

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN BANCO DE PRUEBA PARA PRÁCTICAS
EN EL LABORATORIO DE MECATRONICA

Alejandro Campo Arango
Mauricio Hernán González Rico
Tulio Guillermo Marín Guerra

INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERIAS
TECNOLOGIA EN MECATRÓNICA
MEDELLÍN – ANTIOQUIA
2014

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN BANCO DE PRUEBA PARA PRÁCTICAS
EN EL LABORATORIO DE MECATRONICA

Alejandro Campo Arango
Mauricio Hernán González Rico
Tulio Guillermo Marín Guerra

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogos en Mecatronica

Asesor:
Mauricio Velásquez Montoya
Ingeniero de Control

INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERIAS
TECNOLOGIA EN MECATRÓNICA
MEDELLÍN – ANTIOQUIA
2014

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Medellín, fecha de realización (30/05/2014)

DEDICATORIA

*A mis padres, Octavio y María Magdalena
Por su amor, ejemplo y sacrificio.*

*A mi hija, Manuela
Por ser mi inspiración para seguir adelante
Por todos esos momentos que no pude estar con ella.*

*A mi esposa, Mónica
Por su sacrificio y su espera
Por todos esos momentos que la deje sola.*

*A mi primo, Guillermo
Por enseñarme que uno si puede cumplir las metas
Que se traza.*

*A una institución que tiene como ideal
La formación de profesionales íntegros
Tanto en lo académico como en lo moral y lo ético.*

Mauricio González.

DEDICATORIA

*A mis padres, Ramón y Cecilia
Que con su ejemplo me dieron valores de vida.*

*A mi esposa, Sandra
Por la su apoyo y paciencia en este proyecto
de estudios.*

*A mis hijos, Jerónimo y Samuel
Que son mi motivación diaria de ser el mejor.*

*A mis amigos de carrera, que me acompañaron
En esta lucha.*

Alejandro Arango.

DEDICATORIA

*A mis padres, Orlando y Oliva
Por sus oraciones y respaldo incondicional.*

*A mi hijos Mateo y Daniel
Por ser el motor que me empuja a ser cada día mejor persona
Por aplazar tantos momentos de alegría para más adelante.*

*A mi adorable esposa, Mary Luz
Por su respaldo y confianza en búsqueda de
Buenas y mejores oportunidades para nuestro núcleo familiar*

*A mis Compañeros de estudio, Alejandro, Mauricio, Fredy, Yeimer
Por su alegría, aliento y amistad incomparable.*

*A los profesores que con su conocimiento
Y exigencia hacen de nosotros profesionales ejemplares
Para una sociedad mejor.*

Tulio Guillermo Marín Guerra.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso, por guiarnos, por darnos fortaleza, entendimiento y por iluminar nuestro camino y así culminar esta etapa de nuestras vidas.

A los profesores: Pablo Londoño, Mario Echavarría, Mauricio Pulgarín, Carlos Valencia, David García, por habernos enseñado con compromiso y sabiduría, sin tener ningún interés a cambio.

A la Institución Universitaria Pascual Bravo, en especial a la facultad de Ingenierías por habernos apoyado incluso con componentes para el proyecto.

A nuestros familiares y amigos por su apoyo incondicional a lo largo de nuestra carrera.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	21
1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	22
2. JUSTIFICACION.....	23
3. OBJETIVOS.....	24
3.1. Objetivo general.	24
3.2. Objetivos específicos.....	24
4 REFERENTES TEORICOS	25
4.1. Sistema de elevación del banco de trabajo.	25
4.1.1. Partes de ascenso móviles del banco central.	26
4.1.2. Tornillo sin fin.	27
4.1.3. Moto reductor.	27
4.2. Sistema de medición y control.....	28
4.2.1. PLC... ..	28
4.3. PLC utilizado en el proyecto.....	85

4.4.	Fuente de poder conmutada FUS – 150 – XXN.	86
4.4.1.	Fuentes de alimentación lineales.	87
4.4.2.	Fuentes de alimentación conmutadas.	88
4.4.3.	Características de la fuente conmutada.	89
4.4.4.	Especificaciones de la fuente conmutada.	89
4.5.	Tarjeta capturadora de control.....	91
4.5.1.	Red de sensores.	92
4.5.2.	Áreas de aplicación.	93
4.5.3.	Eficiencia energética.	93
4.5.4.	Entornos de alta seguridad.....	93
4.5.5.	Sensores ambientales.	93
4.5.6.	Sensores industriales.	94
4.5.7.	Automoción.	94
4.5.8.	Medicina.	94
4.5.9.	Domótica.	94
4.6.	Tarjeta captadora de señales.	95

4.6.1.	Componentes de la tarjeta.	95
4.6.2.	Diagramas de la tarjeta captadora de señales.	96
4.6.3.	Sistema de medición y pruebas.....	114
5	METODOLOGIA.....	115
5.1.	Procedimiento.....	115
5.2.	Tipo de proyecto.....	116
5.2.1.	Diseño del banco de prueba.....	116
5.3.	Plan de trabajo.	116
6	DESARROLLO DEL TRABAJO.....	117
6.1.	Condiciones de funcionamiento del proyecto.	117
6.2.	Construcción del banco de prácticas.....	117
6.3.	Parte mecánica del banco de prueba.	128
6.3.1.	Sistema de tijeras.	129
6.3.2.	Sistema del tornillo sin fin.....	133
6.3.3.	Reducción de potencia.	135
6.3.4.	Paneles de prueba.	138

7	RECURSOS.....	142
7.1.	Humanos.....	142
7.2.	Técnicos.....	142
7.3.	Costo del proyecto.....	143
8	CONCLUSIONES.....	144
9	RECOMENDACIONES.....	145
	BIBLIOGRAFÍA.....	146
	LISTA DE ANEXOS.....	148

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1 Sistema de tijeras	27
Figura 2 Tornillo sin fin.....	27
Figura 3 PLC (Prieto, 2007)	29
Figura 4 Proceso de funciones (FI-UNLP, 2009)	35
Figura 5 Bloques principales (FI-UNLP, 2009).....	35
Figura 6 Bloques de funciones (FI-UNLP, 2009)	41
Figura 7 Indicadores (FI-UNLP, 2009)	42
Figura 8 Fuente de alimentación. (FI-UNLP, 2009)	44
Figura 9 Indicadores de la alimentación. (FI-UNLP, 2009)	45
Figura 10 Captadores Pasivos. (FI-UNLP, 2009).....	46
Figura 11 Captadores Activos (FI-UNLP, 2009).....	46
Figura 12 Módulos de salidas a relés ((FI-UNLP, 2009)	47
Figura 13 Módulos de salidas a triacs (FI-UNLP, 2009)	48
Figura 14 Módulos de salidas a transistores a colector abierto (FI-UNLP, 2009) .	48
Figura 15 Bus paralelo (FI-UNLP, 2009).....	50

Figura 16 Expansión remota. (FI-UNLP, 2009).....	51
Figura 17 Terminales de programación remota y (FI-UNLP, 2009)	52
Figura 18 Paneles de control (FI-UNLP, 2009).....	53
Figura 19 Diseño interno (FI-UNLP, 2009)	54
Figura 20 Diseño de conexiones por buses. (FI-UNLP, 2009).....	56
Figura 21 Señales de entrada y salida (FI-UNLP, 2009)	58
Figura 22 Clasificación de interfaces. (FI-UNLP, 2009)	60
Figura 23 Entrada lógica DC. (FI-UNLP, 2009).....	61
Figura 24 Entrada lógica CA. (FI-UNLP, 2009).....	62
Figura 25 Salidas lógicas de tipo DC. (FI-UNLP, 2009).....	64
Figura 26 Salidas lógicas de tipo AC. (FI-UNLP, 2009)	65
Figura 27 Salidas lógicas por relé. (FI-UNLP, 2009).....	67
Figura 28 Entradas y salidas analógicas (FI-UNLP, 2009)	68
Figura 29 Muestreo mínimo. (FI-UNLP, 2009).....	69
Figura 30 Muestreo máximo. (FI-UNLP, 2009)	70
Figura 31 Carga de memorias en las entradas digitales. (FI-UNLP, 2009).....	72

Figura 32 Carga de memorias de las entradas analógicas. (FI-UNLP, 2009).....	73
Figura 33 Transferencia de datos de salidas digitales. (FI-UNLP, 2009).....	73
Figura 34 Transferencia de datos de salidas analógicas. (FI-UNLP, 2009).....	74
Figura 35 Etapa de auto chequeo e inicialización. (FI-UNLP, 2009).....	76
Figura 36 Etapa de procesamiento o ejecución del programa. (FI-UNLP, 2009)..	77
Figura 37 Ejecución lineal. (FI-UNLP, 2009).....	80
Figura 38 Salto a subrutina. (FI-UNLP, 2009).....	80
Figura 39 Programas paralelos (FI-UNLP, 2009).....	81
Figura 40 PLC Unitronics v120-22-R2C (Unitronics, 1989)	85
Figura 41 Fuente de alimentación. (Exceed)	86
Figura 42 Tarjeta Captadora.....	95
Figura 43 Diagrama esquemático de la fuente de alimentación	97
Figura 44 Termocupla (Av. Benavides 5440 - Santiago de Surco Lima 33 Perú , 1998).....	98
Figura 45 Sensor de temperatura con termocupla.....	100
Figura 46 Diagrama 15 Sensor de presión relativa.....	101
Figura 47 Sensor de humedad.....	103

Figura 48 Celda de carga	105
Figura 49 Transmisión y recepción de datos.	106
Figura 50 Amplificador de ganancia.....	106
Figura 51 Transmisión de Corriente 2.....	107
Figura 52 Transmisión de Corriente 1.....	107
Figura 53 Sensor de aceleración	108
Figura 54 Sensor de corriente por efecto hall	109
Figura 55 Sensor de distancia por ultrasonido.....	111
Figura 56 Sensor de distancia por ultrasonido.....	111
Figura 57 Vista superior de la tarjeta	112
Figura 58 Silueta de impresión de la tarjeta (CMD)	113
Figura 59 Vista de puntos a soldar	113
Figura 60 Corte de piezas para el banco de trabajo	118
Figura 61 Armado de las mesas de trabajo.	119
Figura 62 Armado de las tijeras de ascenso y descenso.....	120
Figura 63 Verificación del funcionamiento de las tijeras	120

Figura 64 Armado de los paneles laterales del banco.	121
Figura 65 Pintada de los banco	122
Figura 66 Bisel de las bases de apoyo de la mesa.....	123
Figura 67 Armado final del banco.	123
Figura 68 Verificación del funcionamiento de la parte central del banco	124
Figura 69 Vista de los paneles de prueba del banco	125
Figura 70 Banco de prueba vista general	126
Figura 71 Medidas del banco de prueba.....	127
Figura 72 Plano de la tijera brazo corto	130
Figura 73 Plano de la tijera del brazo de tracción.	131
Figura 74 Plano del brazo largo	132
Figura 75 Plano del tornillo sin fin.	134
Figura 76 Sistema de reducción del banco. Tornillo. (1999).....	135
Figura 77 Transmisión por cadena del banco de prueba. Tornillo. (1999).....	136
Figura 78 Sistema de control de giro de motor	137
Figura 79 Panel de control del PLC	139

Figura 80 Conexión del PLC140

Figura 81 Panel de la tarjeta captadora de señales.....141

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Clasificación de memorias. (FI-UNLP, 2009)	57
Tabla 2 Utilización de memorias. (FI-UNLP, 2009).....	57
Tabla 3 Características de las entradas DC. (FI-UNLP, 2009)	61
Tabla 4 Características de entradas AC. (FI-UNLP, 2009)	63
Tabla 5 Salidas lógicas de tipo DC. (FI-UNLP, 2009)	64
Tabla 6 Características salidas AC. (FI-UNLP, 2009).....	66
Tabla 7 Características salidas AC. (FI-UNLP, 2009).....	67
Tabla 8 Niveles de voltaje y corriente. (FI-UNLP, 2009)	68
Tabla 9 Características de entradas analógicas. (FI-UNLP, 2009).....	70
Tabla 10 Características de salidas analógicas (FI-UNLP, 2009).....	71
Tabla 11 Conjunto de programas. (FI-UNLP, 2009)	82
Tabla 12 Medias de las partes del banco	128
Tabla 13 Costo aproximado del proyecto	143

RESUMEN

En este trabajo de grado se diseña y construye un banco de practicas para trabajos en el laboratorio de Mecatrónica de la Institucion Universitaria Pascual Bravo. En este banco de prueba se ha implementando una serie de componentes mecánicos como son motoreductores, tornillos sin fin, además de componentes electricos y electronicos como son PLC, tarjetas captadoras de señales, pulsadores, generadores de señales, fuentes de alimentacion, entre otros; todo esto con el fin que los estudiantes que cursan mecatronica tengan mas opciones al momento de realizar sus practicas.

