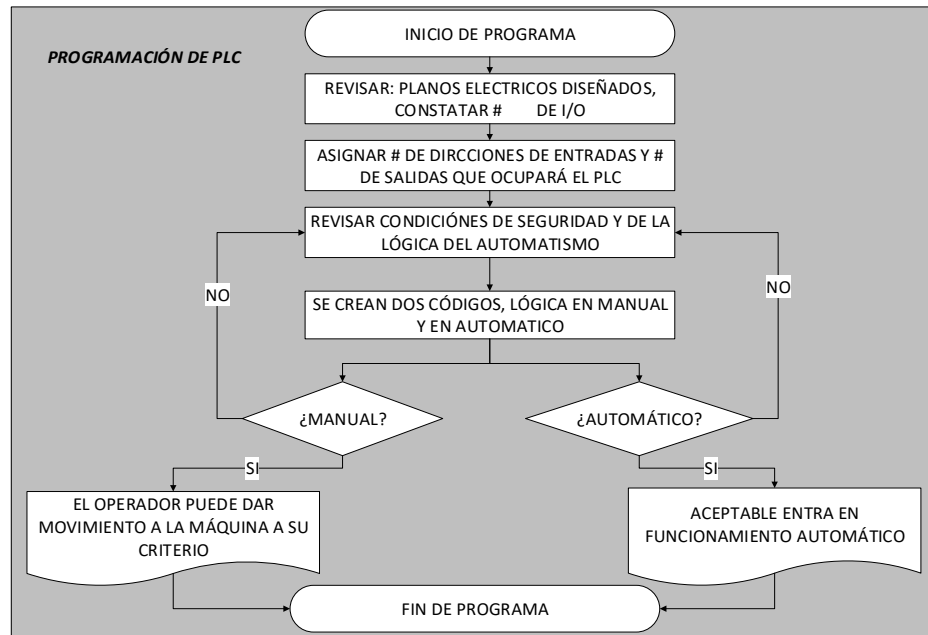


Figura 57. Diagrama del procedimiento de programación del PLC.
Fuente: Autor

2.6.4. Establecimiento de comunicación de los Servoamplificadores MR-J3-100B y MR-J3-70B.

Una vez establecida la comunicación del PLC y sus dispositivos de Hardware, configuramos los parámetros básicos de los servoamplificadores con el software **GX Configurator-QP**. En la Figura 58 podemos mirar el logo del software utilizado para la configuración de los servoamplificadores.



Figura 58. Logo del Software GX Configurator-QP.
Fuente: Autor

2.6.4.1. Configuración de los Servoamplificadores MR-J3-100B / MR-J3-70B.

Describimos la configuración de los parámetros básicos para la puesta en servicio de los servoamplificadores. En la siguiente Tabla 21 apreciamos la configuración de datos de los parámetros (PAREMETER DATA)

PARAMETER DATA:

Tabla 21. Configuración de datos a los servoamplificadores MR-J3-100B / MR-J3-70B.

PARAMETRO	DESCRIPCIÓN	Axis # 1	Axis # 2	Axis # 3	Axis # 4
Basic Parameter 2	Speed limit	13000000 pls/s	13000000 pls/s	13000000 pls/s	13000000 pls/s
	Acc time # 0	500ms	500ms	500ms	500ms
	Dcc time # 0	500ms	500ms	500ms	500ms
Extended Parameter 1	JOG&MPG stroke limit	1:Invalid	1:Invalid	1:Invalid	1:Invalid
	Lower limit	1:Positive	1:Positive	1:Positive	1:Positive
Extended Parameter 1	Upper limit	1:Positive	1:Positive	1:Positive	1:Positive
	Stop signal	1:Positive	1:Positive	1:Positive	1:Positive
Extended Parameter 1	JOG speed limit	80000 pls/s	80000 pls/s	80000 pls/s	80000 pls/s
OPR basic parameter	OPR speed	500000 pls/s	500000 pls/s	500000 pls/s	500000 pls/s
	Creep speed	100000 pls/s	100000 pls/s	100000 pls/s	100000 pls/s
	OPR retry	1:Execute OPR from U/L limit	1:Execute OPR from U/L limit	1:Execute OPR from U/L limit	1:Execute OPR from U/L limit
OPR extended parameter	OP shift amount	65536 pls/s	65536 pls/s	65536 pls/s	65536 pls/s
	OP shift speed especification	1:Creep speed	1:Creep speed	1:Creep speed	1:Creep speed

Fuente: Autor

La unidad pls/s:

Nos indica la unidad que nos da el encoder del servomotor al girar el eje.

A continuación detallamos los parámetros del servoamplificador configurados.

Basic Parameter 2:

- **Speed limit:** Asignamos la velocidad máxima del servomotor a 13000000 pls/s.
- **Acc time # 0:** Asignamos la aceleración del servomotor a 500ms.
- **Dcc time # 0:** Asignamos la desaceleración del servomotor a 500ms.

Extended Parameter 1:

- **JOG&MPG stroke limit:** Habilitamos los finales de carrera de seguridad

- **Lower limit:** Asignamos el límite de carrera como contacto normalmente cerrado NC
- **Upper limit:** Asignamos el límite de carrera como contacto normalmente cerrado NC
- **Stop signal:** Asignamos el pulsante stop como contacto normalmente cerrado NC

Extended Parameter 1:

- **JOG speed limit:** Asignamos 80000 pls/s, la velocidad máxima del servomotor en modo manual (JOG)

OPR basic parameter:

- **OPR speed:** Asignamos la velocidad de home posicionamiento a cero
- **Creep speed:** Se asigna la velocidad después de encontrar el cero Home
- **OPR retry:** habilitamos con la ayuda de los límites de seguridad siga buscando el home.

OPR extended parameter:

- **OP shift amount:** Asignamos la nueva posición después de encontrar el home (punto cero)
- **OP shift speed specification:** Asigna la velocidad para ir al punto (OP shift amount)

En la pestaña **SERVO PARAMETER DATA** de **GX Configurator-QP** ajustamos el tipo de servoamplificador así como la activación de servo forced stop, en la Tabla 22 apreciamos los ajustes.

SERVO PARAMETER DATA:

Tabla 22. Configuración de SERVO PARAMETER DATA.

PARAMTERO	DESCRIPCIÓN	Axis # 1	Axis # 2	Axis # 3	Axis # 4
Servoamplifier series	Servoamplifier series	1:MR-J3-B	1:MR-J3-B	1:MR-J3-B	1:MR-J3-B
Basic setting parameters	Servo forced stop selection	1:Invalid (Do not use the forced stop signal)	1:Invalid (Do not use the forced stop signal)	1:Invalid (Do not use the forced stop signal)	1:Invalid (Do not use the forced stop signal)

Fuente: Autor.

Servoamplifier series:

- **Servoamplifier series:** Aquí asignamos la serie del servoamplificador.

Basic setting parameters:

- **Servo forced stop selection:** Asignamos la función de stop forzado para los cuatro ejes.

En la siguiente Figura 59 podemos apreciar la ventana principal del software **GX Configurator-QP** para los ajustes de los parámetros básicos.

Kind	Item	Axis #1	Axis #2	Axis #3	Axis #4
Basic parameter 1	Unit	3:pulse	3:pulse	3:pulse	3:pulse
	Pulse per rotation	262144 pls	262144 pls	262144 pls	262144 pls
	Travel per rotation	262144 pls	262144 pls	262144 pls	262144 pls
	Unit magnification	1: 1 times	1: 1 times	1: 1 times	1: 1 times
Basic parameter 2	Speed limit	13000000 pls/s	13000000 pls/s	13000000 pls/s	13000000 pls/s
	ACC time #0	500 ms	500 ms	500 ms	500 ms
	DEC time #0	500 ms	500 ms	500 ms	500 ms
Extended parameter 1	Backlash compensation	0 pls	0 pls	0 pls	0 pls
	S/W stroke LMT HIGH	2147483647 pls	2147483647 pls	2147483647 pls	2147483647 pls
	S/W stroke LMT LOW	-2147483648 pls	-2147483648 pls	-2147483648 pls	-2147483648 pls
	S/W stroke LMT select	0:Valid for command address	0:Valid for command address	0:Valid for command address	0:Valid for command address
	JOG&MPG stroke limit	1:Invalid	1:Invalid	1:Invalid	1:Invalid
	Command in-position	100 pls	100 pls	100 pls	100 pls
	Torque limit	300 %	300 %	300 %	300 %
	M code DN output	0:WITH mode	0:WITH mode	0:WITH mode	0:WITH mode
	Speed switching mode	0:Change speed from specified address	0:Change speed from specified address	0:Change speed from specified address	0:Change speed from specified address
	Interpolation speed mode	0:Composed speed	0:Composed speed	0:Composed speed	0:Composed speed

Figura 59. Ventana principal para los ajustes de los servoamplificadores

Fuente: Autor

2.7. Selección, programación y configuración de la interfaz con el usuario.

La selección del panel va en función de las necesidades del sistema, se elige una pantalla táctil de procedencia China marca **KINCO 4513 TE** con protocolos de comunicación RS-232 / RS-485 y puerto ETHNET, esta última es la que utilizaremos para establecer comunicación con el PLC Q06UDEHCPU.

Para realizar la configuración de comunicación con el PLC es necesario utilizar el software **Kinco HMI Configuration Edit Software Versión 2.2.0.0 (Build 150610)** en la Figura 60 se muestra el logo del software a utilizar.



Figura 60. Logo del Software para la configuración de la interfaz HMI.
Fuente: Autor

2.7.1. Configuración de la Interfaz con el usuario.

Para establecer la comunicación de la interfaz con el PLC, en la ventana de elementos gráficos del software Kinco ya abierto, seleccionamos:

- El modelo de la **HMI MT4513TE**.
- El modelo del **PLC Mitsubishi QnA 3EBin Ethernet (TCP modo Slave)**.
- Protocolo de comunicación Ethernet.

Los procedimientos para asignar la dirección IP a los dispositivos, se muestra en la Figura 61.

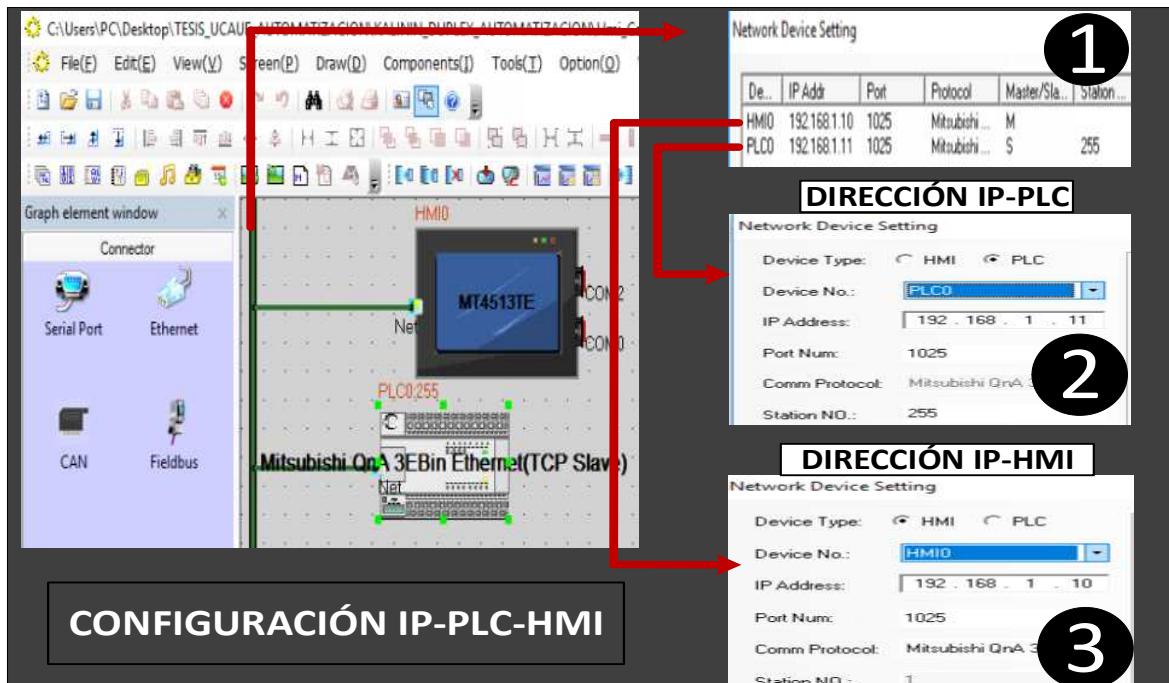


Figura 61. Configuración de la Interfaz (HMI-KINCO)
Fuente: Induglob

2.7.2. Procedimientos para el establecimiento de comunicación de la Interfaz HMI.

Se muestra a continuación en la Figura 62 el diagrama de flujo para establecer la comunicación con la interfaz HMI, de acuerdo a las necesidades del diseño planteado.

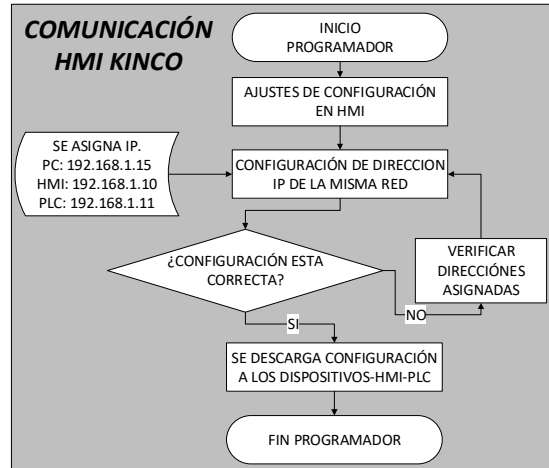


Figura 62. Diagrama de comunicación de la interfaz HMI-Kinco
Fuente: Autor

2.7.3. Programación de la Interfaz Hombre Maquina HMI-Kinco 4513-TE.

El procedimiento de programación con el software **Kinco HMI Configuration Edit Software Versión 2.2.0.0 (Build 150610)**, es completamente gráfica donde se asignarán direcciones que el controlador las interpreta como una orden de ejecución, se muestra a continuación el proceso de programación en el diagrama de flujo de la Figura 63

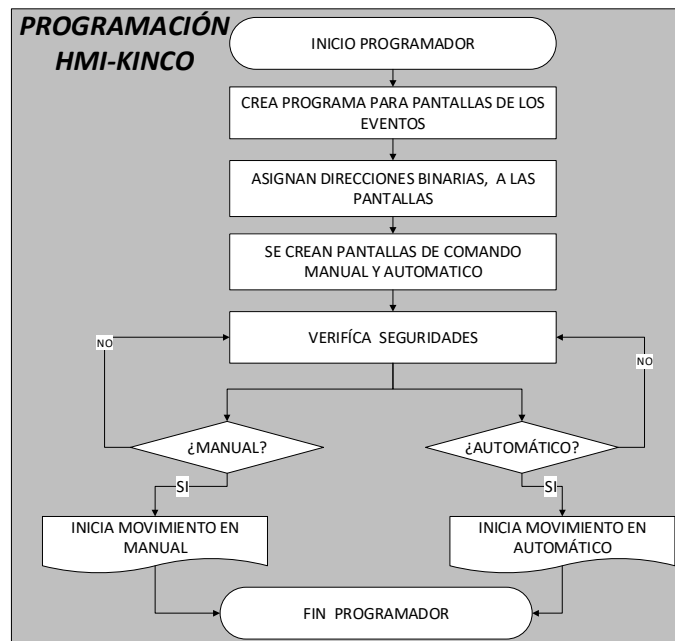


Figura 63. Diagrama de la programación en la (HMI-KINCO)
Fuente: Autor

2.8. Diseño Final del Sistema.

Luego de haber realizado un análisis completo de las proyecciones del Sistema Automático de Traslación de Planchas y definido los equipos necesarios que formaran parte del diseño, se opta por elaborar finalmente los planos eléctricos.

2.8.1. Elaboración del Planos Eléctricos del Sistema de Control.

La herramienta ideal para la elaboración de los planos eléctricos se realiza con el software de **AUTOCAD ELECTRIC 2017**, el contenido de los planos eléctricos implican diseño de mando y de fuerza de todos los componentes eléctricos y electrónicos, adicional a este evento se contempla realizar:

- Lámina de alimentación principal al tablero de mando. Ver Anexo 1.
- Lámina de fuente de poder. Ver Anexo 2.
- Lámina de la alimentación de los servomotores de potencia. Ver Anexo 3 y 4
- Lámina de la alimentación el variador de frecuencia. Ver Anexo 5
- Lamina de la alimentación del módulo de seguridad SIEMENS 3TK28. Ver Anexo 6
- Lamina del módulo de entradas y salidas QX41Y41P. Ver Anexo 7
- Lamina de la distribución del PLC-Q06UDEH-CPU. Ver Anexo 8
- Lamina de la alimentación de la interfaz HMI-KINCO. Ver Anexo 9

Se muestra en la siguiente Figura 64 una de las láminas donde se indica la distribución de los servomotores específicamente el control de fuerza.

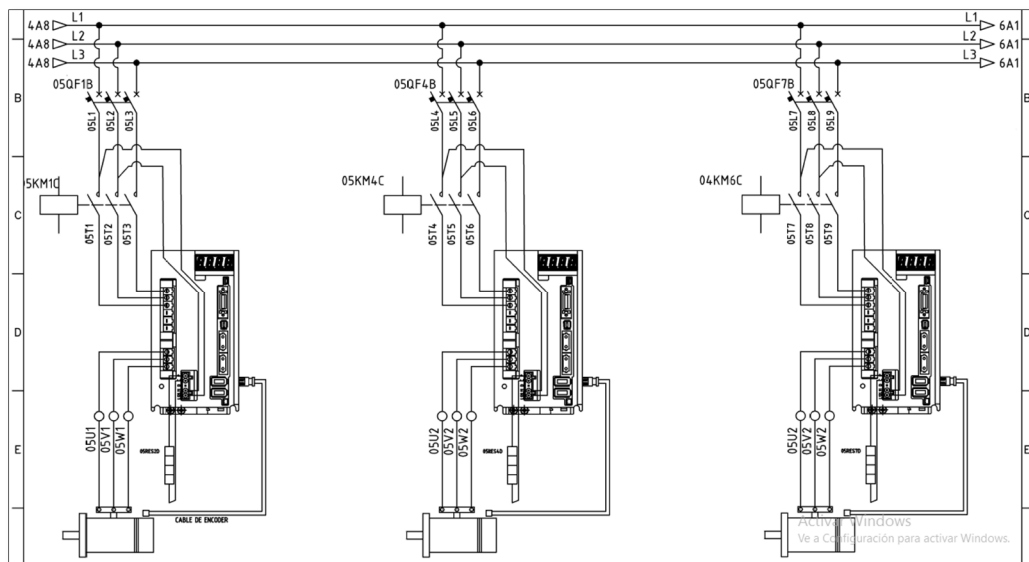


Figura 64. Lámina de conexión del circuito de fuerza a los servomotores.

Fuente: Autor

2.8.2. Cableado del Tablero de Control.

Se procede a cablear los elementos eléctricos y electrónicos siguiendo los diseños de planos eléctricos, donde cada conductor es etiquetado y cada elemento es renombrado con su respectiva nomenclatura en la Figura 65 se muestran los componentes instalados en el tablero para el control del automatismo.

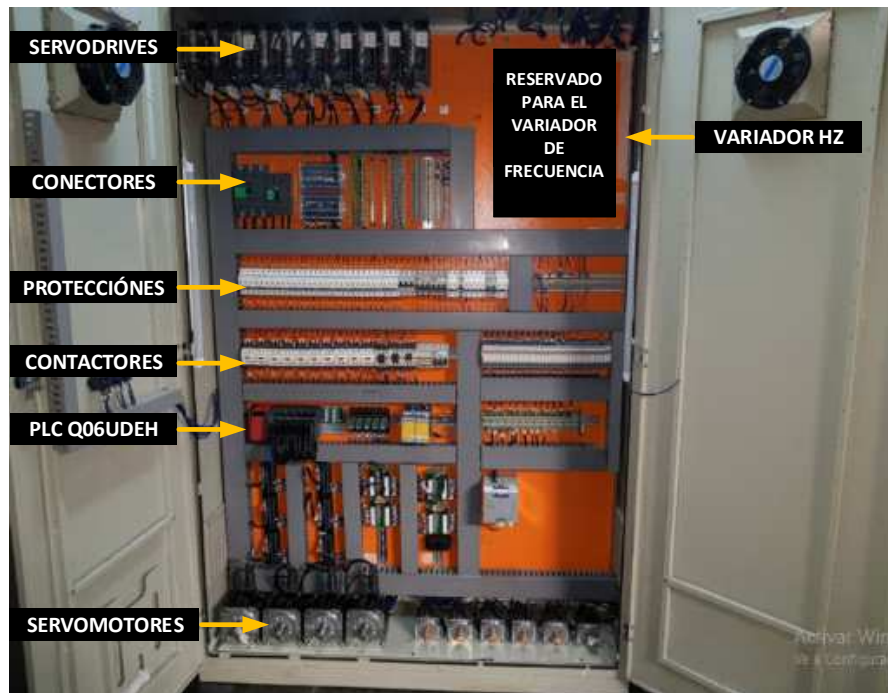


Figura 65. Conexión de los componentes eléctricos en el tablero de control.
Fuente: Induglob

2.8.3. Ejemplo de Programación en LADDER del PLC Q06UDEHCPU.

Se elige programar en LADDER que es uno de los cinco lenguajes de programación que nos ofrece Mitsubishi y uno de los más utilizados en programación de controladores en la Figura 66 se muestra una secuencia de movimiento en modo manual para uno de los ejes de los alimentadores.