ABSTRACT

In this paper grade is designed and built a bank for practical work in the laboratory of Mechatronics of the University Institution Pascual Bravo. In this test bed there are implemented some electrical, electronic and mechanical components such as motors, screws, PLC, Capture cards signals, switches, signal generators, power supplies, etc.,in order that students of mechatronics have more options when making their practices.

INTRODUCCIÓN

La Institución Universitaria Pascual Bravo es una excelente universidad, enfocada principalmente en la educación de la clase media-baja de esta ciudad, la cual se dedicada a formar estudiantes en el ámbito de la educación tecnológica y profesional durante más de setenta años, en vista de los adelantos tecnológicos y los pasos agigantados de la tecnología y gracias a la implementación de los diferentes procesos que involucran la mecatronica, la institución ha pensado en la creación de laboratorios más modernos, en especial del área de la mecatronica con la cual se busca y se pretende garantizar y asegurar el buen desarrollo intelectual del estudiante en el área de la tecnología y en miras de la certificación de la ingeniería en mecatronica, por tal motivo nos hemos propuesto como meta desarrollar un banco de prueba en el cual podemos poner a prueba los conocimientos adquiridos por los docentes ya que gracias a los excelentes docentes que nos han aportado grandes conocimientos a lo largo de la carrera y en vista que vienen nuevas generaciones las cuales queremos que tengan mayores recursos para realizar sus prácticas, nos hemos propuesto a desarrollar una banco el cual estará dotado por varios instrumentos de medición, tarjetas inteligentes con las cuales podremos simular una serie de operaciones entre otras. Además en este banco se implementaran ideas innovadoras para su funcionamiento.

1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Como estudiantes de la tecnología en mecatronica sentimos que hacen falta equipos para prácticas industriales de automatización y control, en el cual se puedan desarrollar y aplicar los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación en la tecnología en mecatronica.

Por esta razón nos dimos a la tarea evaluar las deficiencias que teníamos al momento de realizar las prácticas en el transcurso de la carrera, en especial las de electrónica, micro y robótica, por eso nos dimos a la tarea de construir un banco de prueba en el cual podamos desarrollar nuestras habilidades, donde se encuentren los medios suficientes y reales para realizar prácticas.

Este banco de prueba facilitara a los estudiantes realizar las prácticas y así desarrollar más sus actitudes y habilidades, todo esto con el fin de colocar personal más capacitado y calificado; todo esto en mira al avance de la tecnología, a la expansión global y además a la competitividad que tenemos que tener para así poder competir con otros países, además muchas multinacionales tecnológicas se están enfocando en nuestros países porque están viendo el potencial que estamos desarrollando.

Así daremos un valor agregado a la tecnología en mecatronica, colocando el laboratorio a un nivel más alto y pensar o postular a la universidad para que se aplique la ingeniería en mecatronica y así poder seguir con la secuencia de estudio. Todo esto con el fin que se vea más atractiva la carrera y al mismo tiempo darle una mejor reputación a la institución.

2. JUSTIFICACION

Nuestro proyecto se realiza pensando en el bienestar de los estudiantes, docentes y personal administrativo de la Institución Universitaria Pascual Bravo debido a que en la Universidad no se cuenta con este tipo de artefactos para el buen desarrollo del plan académico de la tecnología en mecatronica que se dicta en la Institución Universitaria.

Además con el desarrollo y ejecución de nuestro proyecto vamos a colaborar en la preparación de los estudiantes de la tecnología en mecatronica de la Institución Universitaria Pascual Bravo para que estén capacitados en las diferentes competencias que se presentan en el medio laboral e industrial de la sociedad.

También le daremos inicio a la modernización de la universidad respecto al tema de la dotación, implementación y desarrollo de los laboratorios de mecatronica y al mejoramiento del nivel académico y cultural de la universidad.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general.

Diseñar, desarrollar e implementar un banco de prueba para prácticas en el laboratorio de mecatronica.

3.2. Objetivos específicos.

- Diseñar y construir el sistema mecánico y eléctrico para hacer que la parte central del banco se eleve.
- Construir el banco de prueba.
- Evaluar el comportamiento físico y eléctrico del banco de prueba.

4 REFERENTES TEORICOS

En la actualidad el mundo exige calidad, satisfacción, garantía, servicio y competitividad en el resultado del desarrollo de la educación y del beneficio de la tecnología, la ciencia y la cultura, debido a esto la humanidad se empeña en sobrevivir cada día mejor buscando un desarrollo sostenible, tangible y equilibrado de su realidad, a raíz de esta situación el avance de la vida es sorprendente.

Al analizar esta situación en la Institución Universitaria Pascual Bravo ha decidido tomar en cuenta la tecnología en mecatronica que allí se dicta, como resultado de esta decisión se optó por dotar el laboratorio de mecatronica para prácticas de dicha tecnología, a consecuencia de esto se realiza el banco con instrumentación industrial para prácticas en el laboratorio de mecatronica de la universidad.

Con el proyecto se busca mejorar el plan de estudios de la tecnología en mecatronica que se dicta en la universidad y por supuesto aumentar el nivel de calidad y competitividad de los estudiantes de dicha carrera.

A continuación se relacionan algunos de los referentes teóricos más importantes que conforman el trabajo de grado.

4.1. Sistema de elevación del banco de trabajo.

El sistema de ascenso de la parte central del banco de trabajo, este compuesto por varios componentes, los cuales son:

- Dos partes centrales móviles en forma de tijeras.
- Un tornillo sin fin.
- Sistema de reducción.

- Un motor eléctrico con una caja reductora.

Se tomó la decisión de hacer el ascenso de la parte central del banco de esa forma por varias, daría más estabilidad al banco central al momento de cargar peso, la subida y bajada sería más suave que utilizando una sola tijera y una de las más importantes es que al momento de utilizar un mecanismo de avance como es el tornillo sin fin este debería soportar más peso y tener un motor más potente, por eso se realizó el mecanismo de subida de esta manera; a continuación vamos a describir cada uno de las partes que se utilizaron para el ascenso de la parte central del banco.

4.1.1. Partes de ascenso móviles del banco central.

Para subir y bajar la parte central del banco de trabajo utilizamos un método de tijera sencilla pero dobles. Se utilizó este método ya que después de modelar y averiguar y observar que este tipo de sistemas de ascenso, lo seleccionamos por muchas otras cualidades como son algunas de estas, menos fuerza empleada, mas suavidad al movimiento, más estabilidad de la parte dental del banco de trabajo, entre otras.

Este tipo de elevador está formado por dos juegos de tres barras articuladas que forman un triángulo, en el que la base es de longitud variable y los otros dos lados tienen longitud fija. Cuando alargamos o acortamos la base, hacemos que el tercer vértice se sitúe a distintas alturas.

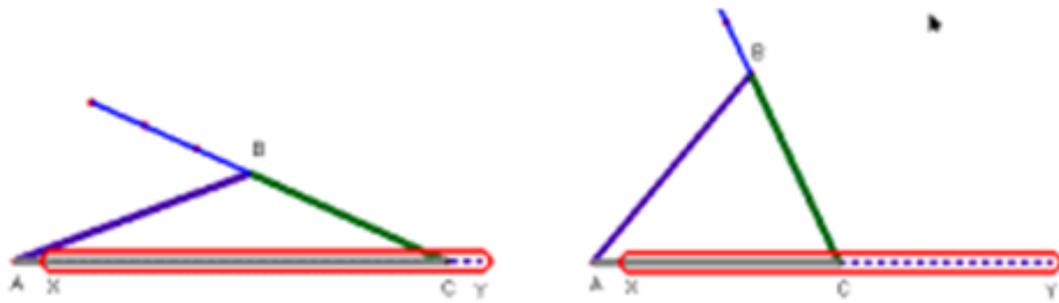


Figura 1 Sistema de tijeras

4.1.2. Tornillo sin fin.

Este tornillo es el encargado de hacer subir y bajar las dos tijeras al mismo tiempo y con la precisión que queremos para que los movimientos sean muy suaves pero muy seguros.



Figura 2 Tornillo sin fin Tornillo. (1999)

4.1.3. Moto reductor.

El motor es un motor eléctrico de General Electric modelo de 1/3 de H.P, 115 voltios de corriente alterna, 1725 revoluciones por minuto, monofásico, de 80 a 60 Hz, con caja reductora de tipo tornillo sin fin con una reducción de 34 a 1.

Limitando el movimiento a vueltas por giro. La otra parte del sistema de ascenso que compone la parte central del banco el cual ayuda a ascender al banco es un sistema de tijeras calculado para que cargue un peso de 90 kilos.

4.2. Sistema de medición y control.

Para este sistema de medición y control está provisto de un PLC el cual hace que podamos generar y capturar señales.

4.2.1. PLC.

Principios básicos.

Con la llegada de los autómatas programables, los llamados PLC, la industria sufrió un impulso importante, que ha facilitado de forma notable que los procesos de producción o control se hayan flexibilizado mucho. Encontramos PLC en la industria, pero también en nuestras casas, en los centros comerciales, hospitalarios, etc. También en nuestras escuelas de formación profesional encontramos frecuentemente autómatas programables. PLC son las siglas en inglés de Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller). Cuando se inventaron, comenzaron llamándose PC (Controlador programable), pero con la llegada de los ordenadores personales de IBM, cambió su nombre a PLC (No hay nada que una buena campaña de marketing no pueda conseguir). En Europa les llamamos autómatas programables.

Sin embargo, la definición más apropiada sería: Sistema Industrial de Control Automático que trabaja bajo una secuencia almacenada en memoria, de instrucciones lógicas. (Prieto, 2007).