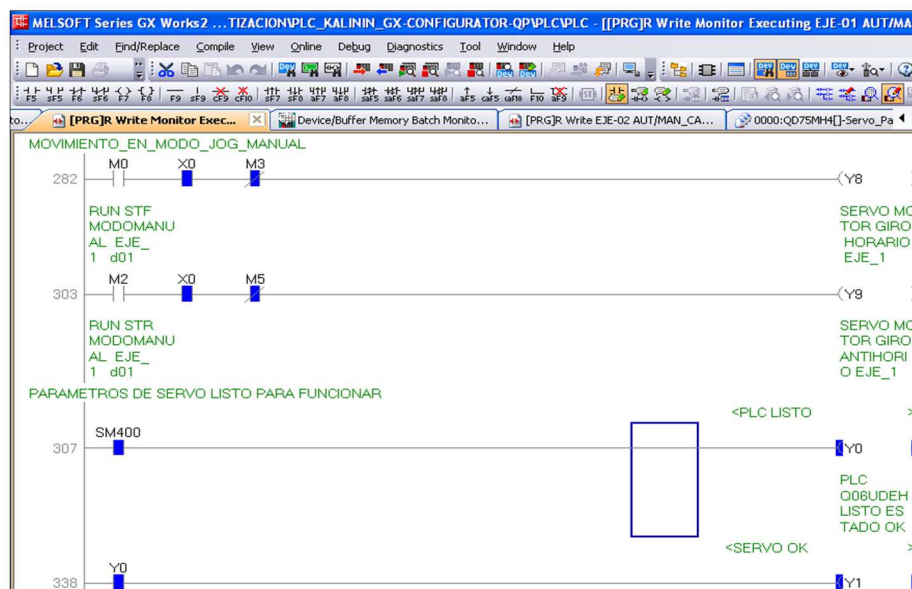


Figura 66. Diagrama de programación en lenguaje ladder.
Fuente: Autor

Se muestra a continuación en la Figura 67 la distribución general de los sensores inductivos con la nomenclatura SQ_X00 y los servomotores en el Sistema de Traslación de Planchas.

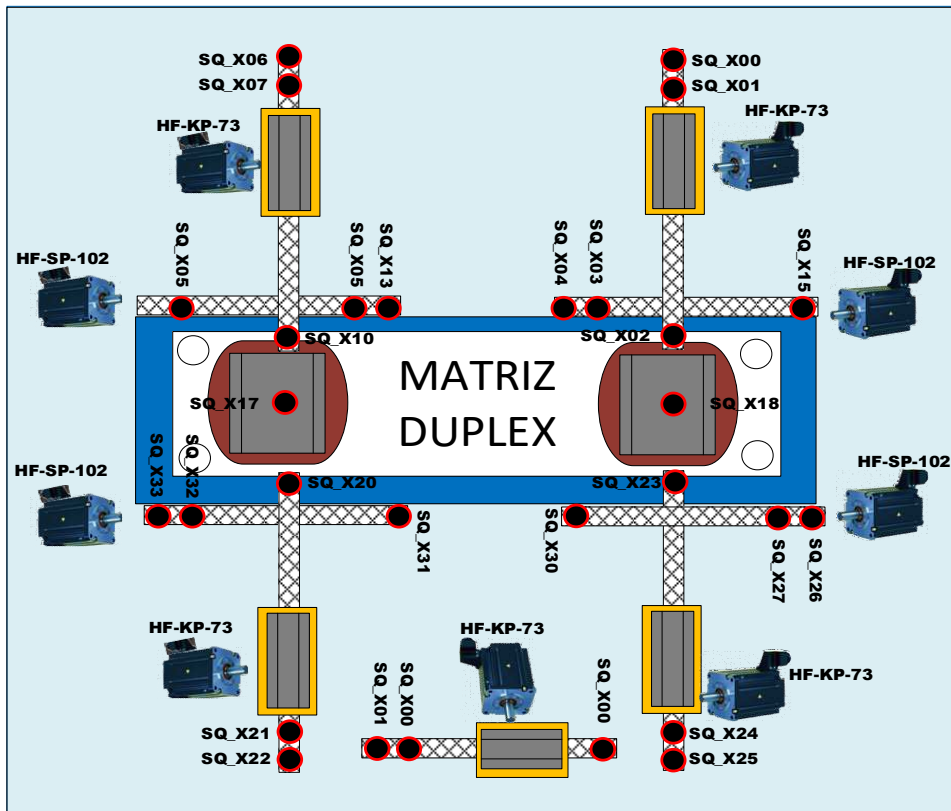


Figura 67. Distribución de los sensores de seguridad en la maquina Calinin

Fuente: Autor

2.8.4. Potencia Instalada del Sistema Automático de Traslación de Planchas.

En la Tabla 23 se muestra el cuadro de cargas y las potencias instaladas del Sistema Automático de Traslación de Planchas que están distribuidas en:

- Iluminación del tablero de control.
- Circuitos de extractores de calor.
- Circuito de fuerza de los servomotores.
- Circuito del motor de la prensa.
- Circuito de la alimentación de la fuente de poder.
- Potencia total instalada.
- Corriente máxima de corriente.
- Conductor de la acometida principal del sistema.

Tabla 23. Cuadro de Cargas del Sistema Automático.

CIRCUITO	TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCION DE CIRCUITO	CANTIDAD (un)	# DE FASES	FASES	TENSIÓN (VAC)	POTENCIA EN (W)	COS.F	In. Nominal (A)	POTENCIA EN (KVA)	POTENCIA INSTALADA (KW)	FACTOR DE SIMULTANEIDAD	PROTECCION	CALIBRE DE CONDUCTOR
C1	I	ILUMINACION DE TABLERO DE CONTROL	2	1	R	120	24	1	0,14	0,02	0,05	0,35	1X2	# 18
C2	E	CIRCUITO DE EXTRACTORES DE CALOR	2	1	S	120	38	0,85	0,75	0,09	0,08	1	1X2	#18
C3	E	CIRCUITO DE FUERZA SERVO HF-SP-102	4	3	R-S-T	220	1000	0,85	12,36	4,71	4,00	1	3X14	#14
C4	E	CIRCUITO DE FUERZA SERVO HF-KP-73	6	3	R-S-T	230	750	0,85	13,31	5,29	4,50	1	3X14	#14
C5	E	CIRCUITO DE MOTOR DE MARTILLO CALNIN	1	3	R-S-T	220	55000	0,85	170,01	64,71	55,00	1	3X10	# 1/0
C6	E	CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN FUENTE DE PODER	1	1	R	120	750	0,85	4,25	0,88	0,75	1	3X10	#18
CARGA TOTAL DEL SISTEMA.			POTENCIA TOTAL INSTALADADA (KW)		64,37									
			ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA (KVA)		75,69									
			CORRIENTE MAXIMA DEL SISTEMA		200,82									
			# DE CONDUCTOR ACOMETIDA		4/0 AWG									

Fuente: Autor

2.8.5. Inversión del Proyecto para el Sistema de Traslación de Planchas.

La inversión del proyecto y el tiempo de recuperación son decisiva para dar paso a la posible implementación, el análisis que realiza el departamento financiero de la Empresa, evalúa en función de indicadores económicos.

En el caso del Sistema Automático de Traslación de Planchas la inversión está proyectado en Ciento Veinte Mil Dólares Americanos, inversión que es destinada para la compra de los equipos electrónicos como eléctricos, así como materiales de infraestructura mecánica y demás accesorios.

2.8.6. Análisis de Indicadores Financieros.

2.8.6.1. Análisis de costo de mano de obra.

Uno de los propósitos de este proyecto es incrementar la producción de 220 a 300 UPH (unidades por hora) es decir un 36,36% más de producción, tomando en cuenta estas necesidades se realizan dos análisis:

- Con ocho colaboradores, la meta de producción por hora 220 UPH.
- Con once colaboradores, la meta de producción por hora 300 UPH.

Si bien actualmente la producción de los tableros frontales y posteriores lo realiza con nueve colaboradores, el análisis se hará con ocho ya que es obligatorio la presencia de uno de ellos para la operación de la máquina.

En la Tabla 24 se realiza un análisis del costo anual con ocho operadores que realizan actualmente 220 UPH.

Tabla 24. Análisis Económico de la Mano de Obra con ocho operadores

ANÁLISIS DE MANO DE OBRA			
Centro	Personas	Costo Unitario Mensual	Costo Anual
Análisis de Mano de Obra			
1PMA	-8	814,16	(78.159,70)
Total Ahorro Mano de Obra			(78.159,70)
Análisis de Gastos Complementarios			
Comedor	-8	48,40	-4646,4
Uniformes	-8	5,63	-540
Implementos Seguridad Industrial	-8	6,00	-576
TOTAL COSTOS COMPLEMENTARIOS			-5762,4
	Ahorro Total Anual		(83.922,10)

Fuente: Cortesía de Induglob

En la Tabla 25 se muestra el segundo análisis con la proyección de producir 300 UPH siendo necesario doce operadores para llegar a la meta proyectada, de igual manera el análisis sería con once colaboradores ya que es obligatorio contar con uno para la operación de la máquina.

Tabla 25. Análisis Económico de la Mano de Obra con once operadores

ANÁLISIS DE MANO DE OBRA			
Centro	Personas	Costo Unitario Mensual	Costo Anual
Análisis de Mano de Obra			
1PMA	-11	814,16	(107.469,59)
Total Ahorro Mano de Obra			(107.469,59)
Análisis de Gastos Complementarios			
Comedor	-11	48,40	-6388,8
Uniformes	-11	5,63	-742,5
Implementos Seguridad Industrial	-11	6,00	-792
TOTAL COSTOS COMPLEMENTARIOS			-7923,3
	Ahorro Total Anual		(115.392,89)

Fuente: Cortesía de Induglob

Es necesario recalcar que los operadores que ya no estén dentro de este proceso serán reubicados a otras áreas.

En la Tabla 26 se muestran los indicadores económicos con ocho operadores cuya meta es 220 UPH, obteniendo los resultados de un VAN= 66,6% un TIR= 40,7% y una recuperación de inversión en el tiempo (Payback) de 2 años, siendo rentable la inversión.

Tabla 26. Indicadores Económicos con ocho operadores.