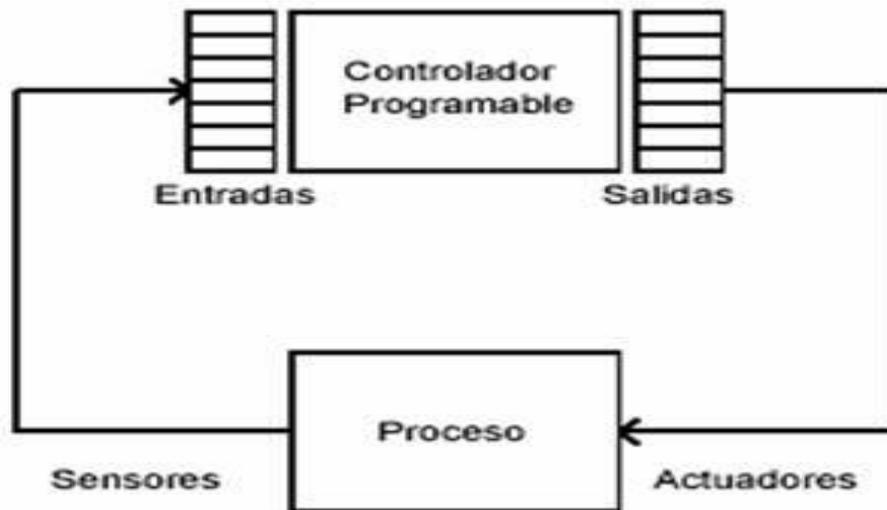


Figura 3 PLC (Prieto, 2007)

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller), es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas. (M. A. Laughton, 2013.)

Utilización del PLC.

Los PLCs son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto.

Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías copia de seguridad o en memorias no volátiles.

Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real duro donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, que de lo contrario no producirá el resultado deseado. (FI-UNLP, 2009)

Historia del PLC.

Su historia se remonta a finales de la década de 1960 , cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combi nacional. (Prieto, 2007)

Cuando se empezaron a usar los relés en el control de procesos productivos, se comenzó a añadir lógica a la operación de las máquinas y así se redujo e incluso se eliminó la carga de trabajo del operador humano. (Prieto, 2007)

Los relés permitieron establecer automáticamente una secuencia de operaciones, programar tiempos de retardo, contar las veces que se producía un suceso o realizar una tarea en dependencia de que ocurrieran otras. (Prieto, 2007)

Los relés sin embargo, tienen sus limitaciones: Tienen un tiempo limitado de vida, debido a que sus partes mecánicas están sometidas a desgaste, los conductores de corriente pueden quemarse o fundirse, y con ello puede provocarse una avería y tendrán que ser reemplazados. (Prieto, 2007)

Desde el punto de vista de la programación, su inconveniente mayor era que la estructura de programación era fija.

El panel de relés lo configuraban los ingenieros de diseño. Luego se construía y se cableaba. Cuando cambiaban las necesidades de producción había que construir un panel nuevo. No se podía modificar, al menos sin un coste excesivo en tiempo y mano de obra. (Prieto, 2007)

En 1968 GM Hydramatic (la división de transmisión automática de General Motors) emitió una solicitud de propuestas para un reemplazo electrónico de los sistemas cableados de relés. La propuesta ganadora vino de Bedford Associates. El resultado fue el primer PLC, designado 084 porque era el proyecto de Bedford Associates nº 84.2 Bedford Associates comenzó una nueva empresa dedicada al desarrollo, fabricación, venta y mantenimiento de este nuevo producto: Modicon (MOdular DIgital CONtroler). Una de las personas que trabajaron en ese proyecto fue Dick Morley, quien es considerado como el "padre" del PLC.³ La marca Modicon fue vendida en 1977 a Gould Electronics, y posteriormente adquirida por la compañía alemana AEG y luego por la francesa Schneider Electric, el actual propietario (M. A. Laughton, 2013.)

En 1969 la División Hydramatic de la General Motors instaló el primer PLC para reemplazar los sistemas inflexibles cableados usados en sus líneas de producción. (FI-UNLP, 2009)

Ya en 1971, los PLC se extendían a otras industrias y, en los ochentas, ya los componentes electrónicos permitieron un conjunto de operaciones en 16 bits, comparados con los 4 de los 70s, en un pequeño volumen, lo que los popularizó en todo el mundo. (FI-UNLP, 2009)

En los 90s, aparecieron los microprocesadores de 32 bits con posibilidad de operaciones matemáticas complejas, y de comunicaciones entre PLC de diferentes marcas y PC, los que abrieron la posibilidad de fábricas completamente automatizadas y con comunicación a la Gerencia en "tiempo real". (FI-UNLP, 2009)

Un autómatas programable suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades: (FI-UNLP, 2009)

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Aplicaciones generales del PLC.

- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

Ventajas del PLC.

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.

- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.
- Si el autómata queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción. (FI-UNLP, 2009)

Inconvenientes del PLC.

- Adiestramiento de técnicos.
- Costo.

Adaptación al Medio.

- Inmunidad al ruido eléctrico.
- Rigidez dieléctrica.
- Temperatura.
- Humedad.

- Vibraciones.
- Shock (golpes).
- Radiofrecuencia.
- Antiexplosivo.

Redundancia.

- CPU.
- Fuente.
- Entradas y Salidas.

Un PLC o Autómata Programable posee las herramientas necesarias, tanto de software como de hardware, para controlar dispositivos externos, recibir señales de sensores y tomar decisiones de acuerdo a un programa que el usuario elabore según el esquema del proceso a controlar. (FI-UNLP, 2009)

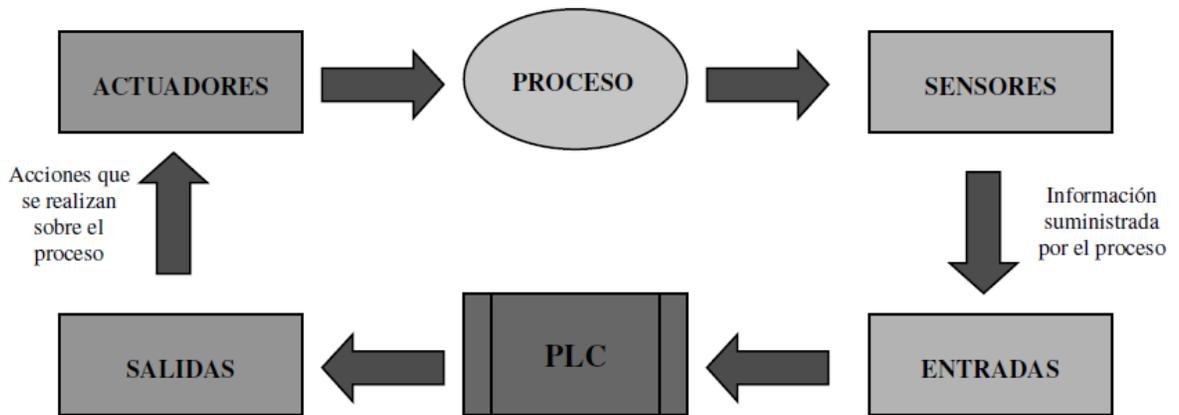


Figura 4 Proceso de funciones (FI-UNLP, 2009)

Estructura de un Autómata Programable.

Bloques principales del PLC.

- CPU.
- Bloque de entrada.
- Bloque de salida.

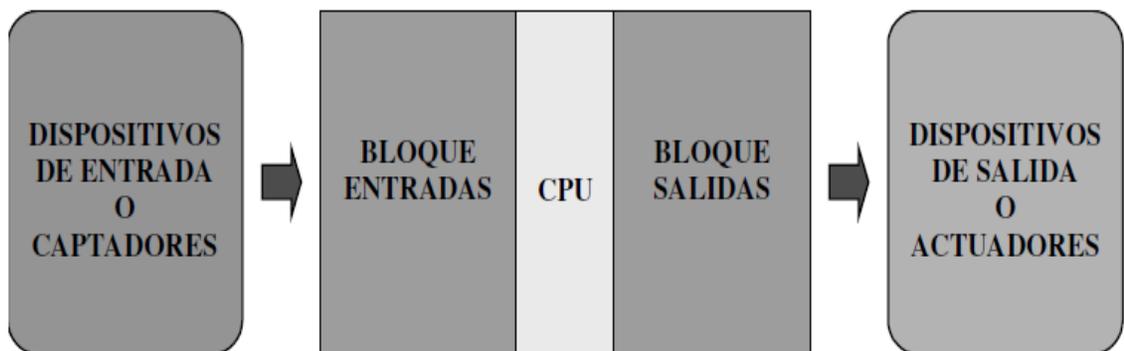


Figura 5 Bloques principales (FI-UNLP, 2009)

Ventajas y desventajas de los PLC.

Ventajas.

Las ventajas de los PLC son las siguientes:

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
 - ✓ No es necesario dibujar el esquema de contactos.
 - ✓ No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande como para almacenarlas. (FI-UNLP, 2009)
 - ✓ La lista de materiales a emplear es más reducida y, al elaborar el presupuesto correspondiente, se elimina parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega, etc. (FI-UNLP, 2009)
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado y añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación
- Menor coste de mano de obra de la instalación
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden detectar e indicar posibles averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.

- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
- Si por alguna razón la maquina queda fuera de servicio, el autómeta sigue siendo útil para controlar otra máquina o sistema de producción. (Prieto, 2007)

Inconvenientes

- Hace falta un programador, lo que exige la preparación de los técnicos en su etapa de formación.
- La inversión inicial es mayor que en el caso de los relés, aunque ello es relativo en función del proceso que se desea controlar. Dado que el PLC cubre de forma correcta un amplio espectro de necesidades, desde los sistemas lógicos cableados hasta el microprocesador, el diseñador debe conocer a fondo las prestaciones y limitaciones del PLC. Por tanto, aunque el coste inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidirnos por uno u otro sistema, conviene analizar todos los demás factores para asegurarnos una decisión acertada. (Prieto, 2007)

Funcionamiento del PLC

Una vez que se pone en marcha, el procesador realiza una serie de tareas según el siguiente orden:

Al encender el procesador ejecuta un auto-chequeo de encendido y bloquea las salidas. A continuación, si el chequeo ha resultado correcto, el PLC entra en el modo de operación normal.

El siguiente paso lee el estado de las entradas y las almacena en una zona de la memoria que se llama tabla de imagen de entradas (hablaremos de ella más adelante).

- En base a su programa de control, el PLC actualiza una zona de la memoria llamada tabla de imagen de salida.
- A continuación el procesador actualiza el estado de las salidas "copiando" hacia los módulos de salida el estado de la tabla de imagen de salidas (de este modo se controla el estado de los módulos de salida del PLC, relay, triacs, entre otras). (Prieto, 2007)
- Vuelve a ejecutar el paso b)

Cada ciclo de ejecución se llama ciclo de barrido (scan), el cual normalmente se divide en:

- Verificación de las entradas y salidas.
- Ejecución del programa.

Función adicional del PLC.

- En cada ciclo del programa, el PLC efectúa un chequeo del funcionamiento del sistema reportando el resultado en la memoria, que puede ser comprobada por el programa del usuario. (Prieto, 2007)
- El PLC puede controlar el estado de las Inicializaciones de los elementos del sistema: cada inicio de un microprocesador también se comunica a la memoria del PLC. (Prieto, 2007)

- Guarda los estados de las entradas y salidas en memoria: Le puedes indicar al PLC el estado que deseas que presenten las salidas o las variables internas, en el caso de que se produzca un fallo o una falta de energía en el equipo. Esta funcionalidad es esencial cuando se quieren proteger los datos de salida del proceso. (Prieto, 2007)
- Capacidad modular: Gracias a la utilización de Microprocesadores, puedes expandir los sistemas PLC usando módulos de expansión, en función de lo que te requiera el crecimiento de tu sistema. Puede expandirse a través de entradas y salidas digitales, análogas, entre otras, así como también con unidades remotas y de comunicación. (Prieto, 2007)

Clasificación del PLC.