EVALUACIÓN FINANCIERA							
1. Datos del Proyecto a evaluar							
Nombre del Proyecto:		ALIMENTADOR AUTOMATICO PARA MATRICES DUPLEX					
2. P&G del Proyecto							
	Total	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Período de Planeación	US\$	0	1	2	3	4	5
+ Ingresos Netos							
- MP							
- Mano de Obra			-83.922	-83.922	-83.922	-83.922	-83.922
- Gtos. Fab. Variables							
- Logísticos							
- Ventas & MKT	-	-	-	-	-	-	-
- Post-Venta	-	-	-	-	-	-	-
- Total Costos y Gastos Variables	-419.610	-	-83.922	-83.922	-83.922	-83.922	-83.922
= Margen de Contribución	419.610	-	83.922	83.922	83.922	83.922	83.922
% Vtas. Netas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
- Gtos. Fab. Fijos							
- Depreciación	-	-	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
- Específicos del proyecto	-	-	-	-	-	-	-
- Administrativos	-	-	-	-	-	-	-
- Otros	-	-	-	-	-	-	-
- Total Gastos Fijos	-	-	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
% Vtas. Netas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
= Utilidad antes de Imp. Y Participa	359.610	-	71.922	71.922	71.922	71.922	71.922
% de Vtas. Netas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
- Participación	53.942	-	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788
- Impuesto a la Renta	67.247	-	13.449	13.449	13.449	13.449	13.449
- Total Impuestos-participación	121.189	-	24.238	24.238	24.238	24.238	24.238
= Utilidad Neta	238.422	-	47.684	47.684	47.684	47.684	47.684
% de Vtas. Netas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Inversión		120.000	0	0	0	0	0
ROI	44,2%	0,0%	44,2%	49,7%	56,8%	66,2%	79,5%
Gastos adicionales	% Vtas. Netas	Notas					
Logísticos						Horizonte	5 Años
Ventas & MKT	1,5%					Impuestos	22,0%
Post-Venta	0,33%					Inv. (días)	15 4,2%
Administrativos	0,0%					Inv. (días)	80 22,2%
Otros	0,0%					CxC (días)	90 25,0%
Total Otros Gastos (% Ventas)	1,8%					% descuent	18,0%
3. Flujo de Efectivo							
	Total	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Período de Planeación		0	1	2	3	4	5
+ Utilidad antes de imp	359.610	-	71.922	71.922	71.922	71.922	71.922
- Impuestos y participación	-121.189	-	-24.238	-24.238	-24.238	-24.238	-24.238
+ Depreciación	-	-	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
- Inversión	-	-120.000	-	-	-	-	-
+ Valor Residual	-	-	-	-	-	-	-
- Cambio Neto de Capital	-	-	-	-	-	-	-
+ Valor Residual	-	-	-	-	-	-	-
Flujo de efectivo	178.422	-120.000	59.684	59.684	59.684	59.684	59.684
Flujo Acumulado	-	-120.000	-60.316	-631	59.053	118.737	178.422
VAN:		66.643					
TIR:		40,7%					
Payback:		2 Año(s); 0 Mes(es)					
	2	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
	0	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
4. Inversión							
	Total	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Período de Planeación		0	1	2	3	4	5
Activos Fijos	120.000	120.000	-	-	-	-	-
Activos Fijos Acumulados	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
- Depreciación Acumulada	-	-	-12.000	-24.000	-36.000	-48.000	-60.000
PPE Neto	120.000	120.000	108.000	96.000	84.000	72.000	60.000
Cuentas x cobrar	-	-	-	-	-	-	-
+ Inventarios PT	-	-	-	-	-	-	-
+ Inventarios MP	-	-	-	-	-	-	-
Act. Corrientes - Pas. Corrientes	-	-	-	-	-	-	-
(% de Vtas. Netas)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Activos operativos	540.000	120.000	108.000	96.000	84.000	72.000	60.000

Fuente: Cortesía de Induglob.

En la Tabla 27 se muestran los indicadores económicos con once operadores cuya meta es de 300 UPH, obteniendo los resultados de un VAN= 153,3% un TIR= 67,4 y una recuperación de la inversión en el tiempo de un año seis meses.

Tabla 27. Indicadores Económicos con once operadores.

EVALUACIÓN FINANCIERA							
1. Datos del Proyecto a evaluar							
Nombre del Proyecto:		ALIMENTADOR AUTOMATICO PARA MATRICES DUPLEX					
2. P&G del Proyecto							
	Total	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Período de Planeación	US\$	0	1	2	3	4	5
+ Ingresos Netos							
- MP							
- Mano de Obra			-115.393	-115.393	-115.393	-115.393	-115.393
- Gtos. Fab. Variables							
- Logísticos							
- Ventas & MKT							
- Post-Venta							
- Total Costos y Gastos Variables	-576.964		-115.393	-115.393	-115.393	-115.393	-115.393
= Margen de Contribución	576.964		115.393	115.393	115.393	115.393	115.393
% Vtas. Netas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
- Gtos. Fab. Fijos							
- Depreciación			12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
- Específicos del proyecto							
- Administrativos							
- Otros							
- Total Gastos Fijos	-	-	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
% Vtas. Netas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
= Utilidad antes de Imp. Y Participa	516.964	-	103.393	103.393	103.393	103.393	103.393
% de Vtas. Netas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
- Participación	77.545	-	15.509	15.509	15.509	15.509	15.509
- Impuesto a la Renta	96.672	-	19.334	19.334	19.334	19.334	19.334
- Total Impuestos-participación	174.217	-	34.843	34.843	34.843	34.843	34.843
= Utilidad Neta	342.747	-	68.549	68.549	68.549	68.549	68.549
% de Vtas. Netas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Inversión		120.000	0	0	0	0	0
ROI	63,5%	0,0%	63,5%	71,4%	81,6%	95,2%	114,2%
Gastos adicionales	% Vtas. Netas	Notas					Parámetros financieros
Logísticos							Horizonte 5 Años
Ventas & MKT	1,5%						Impuestos 22,0%
Post-Venta	0,33%						Inv. (días) 15 4,2%
Administrativos	0,0%						Inv. (días) 80 22,2%
Otros	0,0%						CxC (días) 90 25,0%
Total Otros Gastos (% Ventas)	1,8%						% descuen 18,0%
3. Flujo de Efectivo							
	Total	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Período de Planeación		0	1	2	3	4	5
+ Utilidad antes de imp	516.964	-	103.393	103.393	103.393	103.393	103.393
- Impuestos y participación	-174.217	-	-34.843	-34.843	-34.843	-34.843	-34.843
+ Depreciación	-	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
- Inversión	-	-120.000	-	-	-	-	-
+ Valor Residual	-	-	-	-	-	-	-
- Cambio Neto de Capital	-	-	-	-	-	-	-
+ Valor Residual	-	-	-	-	-	-	-
Flujo de efectivo	282.747	-120.000	80.549	80.549	80.549	80.549	80.549
Flujo Acumulado	-	-120.000	-39.451	41.099	121.648	202.198	282.747
VAN:		131.892					
TIR:		60,9%					
Payback:		1 Año(s); 6 Mes(es)					
	1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6	0,00	5,88	0,00	0,00	0,00	0,00
4. Inversión							
	Total	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Período de Planeación		0	1	2	3	4	5
Activos Fijos	120.000	120.000	-	-	-	-	-
Activos Fijos Acumulados	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
- Depreciación Acumulada	-	-	-12.000	-24.000	-36.000	-48.000	-60.000
PPE Neto	120.000	120.000	108.000	96.000	84.000	72.000	60.000
Cuentas x cobrar							
+ Inventarios PT	-	-	-	-	-	-	-
+ Inventarios MP	-	-	-	-	-	-	-
Act. Corrientes - Pas. Corrientes	-	-	-	-	-	-	-
(% de Vtas. Netas)		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Activos operativos	540.000	120.000	108.000	96.000	84.000	72.000	60.000

Fuente: Cortesía Induglob

2.8.7. Presupuesto de Equipos y Materiales.

Con los resultados financieros que se obtuvieron el departamento de producción en conjunto con el departamento técnico aprueba la compra de los equipos y materiales que intervendrán en la ejecución del proyecto. En la Tabla 28 se muestran los materiales, equipos eléctricos y electrónicos que se utilizara para la posible implementación del proyecto.

Tabla 28. Costo general de los equipos.

NOMBRE DE LOS EQUIPOS	DESCRIPCION	POTENCIA NOMINAL (KW)	CANTIDAD UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
Servo motor 750w hf- kp73	Control para cuatro alimentadores	0.7KW	4	1990	7960
Servo motor HF-SP-350B	Control para cuatro alimentadores	3.5 KW	1	3858	3858
Servo motor 1w hf-sp-102b	Control para cuatro alimentadores	1 KW	4	2340	9360
Servoamplificador 1000w 200v mr-j3-120B	Control para cuatro servomotores	1KW	4	3394	13576
Servoamplificador 700w mr-j3-70b	Control para del alimentadores	0.7KW	4	2750	11000
Servoamplificador MR-J3-350B 200v sscnet mr-j3-70b	Control para el alimentador 1	3.5KW	1	3677	3677
Caja reductora planetaria AF-140-S2-P2	Controlara el torque relación 4-1	-	1	2884,2	2884,2
Caja reductora planetaria afr075m1 - 004	Controlar el torque relación 4-1	-	4	2640	10560
Caja reductora planetaria af075 - 007 - s2	Incrementar el Torque relación 4-1	-	4	1675	6700
Conectores para cable encoder	Comunicación de los servomotor	-	5	150	750
Conectores de alimentación	Alimentación de servomotores	-	4	172	688
QD75MH4 motion module-4 axis sscnet iii	Control del posicionamiento	-	3	2961	8883
Q06UDEH-CPU	Controlador	-	1	2820	2820
Qx41y41p comb. 32 dc in, 32 tr sink out	Modulo de entradas y salidas	-	2	1380	2760
Armario para control de mando	Instalación de componentes	-	1	1300	1300
Dispositivos electromecánicos	Componentes de control de Fuerza	-	1	5000	5000
Cables fibra óptica	Comunicación.	-	9	72	648
Suction cup bfft90p.5s.g69mr	Grupo de Ventosas	-	13	866,4	11263,2
Bomba piCOMPACT23	Generador de Vacío	-	4	940,69	3762,76
Estructura mecánica del sistema	Soporte estructural para los alimentadores	-	1	12500	12500
TOTAL:					\$119.950,16

Fuente: Autor.

2.8.1. Análisis del costo de mano de obra calificada.

Es necesario aclarar que la inversión planteada de Ciento Veinte mil Dólares americanos para la ejecución de este proyecto involucra únicamente a gastos para la compra de los equipos y materiales para su construcción, sin tomar en cuenta la mano de obra.

La empresa dentro de su grupo de colaboradores cuenta con personal técnico calificado para realizar los proyectos y mejoras en la zona de producción. Se realiza el análisis de la mano de obra en caso de que el proyecto sea contratado por personas externas.

En la Tabla 29 se muestra el análisis económico de la mano de obra calificada de los técnicos y el tiempo de ejecución.

Tabla 29. Análisis del costo de la mano de obra calificada.

ANALISIS DE LA MANO DE OBRA CALIFICADA				
PERSONAL TÉCNICO	NUMERO DE TÉCNICOS	TIEMPO ESTIMADO EN MESES	COSTO MENSUAL	COSTO TOTAL
TECNICOS ELÉCTRICOS	4	4	900,00	3600,00
TECNICOS MECÁNICOS	4	4	850,00	3400,00
TÉCNICOS PROGRAMADORES	1	4	1300,00	5200,00
COSTO TOTAL				\$ 12.200,00

Fuente: Autor.

2.8.2. Costo Total del Proyecto.

Revisando los gastos proyectados en materiales y mano de obra calificada se muestra en la Tabla 30 el costo total del proyecto.

Tabla 30. Costo Total del Proyecto.

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	
MANO DE OBRA CALIFICADA	12200,00
COSTO DE EQUIPOS Y MATERIALES	119950,16
COSTO TOTAL	\$132.150,16

Fuente: Autor.

3. CAPITULO 3

3.1 Pruebas.

Realizada la configuración de los parámetros en los equipos eléctricos y electrónicos expuestos en el Capítulo 2, la siguiente actividad es comprobar las instalaciones eléctricas en el tablero de control y la configuración de comunicación entre el PLC Q06UDEHCPU y la interfaz HMI Kinco 4513TE.

Otro factor importante del sistema es la comunicación entre los servoamplificadores de potencia con los servomotores, si los parámetros fueron bien elaborados el sistema de comunicación fluirá correctamente caso contrario se realizan los ajustes correspondientes.

3.1.1. Pruebas de comunicación entre servos amplificadores y servomotores.

Para realizar las pruebas de funcionamiento de los servomotores se instalan eléctricamente los equipos en el tablero de control respetando la codificación escrita en los diseños eléctricos es por eso que en la Figura 68 observamos la conexión de los servos amplificadores.



Figura 68. Conexión de los servoamplificadores.
Fuente: Induglob.

3.1.2. Conexión de los interruptores termo magnéticas

La circuitería de fuerza de los servoamplificadores están protegidas con interruptores termo magnéticos de acuerdo a la tabla de consumo de cargas, en la Figura 69 podemos apreciar la distribución de las protecciones termos magnéticos instalados eléctricamente en el tablero.



Figura 69. Distribución de los interruptores termo magnético.
Fuente: Induglob

3.1.3. Control de Alimentación a los Servoamplificadores.

Una de las pruebas muy importantes que se realizó, fue verificar las seguridades que se planteó en el diseño, las cuales están enfocadas para cuidar la integridad física del operador y de la máquina, Mitsubishi Electric en su manual recomienda colocar contactores electromecánicos para energizar los servoamplificadores, estos actuadores serán activados y desactivados con módulos de seguridad de rearme de circuito desde el controlador, o desde los pulsantes de emergencia y además mostrara un mensaje de alarma, deteniendo todo el sistema automático, dentro del diseño está contemplado hacer uso de diez contactores Schneider Electric LC1D09 como muestra en la siguiente Figura 70.



Figura 70. Distribución de los Contactores.
Fuente: Induglob.

3.1.4. Conexión del Controlador Lógico Programable PLC Q06UDEHCPU.

Se realiza la etapa de prueba de la circuitería de alimentación al **PLC Q06UDEHCPU**, energizando la fuente de alimentación de 24VDC, es importante que la conexión del **PLC** y los módulos **QD75MH4** estén realizadas correctamente para su óptimo funcionamiento con los servoamplificadores, en la Figura 71 se muestra al controlador **Q06UDEHCPU** conectado.



Figura 71. Conexión del controlador (PLC-Mitsubishi)
Fuente: Induglob.

Antes de realizar las pruebas de energizado de los servomotores, se verificó que los bornes de alimentación hacia los bobinados mantengan la polarización adecuada (U, V, W) de no ser así los servomotores entrarán en falla. Finalmente se energizan los servomotores **HF-SP-102** y **HF-KP-73** en la Figura 72 se muestran los servomotores conectados eléctricamente para su funcionamiento.



Figura 72. Conexión de prueba de los servomotores.

Fuente: Induglob.

Explicada la metodología de pruebas se muestra a continuación en la Figura 73 el esquema general del tablero de control con las conexiones de todos los equipos eléctricos y electrónicos de potencia.



Figura 73. Esquema general de las conexiones realizadas en el tablero.

Fuente: Induglob

3.2 Resultados esperados y obtenidos.

Las pruebas realizadas de los equipos de potencia con los controladores, obligan a obtener resultados que verifiquen su funcionamiento y compatibilidad de comunicación entre ellos, siendo un diseño de investigación lo que se pretende es entregar resultados certeros que den confiabilidad de su funcionamiento para una posible implementación del proyecto.

En virtud de las pruebas se pueden obtener graficas del movimiento de los servomotores en tiempo real con datos pre configurados en los parámetros de los servoamplificadores, las gráficas se obtiene con los software **GX Configurator QP** y **MR-Configurator 2** de Mitsubishi.

3.1.5. Resultados obtenidos del Módulo de Posicionamiento QD75MH4.

Para realizar los ensayos del módulo QD75MH4 que es capaz de controlar hasta cuatro ejes es necesario cargar la velocidad y el posicionamiento a cada uno de los ejes, como muestra en la Figura 74.

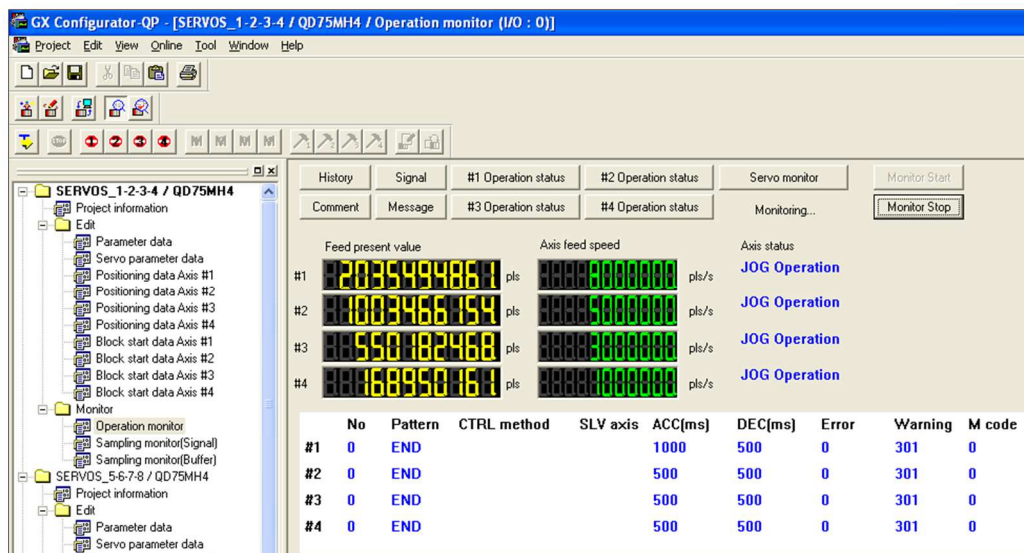


Figura 74. Muestreo de velocidades y posiciones asignadas en las pruebas.
Fuente: Induglob.

En la siguiente Tabla 31 se muestra el valor actual del posicionamiento para cada uno de los ejes.

Tabla 31. Valores actuales de los servomotores.

NUMERO DE EJE	POSICIONAMIENTO ACTUAL DEL EJE	VELOCIDAD ACTUAL DEL EJE
# 1	2035494861 pls.	800000000 pls/s
# 2	1003466154 pls.	5000000 pls/s
# 3	550182468	3000000 pls/s
# 4	168950161 pls.	1000000 pls/s

Fuente: Induglob.

En la figura 74 se observa que las velocidades asignadas para cada eje son diferentes pero que están dentro del límite normal de revoluciones.

Es necesario aclarar que la velocidad en pls/sg máxima permitida para los servomotores **HF-KP-73** es de hasta **26214400 pls/sg** ó **6000rpm**, mientras que en los servomotores **HF-SP-102** la velocidad permitida en **pls/sg** es de **13107200 pls/sg** ó **3000rpm**.

Parte de los resultados se pueden apreciar en la Figura 75, los estado de la entradas y salidas de los cuatro servomotores indican que el sistema está activo y funcionando correctamente.

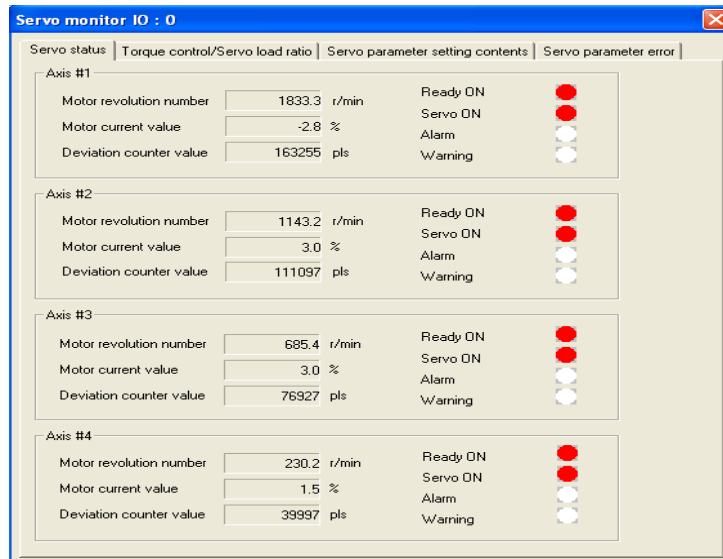


Figura 75. Estado de entradas y salidas de los servomotores.
Fuente: Autor

La siguiente Figura 76 observamos al registro especial de la memoria del módulo de posicionamiento QD75MH4 donde guarda la velocidad de rotación del eje # 1 con un tiempo de muestreo de 250ms.

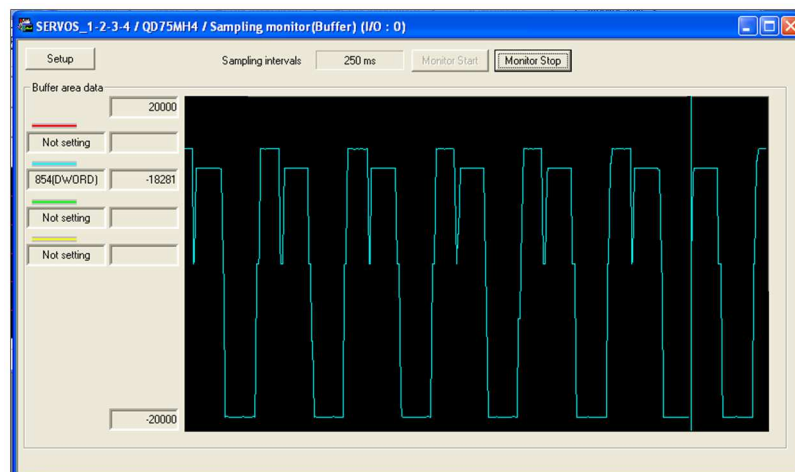


Figura 76. Registro de las memorias internas del módulo QD75MH4
Fuente: Autor

En la Figura 77 se puede observar el comportamiento del motor, del torque y de los pulsos con una aceleración de arranque de 200ms.