Debido a la gran variedad de tipos distintos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en el número de I/O, en su tamaño de memoria, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías. (FI-UNLP, 2009)

PLC tipo nano.

Generalmente PLC de tipo compacto (Fuente, CPU e I/O integradas) que puede manejar un conjunto reducido de I/O, generalmente en un número inferior a 100. Permiten manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales. (FI-UNLP, 2009)

PLC tipo compactos.

Estos PLC tienen incorporado la Fuente de Alimentación, su CPU y módulos de I/O en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas I/O hasta varios cientos (alrededor de 500 I/O) , Su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como: (FI-UNLP, 2009)

- Entradas y salidas análogas.
- Módulos contadores rápidos.
- Módulos de comunicaciones.
- Interfaces de operador.
- Expansiones de i/o.

PLC tipo modular.

Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son: (FI-UNLP, 2009)

- Rack.
- Fuente de Alimentación.
- CPU.
- Funciones especiales Módulos de I/O.
- Comunicaciones.

- Contaje rápido.

Función especial del PLC.

De estos tipos existen desde los denominados MicroPLC que soportan gran cantidad de I/O, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de I/O. (FI-UNLP, 2009)

Bloques necesarios para el funcionamiento del PLC.

- Fuente de alimentación.
- Consola de programación.
- Periféricos.
- Interfaces.

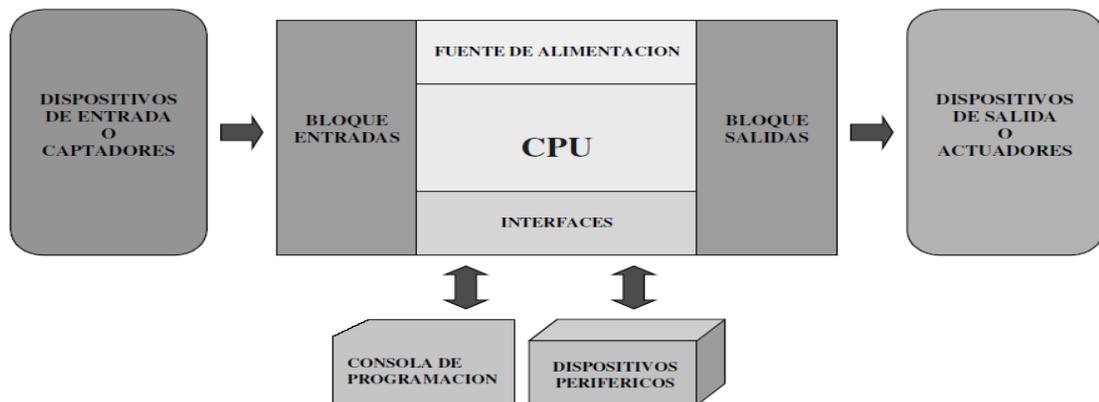


Figura 6 Bloques de funciones (FI-UNLP, 2009)

CPU.

La Unidad Central de Procesos es el cerebro del sistema. En ella se ejecuta el programa de control del proceso, el cual fue cargado por medio de la consola de programación, lee las entradas. Y posteriormente procesa esta información para enviar respuestas al módulo de salidas. En su memoria se encuentra residente el programa destinado a controlar el proceso. (FI-UNLP, 2009)

Indicadores y selectores de modo de operación de la CPU.

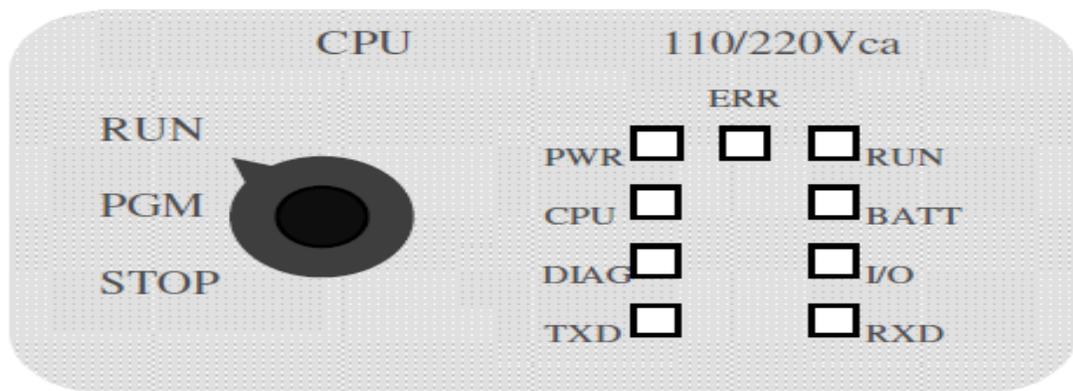


Figura 7 Indicadores (FI-UNLP, 2009)

Selección del modo de operación del PLC.

- RUN: En esta posición, el PLC empieza a ejecutar el programa.
- STOP: Esta posición detiene el proceso que se esté ejecutando.
- PROGRAM: En esta posición, el PLC permite ser programado desde algún dispositivo externo (FI-UNLP, 2009)

Funciones de las Indicaciones Lumínicas.

- PWR: Muestra el estado de la fuente de alimentación.
- RUN: Indica que la CPU del PLC se encuentra en modo RUN
- CPU: La CPU hace diagnóstico de su estado de funcionamiento en forma automática.
- ERR: Señal (FI-UNLP, 2009)
- BATT: Indica el estado actual de la batería de respaldo de la fuente de alimentación.
- I/O: Esta luz sirve para indicar el estado de los módulos de entrada y salida.
- DIAG: Los autómatas pueden tener un sistema de diagnóstico propio.
- TXD: Es el indicador de transmisión de datos por los puertos de comunicaciones.
- RDX: Es el indicador de recepción de datos por los puertos de comunicaciones.

Fuente de alimentación para el PLC.

A partir de una tensión exterior proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos electrónicos del autómata, además posee una batería para mantener el programa y algunos datos en la memoria si hubiera un corte de la tensión exterior. (FI-UNLP, 2009)

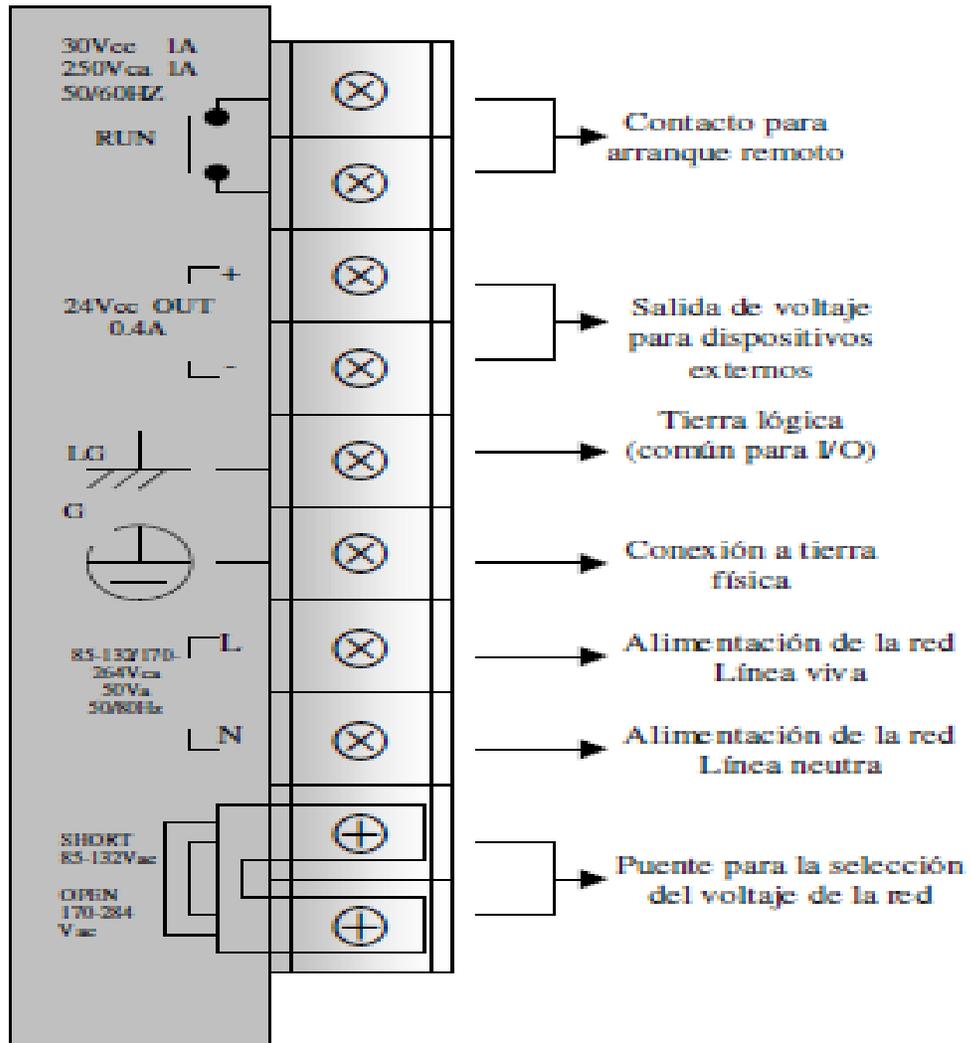


Figura 8 Fuente de alimentación. (FI-UNLP, 2009)

Voltaje de entrada	Oscila entre: 100VCA - 240VCA
Voltaje de salida	Oscila entre: 12VDC - 24VDC
Corriente de salida	1A - 3A
Frecuencia de operación	50Hz ó 60Hz
Protecciones	Sobrecorrientes y sobre voltajes

Figura 9 Indicadores de la alimentación. (FI-UNLP, 2009)

Bloque de entradas.

Adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores. (FI-UNLP, 2009)

Captadores Pasivos.

Son aquellos que cambian su estado lógico, activado - no activado, por medio de una acción mecánica. Estos son los Interruptores, pulsadores, finales de carrera, entre otros. (FI-UNLP, 2009)

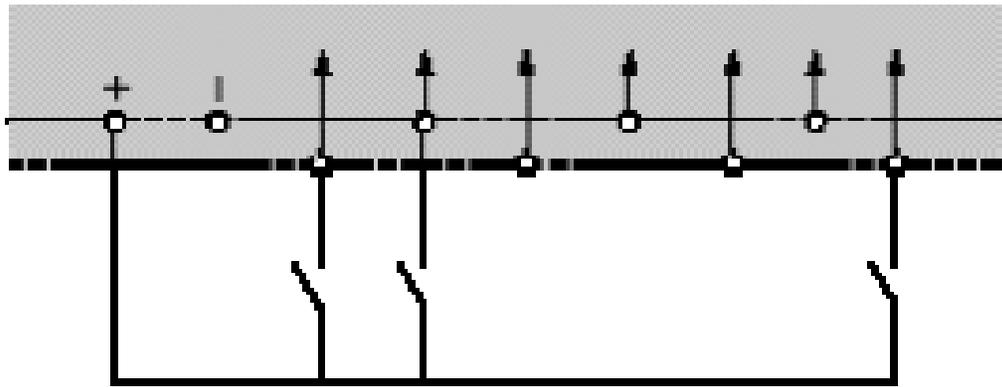


Figura 10 Captadores Pasivos. (FI-UNLP, 2009)

Captadores Activos.