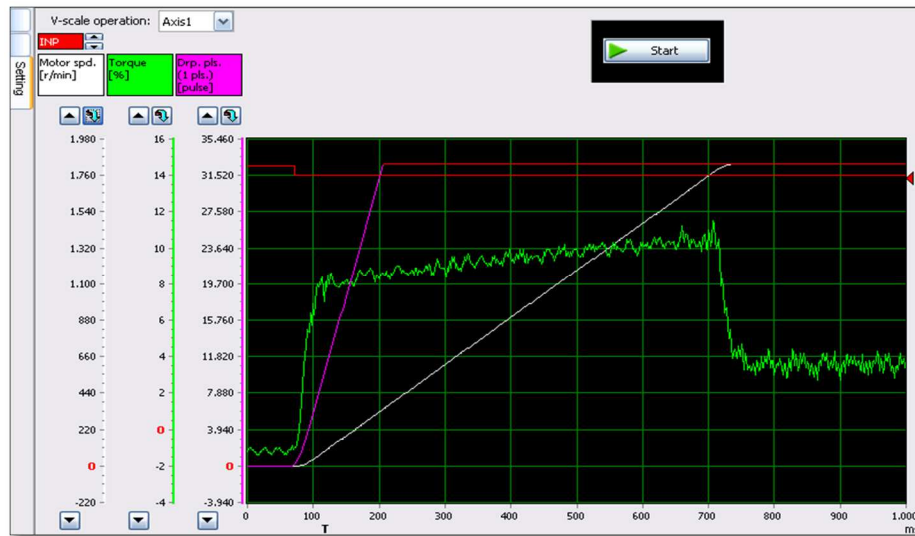


Figura 77. Curva del comportamiento del torque, velocidad y pulsos del servomotor
Fuente: Autor

Se realiza también las pruebas con una aceleración de 2000ms, obteniendo las gráficas del comportamiento del motor, del torque y de los pulsos, como muestra en la Figura 78.

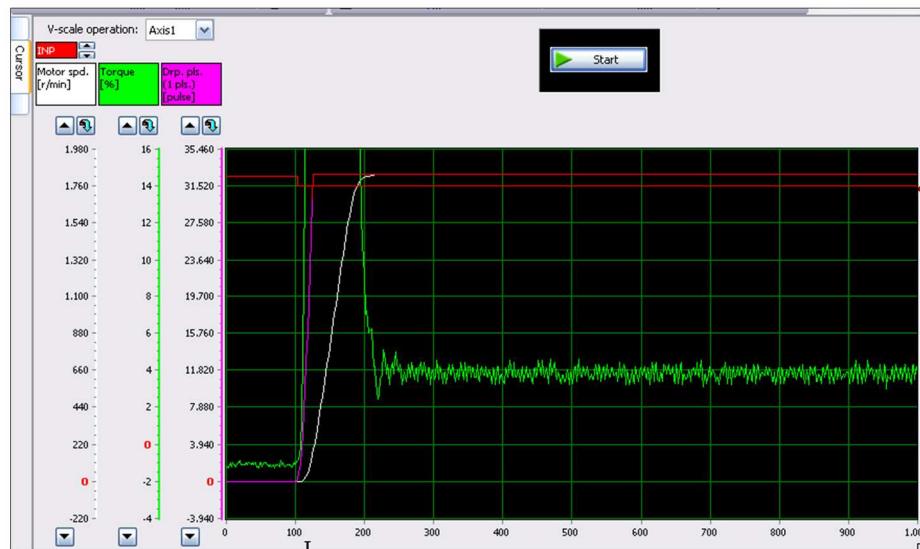


Figura 78. Comportamiento de la aceleración y torque en vacío con 2000ms.
Fuente: Autor

Es necesario recalcar que las gráficas tomadas son de uno de los tres módulos de posicionamiento **QD75MH4** que se plantea en el diseño, para obtener datos y resultados los dos módulos restantes el procedimiento es el mismo.

De esta manera con los resultados obtenidos podemos decir que las pruebas realizadas son satisfactorias tanto en las conexiones eléctricas realizadas en el tablero de control así como las configuraciones de comunicación en cada uno de los equipos eléctricos y electrónicos de potencia.

4. CAPITULO 4

4.1. Conclusiones.

En este trabajo de diseño e investigación queda planteado la metodología que se utilizó para el desarrollo del Sistema Automático de Traslación de Planchas, basado en las necesidades de producción se pudo desarrollar técnicas que permitieron conocer a diferentes actores que forman parte de este proceso.

Con los conocimientos adquiridos y en función de múltiples pruebas realizadas en el laboratorio de Automatización se pudo concretar la comunicación entre los equipos eléctricos y electrónicos de potencia, se desarrolló el código de programación en el controlador Lógico Programable.

En las pruebas realizadas con los servomotores y servoamplificadores de Mitsubishi Electric se probó algunos métodos de arranque, entre ellos tenemos movimiento con interpolación, movimiento lineal y movimiento sincronizado entre sus ejes, para este diseño fue necesario utilizar el método de un control de movimiento lineal por disponer de múltiples variables externas. Gracias a la flexibilidad de las configuraciones los servoamplificadores permitieron los ajustes con control de torque, posición, velocidad y aceleración.

Se pudo acoplar al Sistema de Traslación de Planchas diferentes secuencias de control al PLC, la elección de una secuencia dependerá del número de modelo o proceso que el operador elegirá mediante la interfaz HMI. Para una posible expansión de modelos existe aún disponibilidad de espacio en la memoria.

Para poder obtener resultados reales en las pruebas del Sistema Automático, fue necesario crear los diseños eléctricos y armar el tablero de control con todos los elementos eléctricos y electrónicos que formará parte del control, de esta manera podemos demostrar su funcionamiento y tomar acciones correctivas para una posible implementación, pues así queda planteado un sistema muy flexible para una futura expansión ya que la empresa está en crecimiento.

El análisis financiero considerando con ocho operadores demuestra que el proyecto es totalmente viable con la recuperación de la inversión en dos años, considerando que la depreciación estimada del proyecto es a diez años, obtenemos ganancias durante los ocho años restantes de la vida útil del sistema.

El análisis financiero con once operadores es más rentable que con ocho operadores pues la recuperación de la inversión disminuye seis meses comparado con la propuesta anterior.

4.2. Recomendaciones.

El trabajo planteado en la Sub línea de investigación de Automatización y Control de Procesos, se recomienda a la Empresa Induglob innovar integrando automatismos que sean ejecutados con servomotores industriales por no presentar complejidad a la hora de realizar los ajustes.

Se sugiere usar las metodologías escritas en esta investigación para las diferentes aplicaciones en los sectores Industriales que no disponen de Sistemas Automatizados. En la actualidad existen automatismos en producción de difícil control o modificación en sus procesos al no disponer de una Interfaz Hombre Maquina.

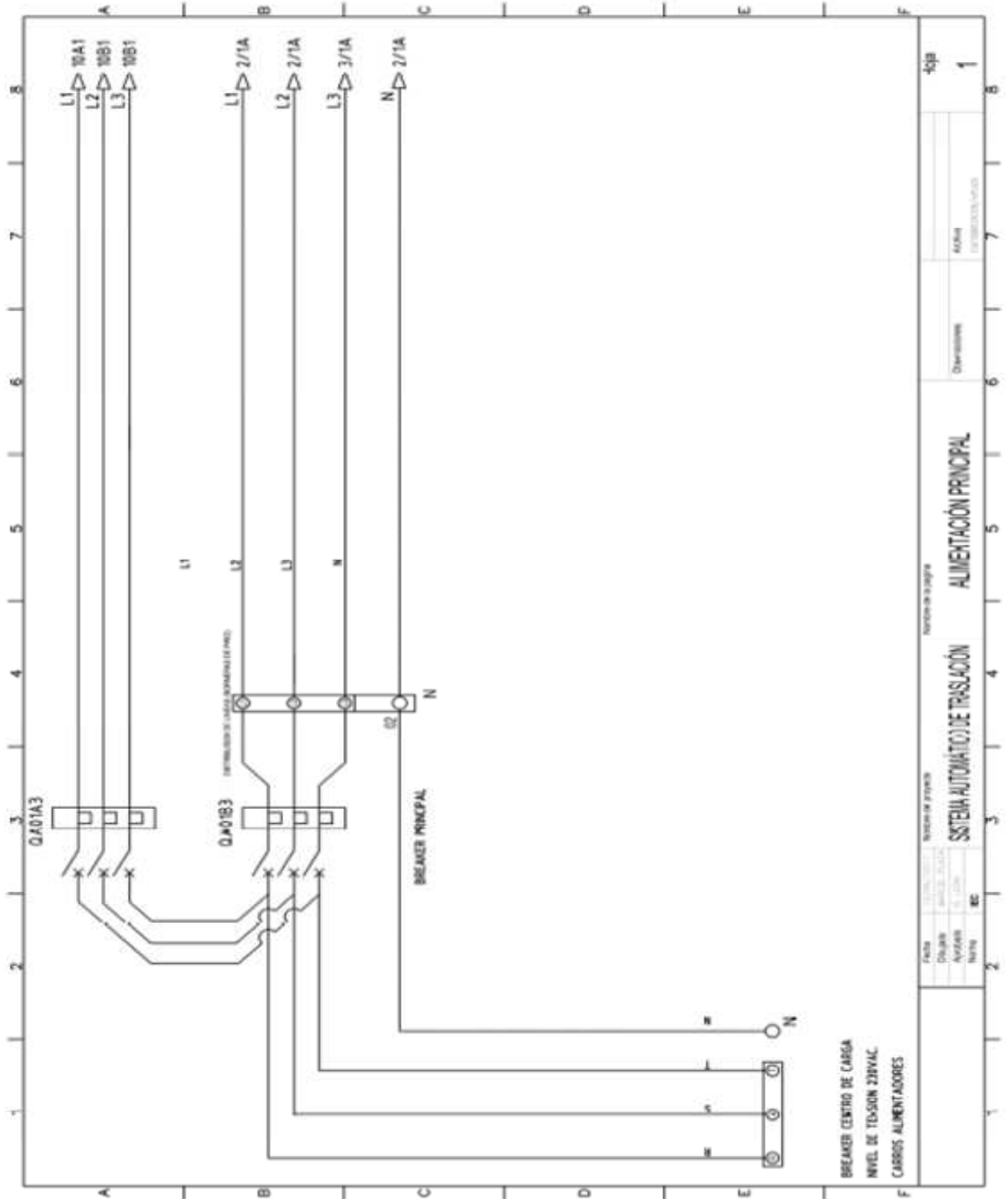
En la metodología planteada se recomienda a la empresa como mejoras futuras integrar interfaces de comunicación para transmitir la información a un Sistema SCADA permitiendo gestionar y evaluar el rendimiento de la maquina así como planificar sus mantenimientos preventivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