Son dispositivos electrónicos que necesitan ser alimentados por una tensión para que varíen su estado lógico. Este es el caso de los diferentes tipos de detectores (Inductivos, Capacitivos, Fotoeléctricos). Muchos de estos aparatos pueden ser alimentados por la propia fuente de alimentación del autómeta. (FI-UNLP, 2009)

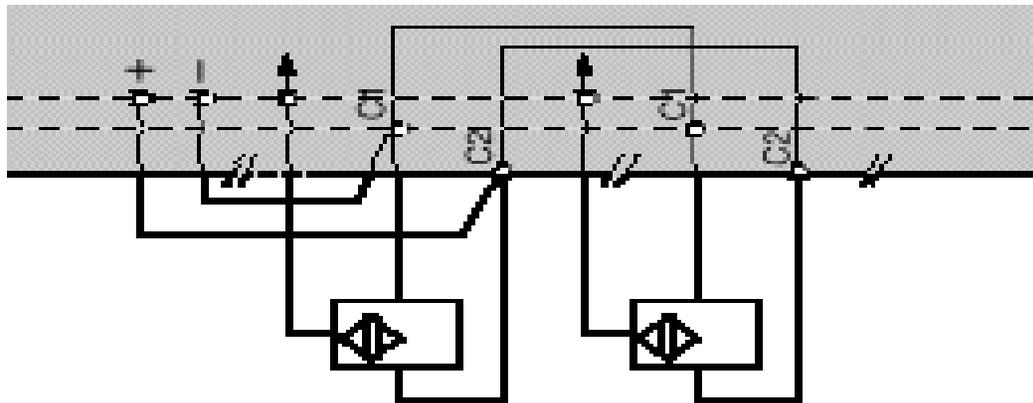


Figura 11 Captadores Activos (FI-UNLP, 2009)

Se puede utilizar como captadores contactos eléctricamente abiertos o eléctricamente cerrados dependiendo de su función en el circuito. (FI-UNLP, 2009)

Bloque de salidas.

Decodifica las señales procedentes de la CPU, las amplifica y las envía a los dispositivos de salida o actuadores, como lámparas, relés, contactores, arrancadores, electroválvulas, entre otras. (FI-UNLP, 2009)

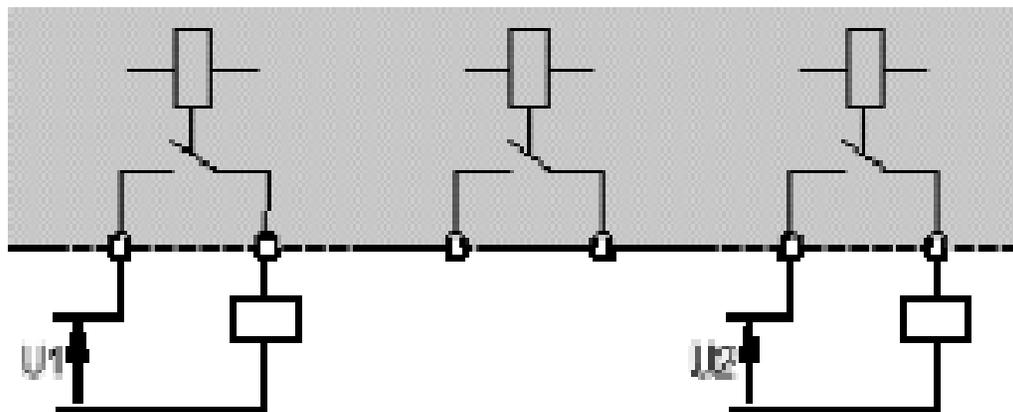


Figura 12 Módulos de salidas a relés ((FI-UNLP, 2009)

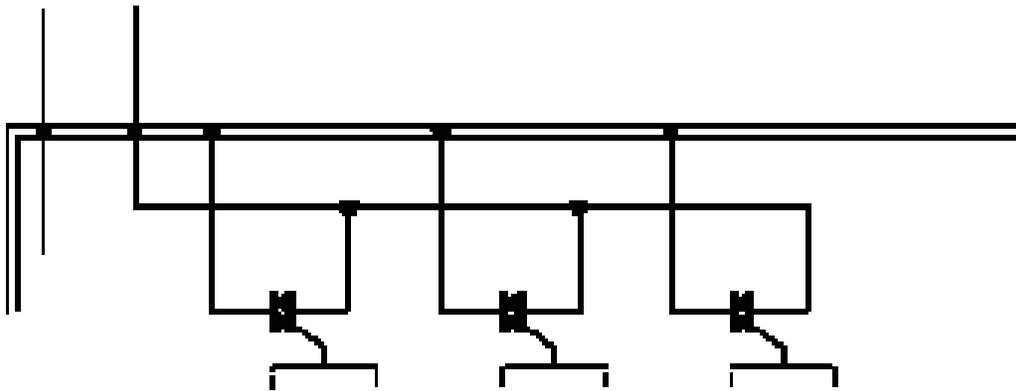


Figura 13 Módulos de salidas a triacs (FI-UNLP, 2009)

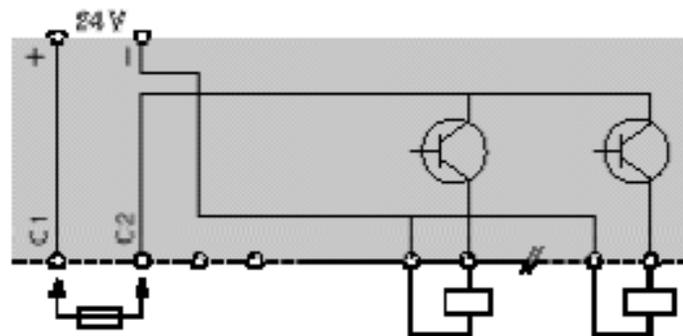


Figura 14 Módulos de salidas a transistores a colector abierto (FI-UNLP, 2009)

Módulos de E/S analógicos.

Módulos Especiales.

- BCD Entradas y Salidas.
- Entradas de Termocuplas.
- Entradas de Termorresistencias (PT-100)

- Salidas a Display.
- Memoria de Datos. (FI-UNLP, 2009)

Módulos Inteligentes.

- Control de Motores a pasos.
- Control PID.
- Comunicación.
- Lector Óptico.
- Generación de frecuencias.
- Contadores de pulsos rápidos.
- Medidores de frecuencias y/o ancho de pulsos.
- Remotos. (FI-UNLP, 2009)

Densidad de Modulo.

Este dado por el número de E/S de cada módulo Pueden ser de: 4, 8, 16 o 32.

Un módulo de 16 E/S se puede dividir en 2 de 8 Cada grupo dispone de un solo borne de referencia o común.

Las salidas tienen un fusible de protección Las borneras son móviles, se desmontan sin tener que desconectar los cables evitando cometer errores. (FI-UNLP, 2009)

Expansión Local.

Se expanden las E/S por el Bus Paralelo

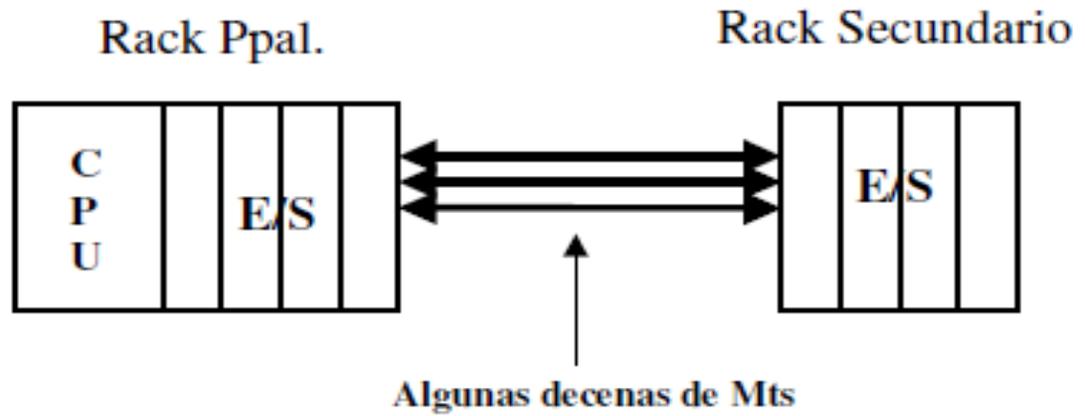


Figura 15 Bus paralelo (FI-UNLP, 2009)

Expansión Remota.

Se utilizan procesadores de comunicaciones especiales, uno en cada chasis de expansión. (FI-UNLP, 2009)

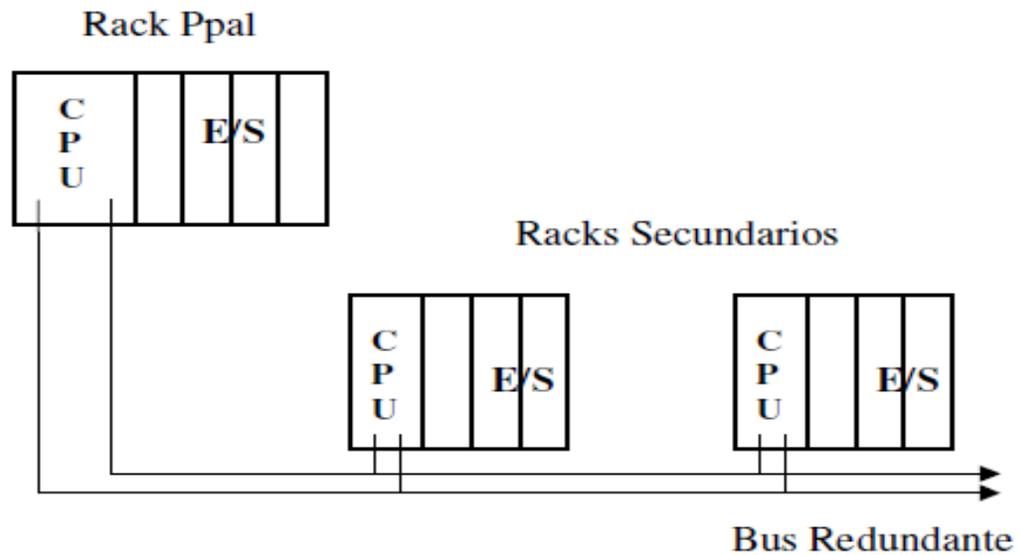


Figura 16 Expansión remota. (FI-UNLP, 2009)

Medio Físico.

- Coaxial, Fibra Óptica o UTP.
- Los racks secundarios pueden estar a 5 Kms.
- Esto implica un ahorro substancial en el cableado.
- Si tengo 200 E/S a 50 mts. => 10 Kms. de cable.
- Con un rack secundario solo necesito 50 mts de cable coaxial.
- Todas las señales viajan por un solo cable => más vulnerable.
- Se emplean cableados redundantes por distintos caminos. (FI-UNLP, 2009)

Consola de programación.

La consola de programación es la que permite comunicar al operario con el sistema, permitiendo escribir y poner a punto programas. Algunas permiten ensayos de simulación y puesta en servicio de los mismos. (FI-UNLP, 2009)

Las consolas pueden estar constituidas por un dispositivo de presentación visual (Display) o bien un ordenador personal (PC) que soporte un software especialmente diseñado para resolver los problemas de programación y control. (FI-UNLP, 2009)

Las funciones básicas de éste son las siguientes:

- Transferencia y modificación de programas.
- Verificación de la programación.
- Información del funcionamiento de los procesos.



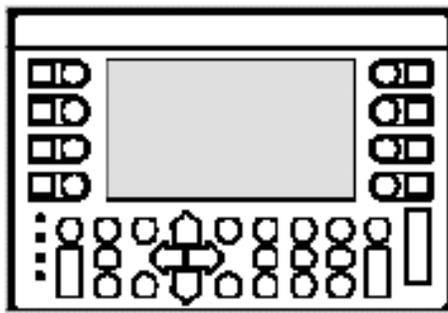
Figura 17 Terminales de programación remota y (FI-UNLP, 2009)

Periféricos.

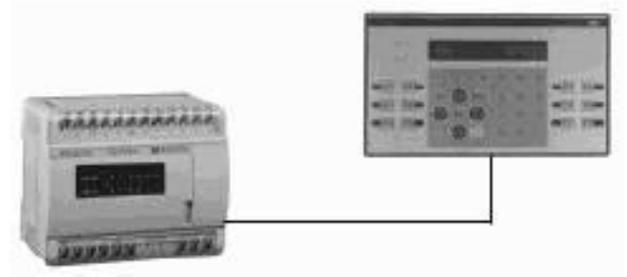
Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata, pero sin embargo facilitan la labor del operario. (FI-UNLP, 2009)

Los más utilizados son:

- Grabadoras a cassettes.
- Impresoras.
- Cartuchos de memoria EEPROM.
- Visualizadores y paneles de operación OP.



Panel de Operación



Conexión de un visualizador a un autómata

Figura 18 Paneles de control (FI-UNLP, 2009)

Diseño interno del PLC.

Está constituida por:

- Fuente de alimentación.

- ✓ Unidad central de proceso.
- Memoria.
 - ✓ Memorias internas.
 - ✓ Memorias de programa.
- Interfaces de entrada/salida.
- Buses de comunicación.
- Batería de respaldo. (FI-UNLP, 2009)

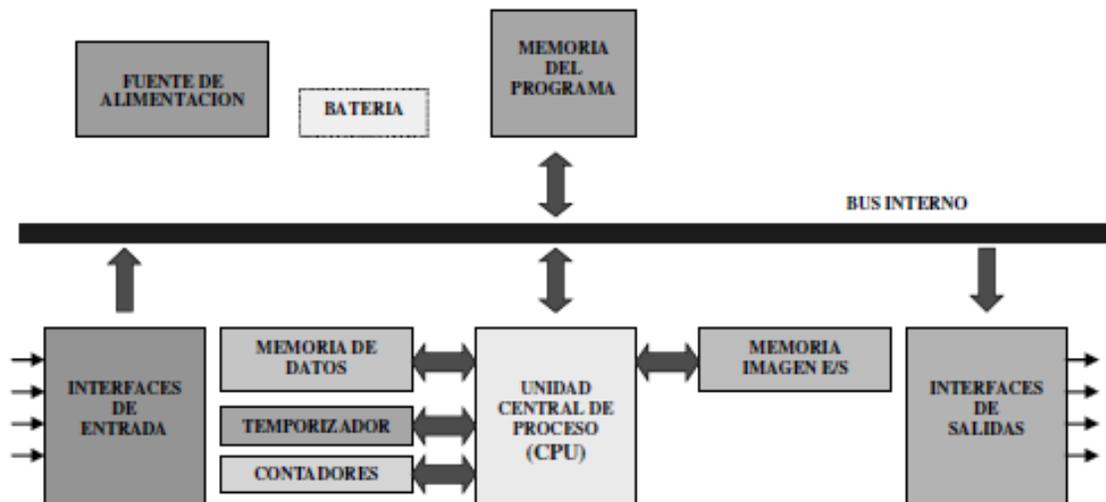


Figura 19 Diseño interno (FI-UNLP, 2009)

Conexión mediante buses.

Si el PLC es de tipo modular, los módulos se comunican internamente a través de buses ubicados en el fondo del dispositivo o "rack" donde se ensambla la arquitectura deseada. (FI-UNLP, 2009)

Básicamente existen tres tipos de buses:

Bus de datos.

Es el bus encargado de transportar la información que hace referencia a los datos propiamente dicho, tales como entradas y salidas.

Bus de direcciones: Contiene la información del dispositivo que es afectado por los datos que actualmente viajen por el bus de datos.

Esto es necesario ya que el bus de datos es el mismo para todos los dispositivos, pero no todos ellos deben tener en cuenta a la vez la misma información. (FI-UNLP, 2009)

Bus de control.

Es el bus por donde viaja la información que indica al dispositivo seleccionado con el bus de direcciones, lo que debe hacer con los datos que viajan actualmente por el bus de datos. Por ejemplo, mediante el bus de control se indica si los datos son de entrada o de salida. (FI-UNLP, 2009)

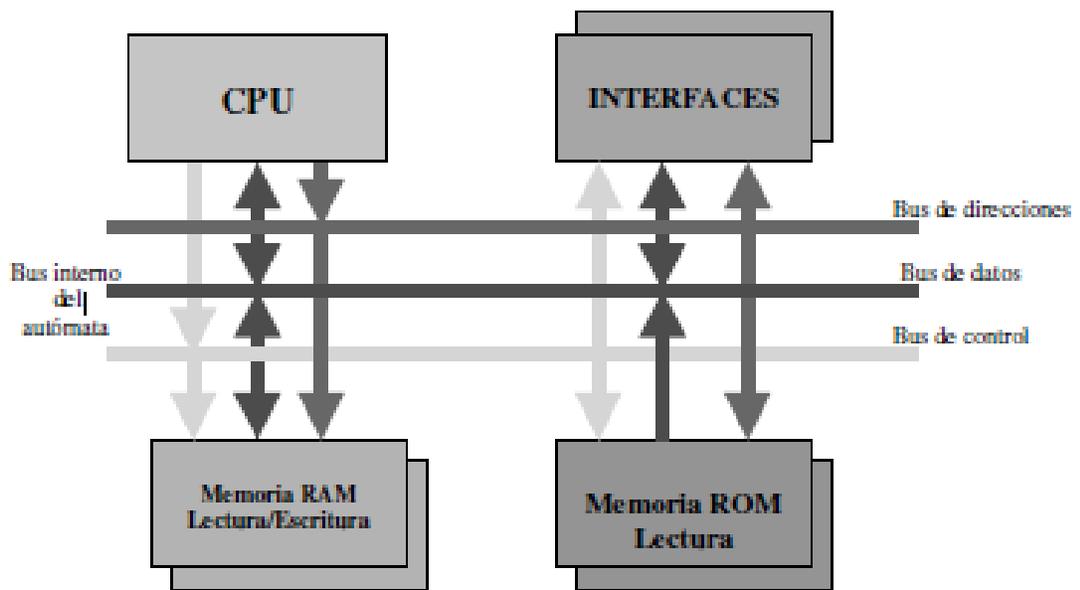


Figura 20 Diseño de conexiones por buses. (FI-UNLP, 2009)

Memoria.

Es cualquier tipo de dispositivo que permita almacenar información en forma de bits (unos y ceros), los cuales pueden ser leídos posición a posición (bit a bit), o por bloques de 8 posiciones (byte) o dieciséis posiciones (Word). (FI-UNLP, 2009)

Clasificación.

Existen dos tipos fundamentales de memorias fabricadas con semiconductores, estas son:

- RAM (Random Access Memory)
- ROM (Read Only Memory)

Tipo de memoria	Sistema de programación	Sistema de borrado	Ante el corte de tensión la memoria
RAM (o memoria de lectura – escritura)	Eléctrica	Eléctrica	Se pierde, es volátil
ROM (o memoria de solo lectura)	Durante su proceso de fabricación	Es imposible su borrado	Se mantiene
PROM (o memoria programable)	Eléctrica	Es imposible su borrado	Se mantiene
EPROM (o memoria modificable)	Eléctrica	Por rayos UV	Se mantiene
EEPROM (o memoria modificable)	Eléctrica	Eléctrica	Se mantiene

Tabla 1 Clasificación de memorias. (FI-UNLP, 2009)

Utilización de memorias.

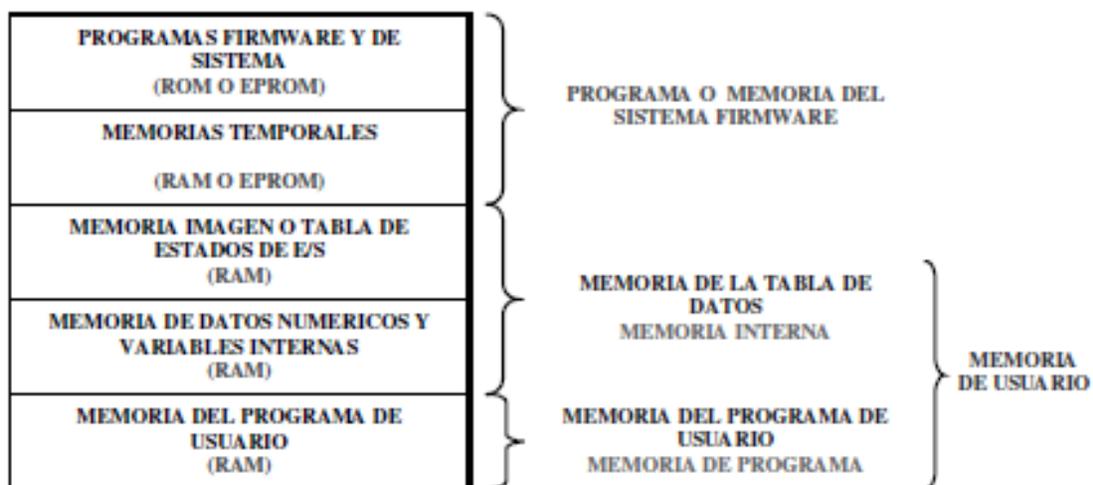


Tabla 2 Utilización de memorias. (FI-UNLP, 2009)

Ciclo de tratamiento de las señales de entrada/salida a través de las memorias imagen.

- Antes de la ejecución del programa de usuario, la CPU consulta los estados de las entradas físicas y carga con ellos la memoria imagen de entradas.
- Durante la ejecución del programa de usuario, la CPU realiza los cálculos a partir de los datos de la memoria imagen y del estado de los temporizadores, contadores y relés internos. El resultado de estos cálculos queda depositado en la memoria imagen de salidas.
- Finalizada la ejecución, la CPU transfiere a las interfaces de salida los estados de las señales contenidos en la memoria imagen de salidas, quedando el sistema preparado para comenzar un nuevo ciclo. (FI-UNLP, 2009)

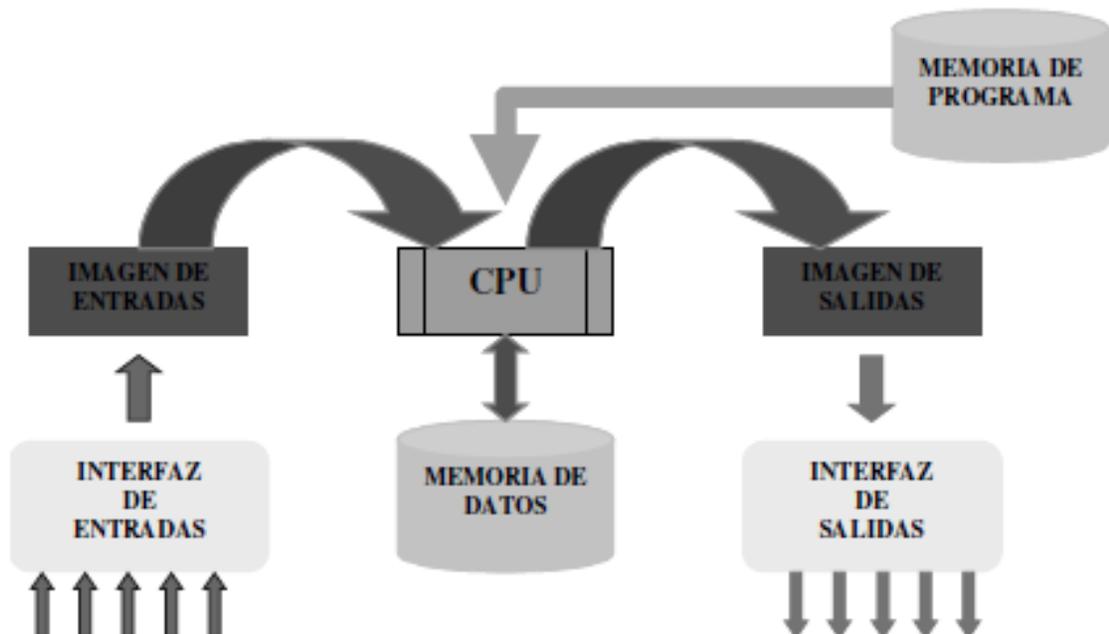


Figura 21 Señales de entrada y salida (FI-UNLP, 2009)

Otras variables que se almacenan en la memoria interna son.