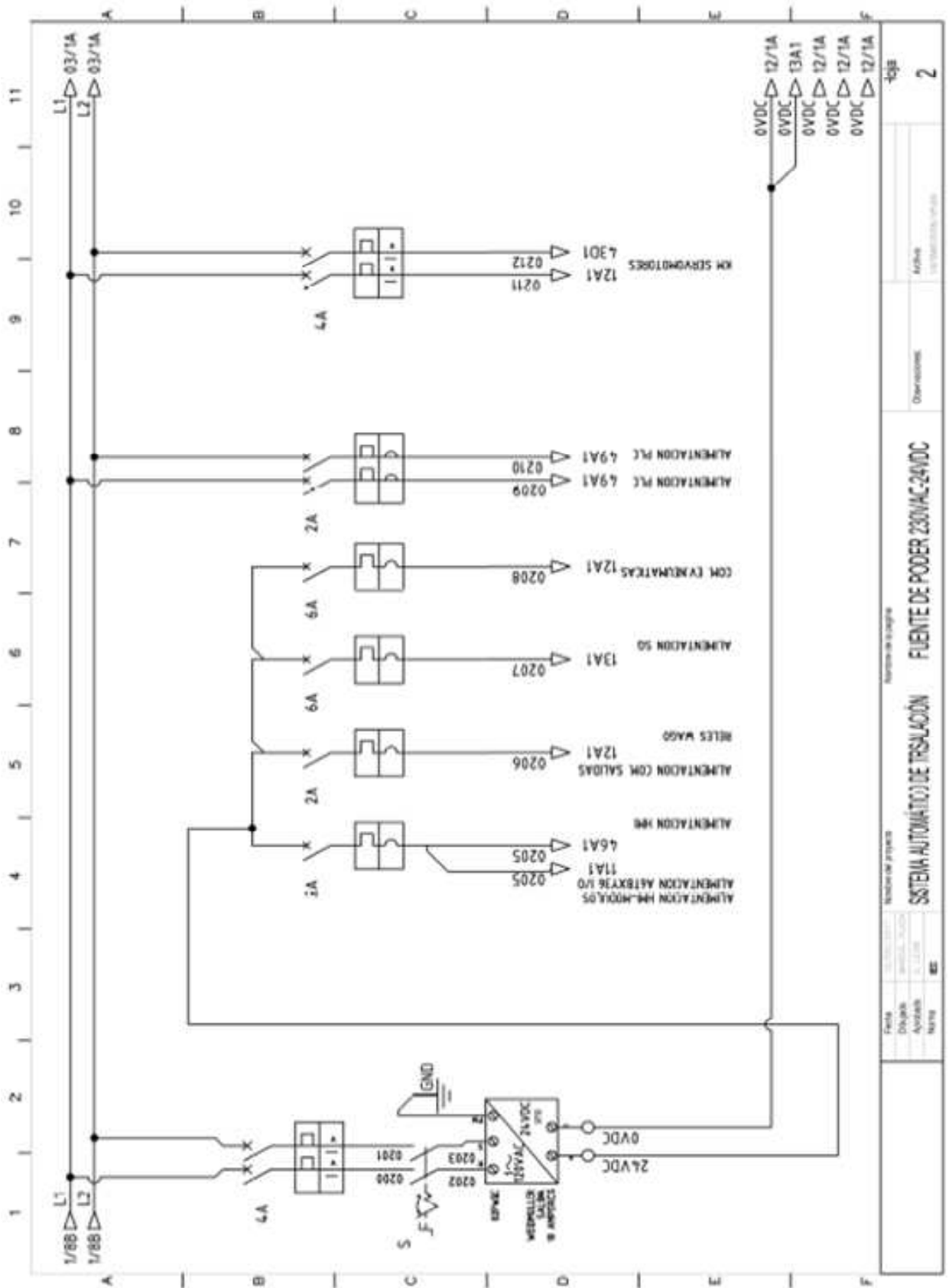
- Arenas Montaña, L., Castilla, A., & Rojas, D. (2010). *Scribd*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/85749234/Interfaz-Hombre-Maquina-HMI>
- Caicedo, J. C., Varón, D. R., & Díaz, F. O. (2015). Redes Industriales. *Revista Vector*, 1-6.
- Córdova Nieto, E. (2006). Manufactura y automatización. *Revista Ingeniería e Investigación*, 1-9.
- Godoy Rodríguez, L. (01 de Octubre de 2009). *Estacion de trabajo ultra 3000*. Obtenido de Estacion de trabajo ultra 3000: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5319/ESTACIONTRABAJO.pdf?sequence=1>
- Jaramillo Murrieta, M. T. (2015). *Diseño e implementacion de un sistema de clasificacion para supervisar un proceso industrial*, 1-2-3-4-5-6-7.
- Jímenez, L. (28 de Octubre de 2007). *Algunas tecnologias*. Obtenido de Tecnologia Industrial: <http://edusion.blogspot.com/2007/10/tecnologia-industrial.html>
- Mandado Pérez, E., Marcos Acevedo, J., Fernández Silva, C., & Armesto Quiroga, J. (2009). *Autómatas Programables y Sistemas de Automatización*. Barcelona.
- Pérez Ramírez, J., Campoy Salguero, J. M., & Gaxiola Soto, B. A. (2005). Control adaptativo implantado en un micro-PLC. *Impulso*, 50-51-52-53-54.
- Ponsa, P., & Granollers, T. (s.f.). Diseño y Automatización Industrial. *Diseño Industrial*, 6-7-8-9-10-11-12.
- Quezada Quezada, J. C., Flores García, E., Bautista López, J., & Quezada Aguilar, V. (2014). Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para un pozo de agua potable. *Ingeniería e Investigación Tecnológica*, 1-10.
- Ruiz Canales, A., & Molina Martínez, J. M. (2010). *Automatización y telecontrol de sistemas riego*. Barcelona: Ediciones técnicas Marco. Obtenido de Lenguajes de programación de PLC: https://www.academia.edu/11398442/LENGUAJES_DE_PROGRAMACION_DE_PL_C_S_1._PROGRAMA_Y_LENGUAJE_DE_PROGRAMACION
- Vega Romero, L. M. (2013). Diseño e Implementación de un Sistema de Control de velocidad y posición mediante un servo motor. 3-4.
- Yanchaguano Cando, V. H. (2013). Automatización de una selladora de fundas plásticas tipo L para la empresa Eduplastic. *Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga*, 1-6.

ANEXOS

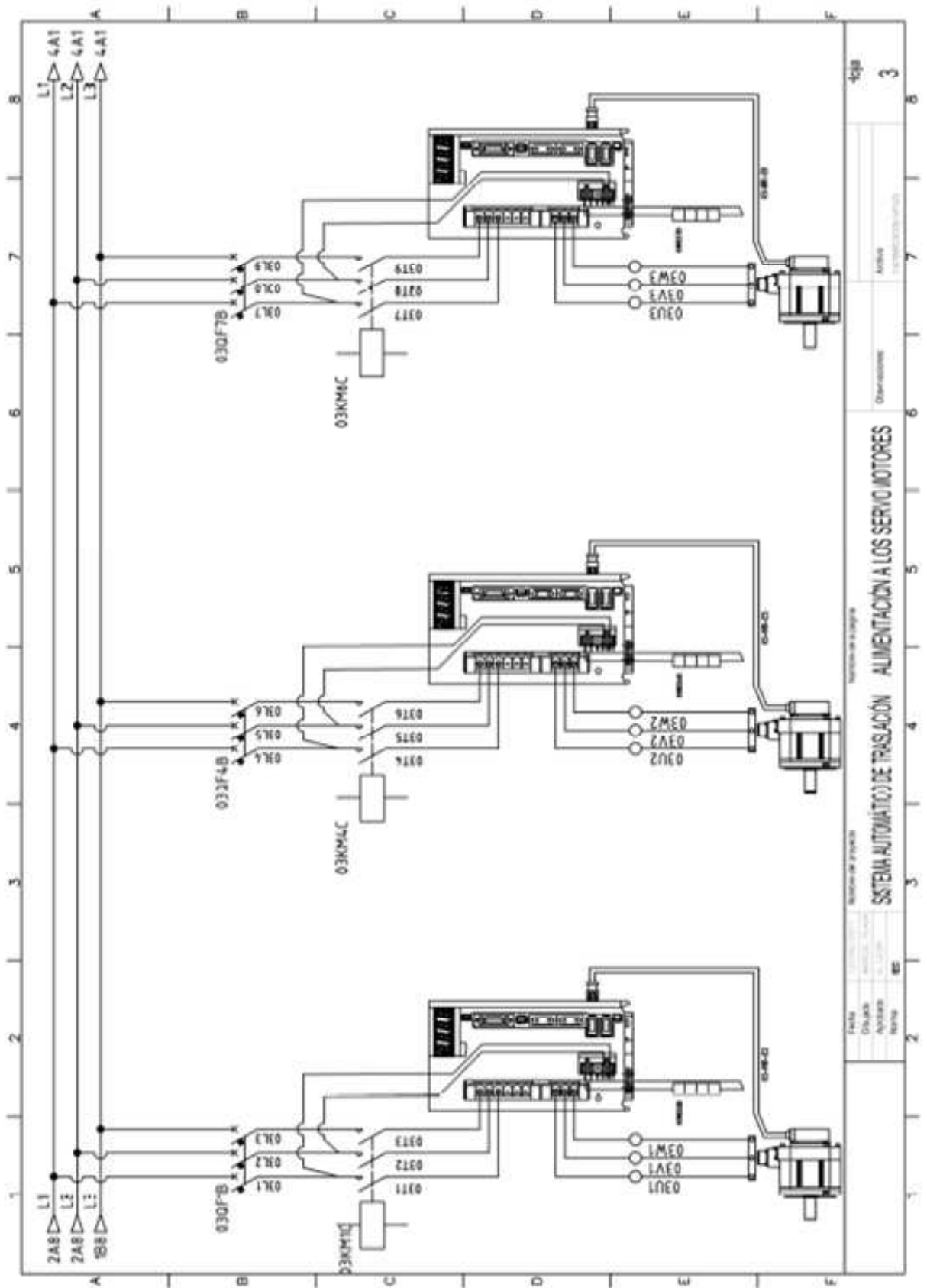
ANEXO 1. Lamina de la Alimentación Principal al Tablero de mando.