Relés internos.

Ocupan posiciones RAM de 1 bit, y son utilizados como área de datos temporales, como salida de resultados de operaciones intermedias, y para controlar otros bits o registros, temporizadores y contadores. (FI-UNLP, 2009)

Relés auxiliares/especiales.

Se guardan en posiciones de 1 bit, y mantienen información sobre señales necesarias para el sistema, como relojes, bits de control, flags de estados de la CPU, e información sobre el autómata (Run, Stop, Halt, errores, entre otras.). Estos relés pueden consultarse y utilizarse desde el programa usuario. (FI-UNLP, 2009)

Área de temporizadores y contadores.

Ocupa posiciones de 16 bits o más bits, capaces de almacenar los valores de preselección y estado actualizados de estos elementos. (FI-UNLP, 2009)

Clasificación de los diferentes tipos de interfaces de entrada y salida utilizados por los PLC.

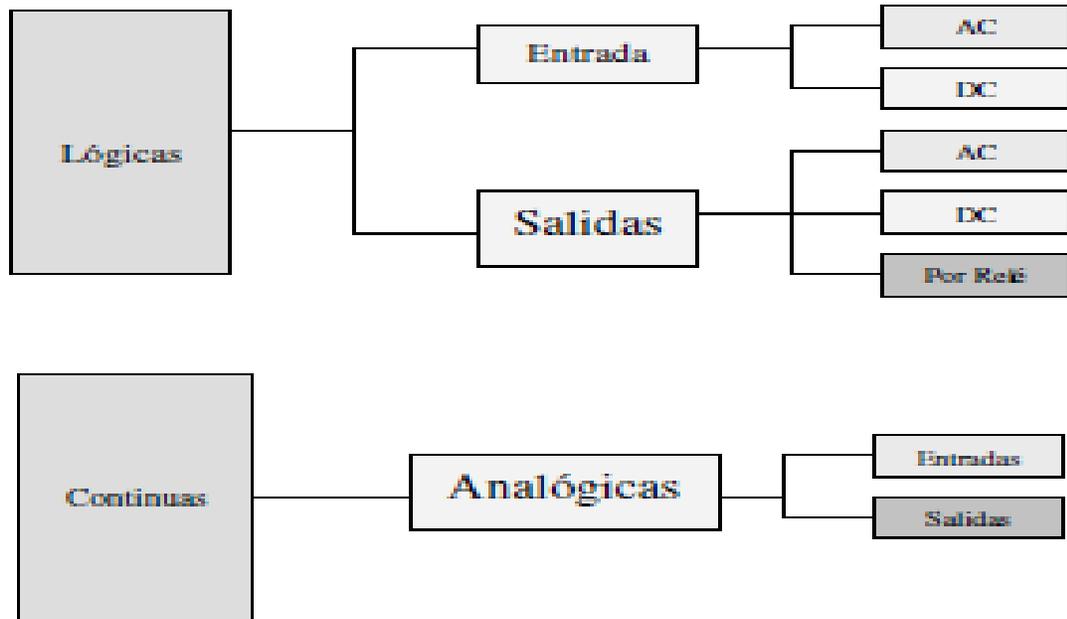


Figura 22 Clasificación de interfaces. (FI-UNLP, 2009)

Una vez obtenidas la cantidad necesaria de Entradas y de Salidas es muy recomendable reservar espacio para futuras ampliaciones (entre un 10 y un 20 %). (FI-UNLP, 2009)

Entrada lógica DC.

Las entradas de este tipo pueden ser PNP o NPN, dependiendo de la configuración que se deba utilizar para la conexión de los sensores de entrada. Las de tipo PNP utilizan la lógica positiva, es decir, el terminal común de todos los sensores e interruptores de entrada es el positivo de la fuente de alimentación DC.

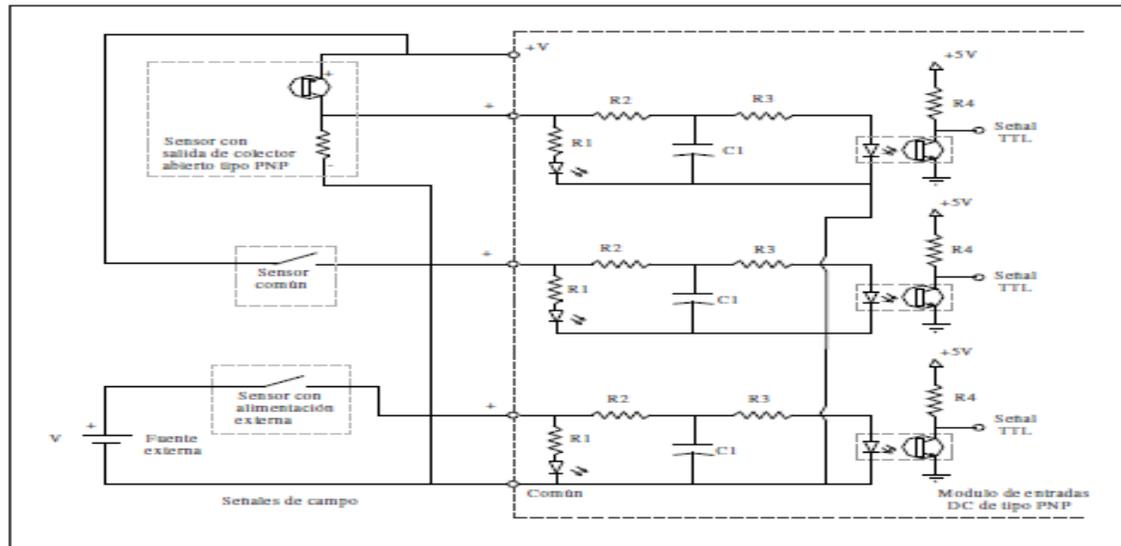


Figura 23 Entrada lógica DC. (FI-UNLP, 2009)

Por otra parte, las entradas DC de tipo NPN utilizan lógica negativa, siendo el terminal común entre los sensores, el borne negativo de la fuente de alimentación. (FI-UNLP, 2009)

Características que se deben tener en cuenta en el momento de adquirir o de utilizar un módulo de entradas de tipo DC.

<i>Características técnicas</i>	
Aislamiento eléctrico entre canales	1500 a 5000VAC
Números de entradas por módulos	4, 8, 16 ó 32
Conexión externa	Lógica positiva (PNP) o Lógica negativa (NPN)
Tensión de entrada	12, 24, 48, 120VDC
Margen de entrada para nivel 1	> 65 % de la tensión nominal
Margen de entrada para nivel 0	< 25 % de la tensión nominal
Corriente en estado 1	2 a 10mA
Corriente en estado 0	0 a 3mA
Impedancia de entrada	800Ω a 12KΩ

Tabla 3 Características de las entradas DC. (FI-UNLP, 2009)

Entrada l3gica AC.

Este tipo de entradas puede recibir voltajes de corriente alterna, motivo por el cual no requieren una polaridad definida, a diferencia de las entradas de tipo DC. Se caracterizan por sus amplios rangos de voltajes de funcionamiento (hay entradas que funcionan correctamente en un rango de 100 a 220VAC). (FI-UNLP, 2009)

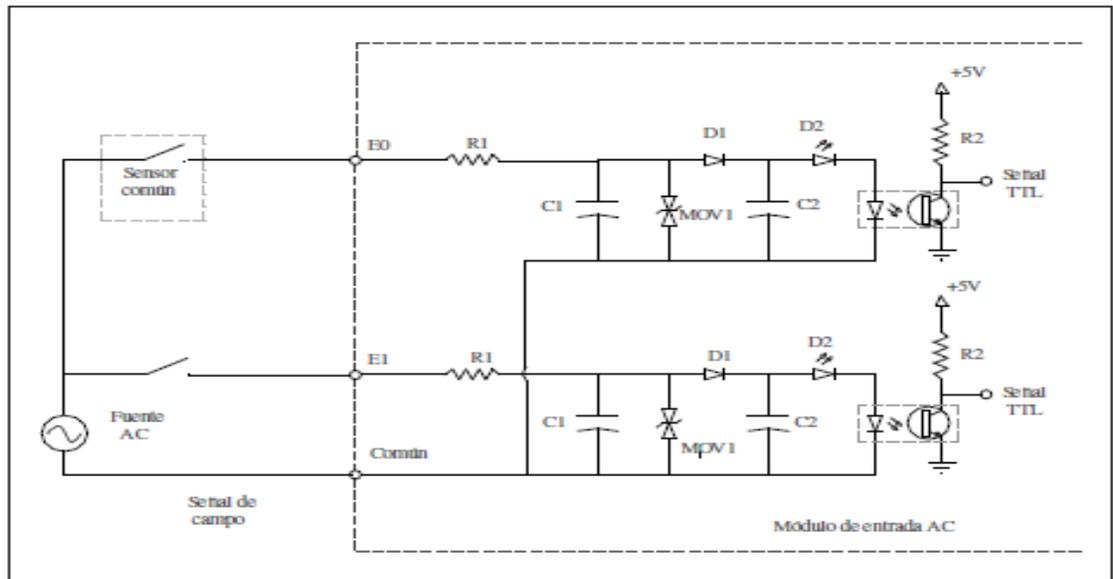


Figura 24 Entrada l3gica CA. (FI-UNLP, 2009)

Características que se deben tener en cuenta en el momento de adquirir o de utilizar un módulo de entradas de tipo AC.

<i>Características técnicas</i>	
Aislamiento entre canales	2500 a 5000VAC
Números de entradas por módulos	4, 8, 16 ó 32
Tensión de entrada	24, 48, 120, 220VAC
Margen de entrada para nivel 1	> 65 % de la tensión nominal
Margen de entrada para nivel 0	< 20 % de la tensión nominal
Tiempo de respuesta	5 a 20ms
Corriente en estado 1	8 a 10mA
Corriente en estado 0	3 a 5mA
Impedancia de entrada	1 a 10K Ω

Tabla 4 Características de entradas AC. (FI-UNLP, 2009)

Salidas lógicas de tipo DC.