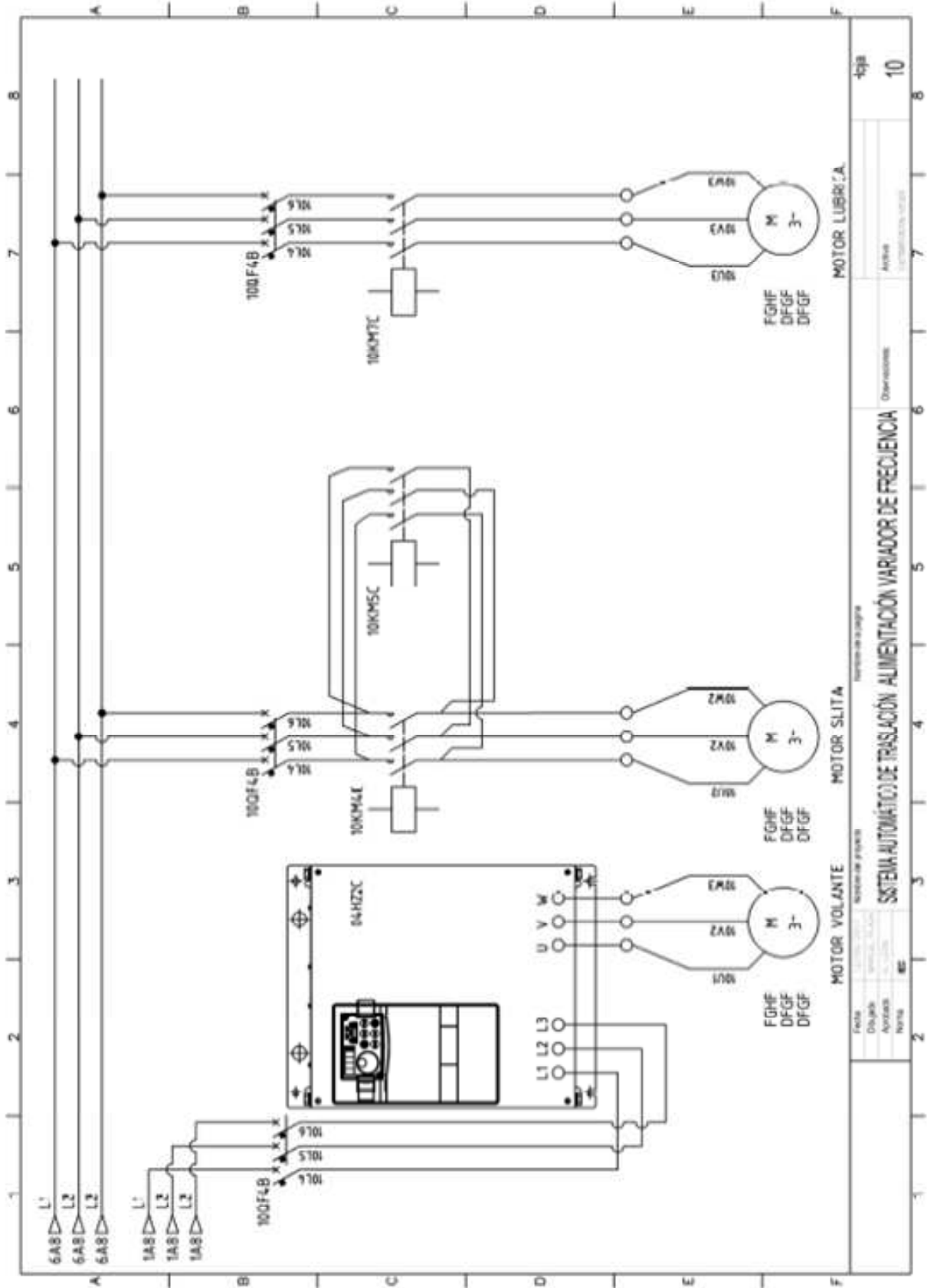
ANEXO 2. Alimentación de la Fuente de Poder



ANEXO 3. Alimentación de los Servomotores de Potencia de 750 W.



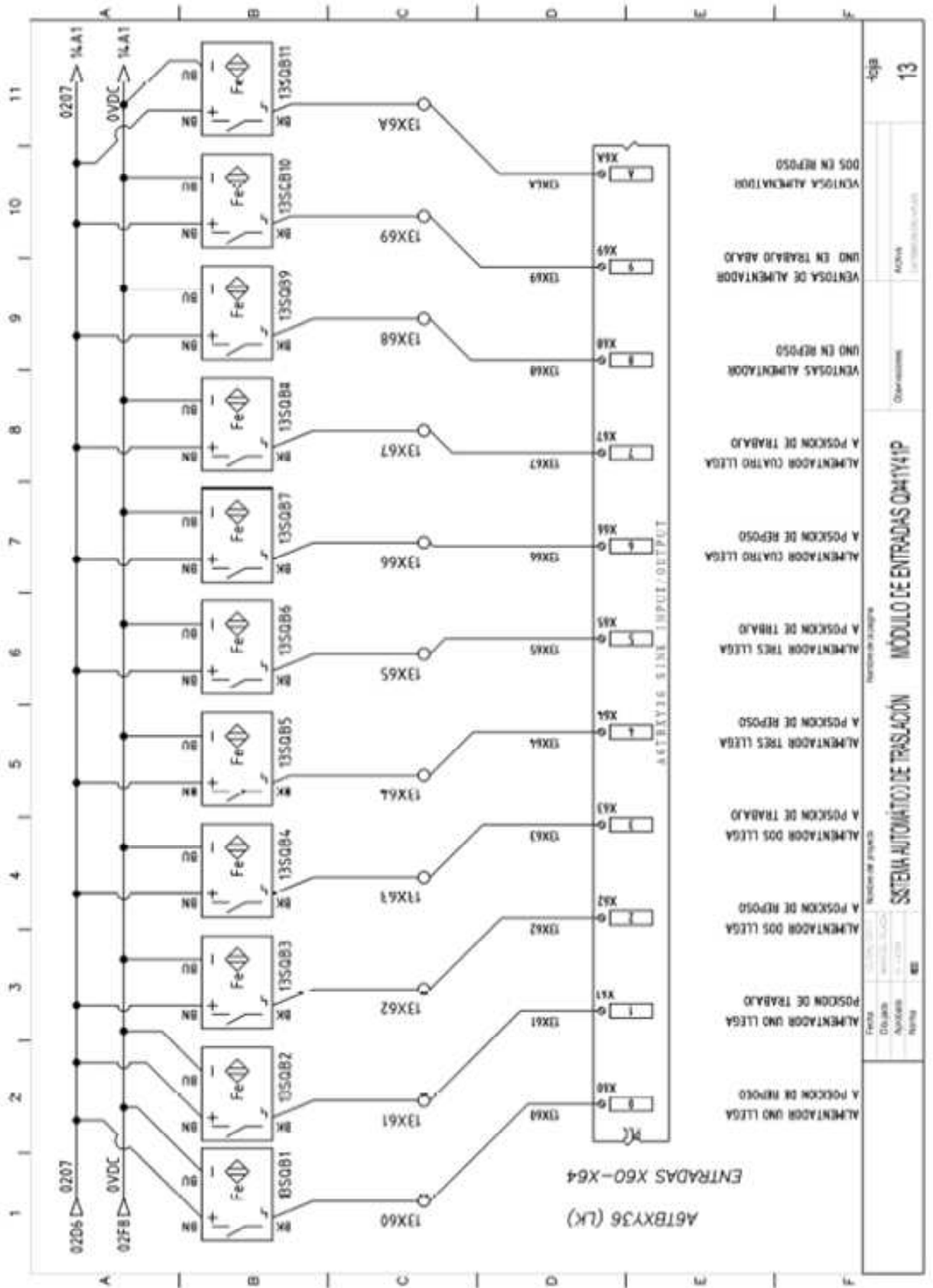
ANEXO 5. Alimentación del Variador de Frecuencia



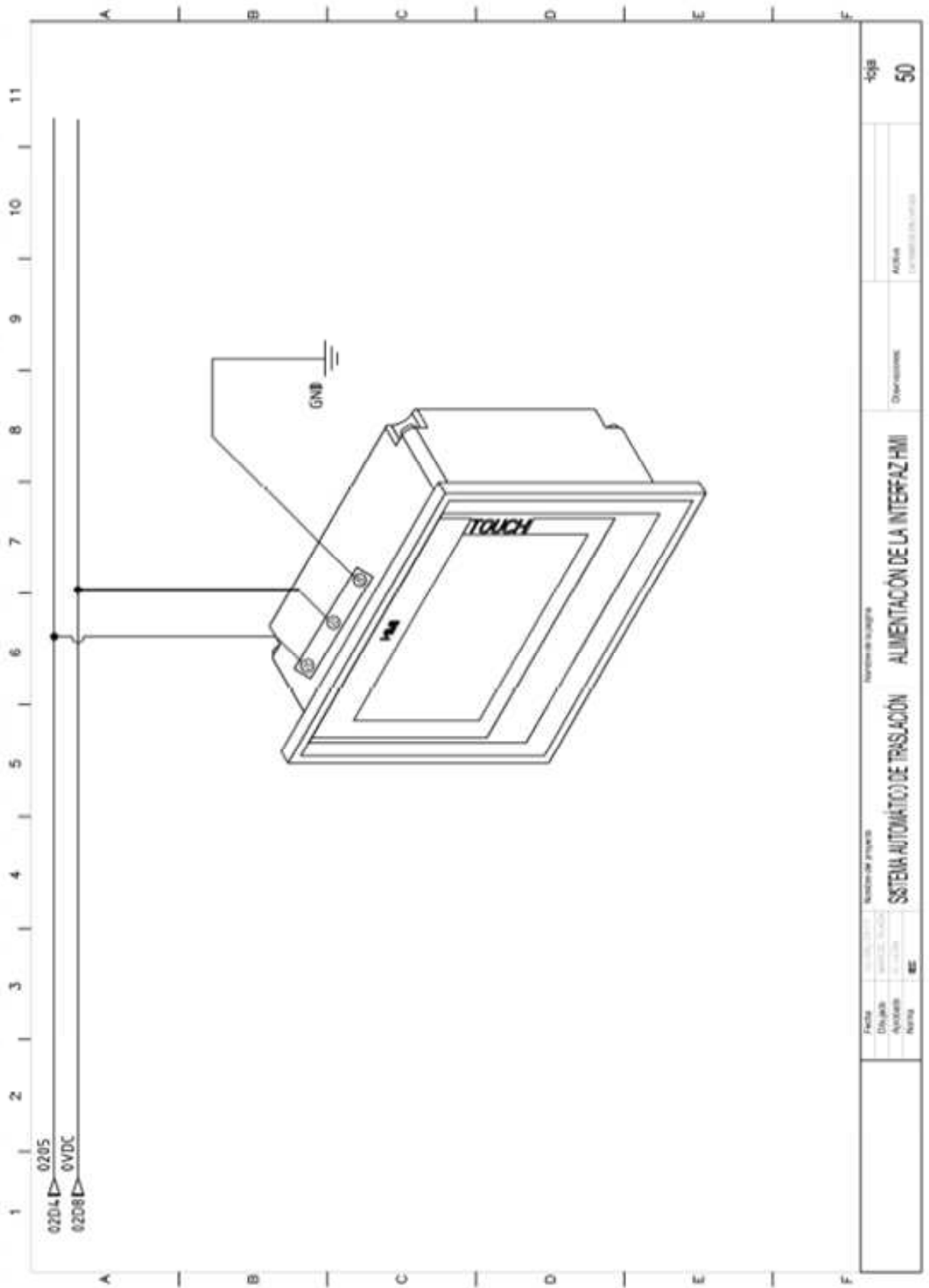
Fecha	Revisión	Hoja
Dibujó	1	10
Aprobó		
Notas		

INDUSTRIAL S.A.
SISTEMA AUTOMÁTICO DE TRASLACIÓN ALIMENTACIÓN VARIADOR DE FRECUENCIA
 Operaciones

ANEXO 7. Módulo de Entradas QX41Y41P



ANEXO 9. Alimentación de la Interfaz HMI-KINCO



Fecha:	02/03/2011	Número de proyecto:	02/03/2011	Número de página:	50
Diseño:	02/03/2011	SISTEMA AUTOMÁTICO DE TRANSACCIÓN		ALIMENTACIÓN DE LA INTERFAZ HMI	Hoja
Aprobación:	02/03/2011				50
Nota:	02				
			Descripción:	Activa	
			C:\PROYECTOS\02_03_2011\02		