Al igual que las entradas de este tipo, las salidas lógicas DC pueden ser del tipo PNP o NPN dependiendo de la forma en que se deben conectar los circuitos de control que se vayan a utilizar. Las de tipo PNP utilizan lógica positiva, lo que significa que las salidas activas del módulo suministran la polaridad positiva de la fuente de alimentación que se esté usando. (FI-UNLP, 2009)

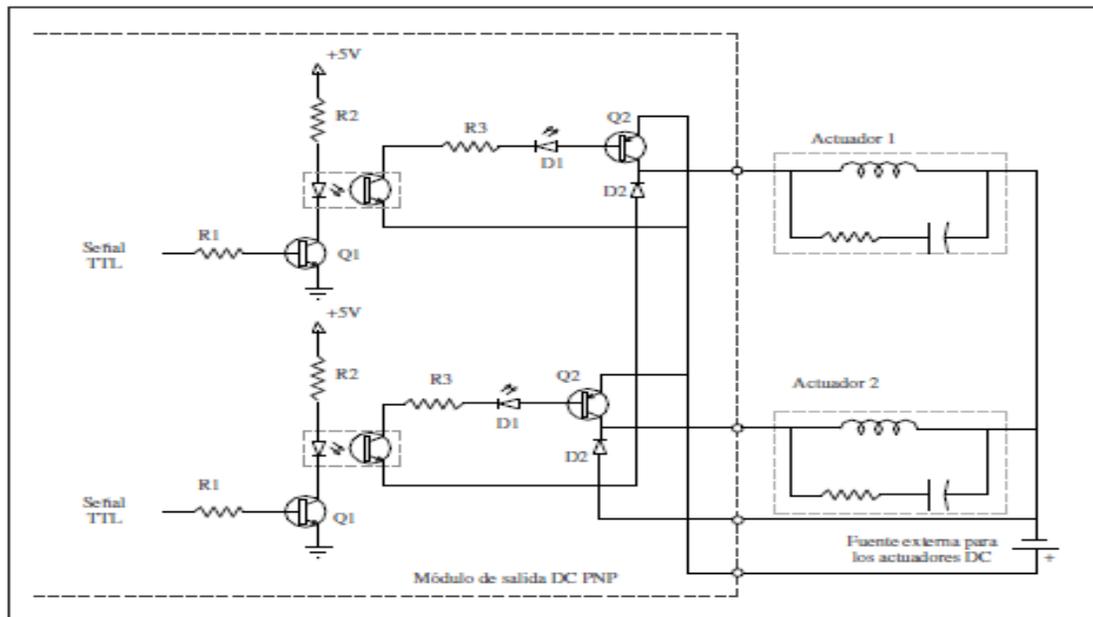


Figura 25 Salidas lógicas de tipo DC. (FI-UNLP, 2009)

Características que se deben tener en cuenta en el momento de adquirir o de utilizar un módulo de salidas de tipo DC.

<i>Características técnicas</i>	
Aislamiento entre canales	1500VAC
Números de salidas por módulos	4, 8, 16 ó 32
Tensión de salida	5 – 30VDC
Corriente de salida	100mA a 1A
Caída de tensión	0,2V a 1,5V
Tiempo de respuesta	100 a 500 μ s
Frecuencia máxima de trabajo	10 a 100Hz
Temperatura de trabajo	5 a 55 °C

Tabla 5 Salidas lógicas de tipo DC. (FI-UNLP, 2009)

Salidas lógicas de tipo AC.

Las salidas lógicas de tipo AC manejan voltajes y corrientes superiores a las salidas de tipo DC. Como mencionamos anteriormente, el elemento semiconductor en este tipo de salidas suelen ser un triac, el cual permite el flujo de corriente AC entre dos de sus terminales, controlándola mediante otro terminal. (FI-UNLP, 2009)

La conexión de los elementos externos de control a las salidas lógicas de tipo AC no tiene polaridad alguna.

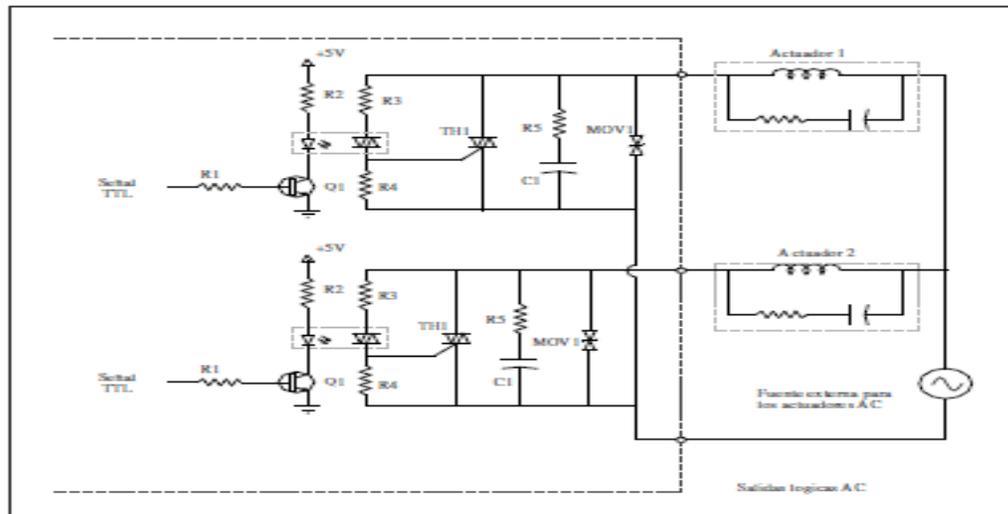


Figura 26 Salidas lógicas de tipo AC. (FI-UNLP, 2009)

Características técnicas relacionadas con las salidas AC.

<i>Características técnicas</i>	
Aislamiento entre canales	1500VAC
Números de salidas por módulos	4, 8 ó 16
Tensión de salida	Hasta 250VAC
Corriente de salida	1 a 2A
Intensidad transitoria	20A por 100ms
Caída de tensión	3V a 6V
Tiempo de respuesta	10 a 20ms
Frecuencia máxima de trabajo	20Hz
Temperatura de trabajo	5 a 55 °C

Tabla 6 Características salidas AC. (FI-UNLP, 2009)

Salidas lógicas por relé.

Este tipo de salidas puede ser utilizado para manejar cargas de corrientes AC y de corrientes DC, ambas con diversos niveles de voltaje. Las principales desventajas contra los demás tipos de salidas son el tiempo de respuesta y el tamaño físico que ocupan dentro del circuito electrónico. (FI-UNLP, 2009)

Como ventaja, la separación eléctrica entre la carga y los circuitos de control es altamente confiable, ya que los contactos del relevo nada tienen que ver, con la alimentación o excitación de su bobina. (FI-UNLP, 2009)

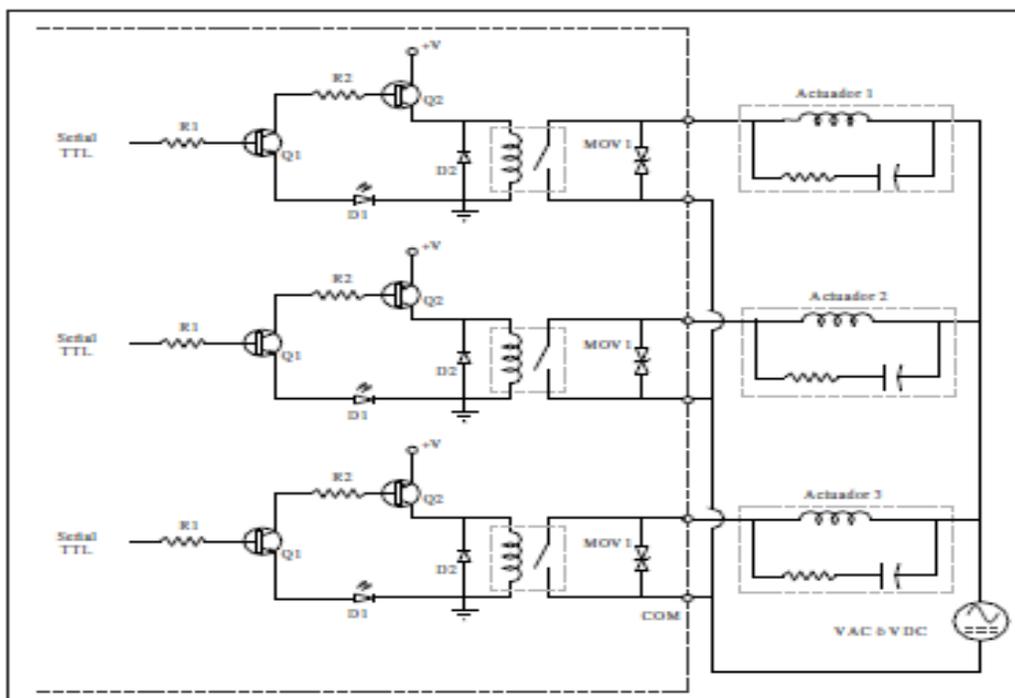


Figura 27 Salidas lógicas por relé. (FI-UNLP, 2009)

Características técnicas relacionadas con las salidas AC.

<i>Características técnicas</i>	
Números de salidas por módulos	4 ó 8
Corriente de salida	1 a 2A
Corriente transitoria	10A durante 40ms
Corriente residual	0V
Caída de tensión	0V
Tiempo de respuesta	Típico 20ms
Frecuencia máxima de trabajo	1 a 5Hz
Temperatura de trabajo	5 a 55 °C

Tabla 7 Características salidas AC. (FI-UNLP, 2009)

Entradas y salidas analógicas.

Secuencia recorrida por un autómata durante la captura, procesamiento y generación de señales analógicas.

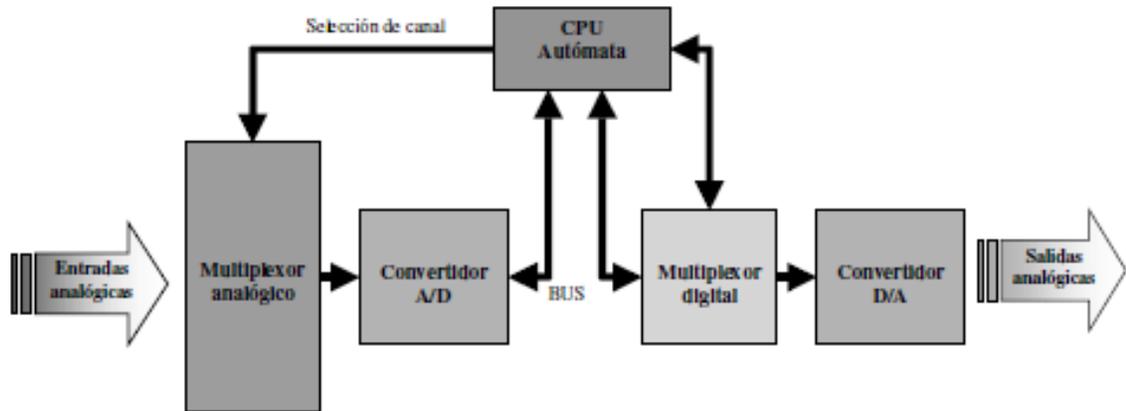


Figura 28 Entradas y salidas analógicas (FI-UNLP, 2009)

Por costo y espacio varias Entradas de utilizan un mismo circuito conversor. Por lo tanto se utiliza un circuito multiplexor. (FI-UNLP, 2009)

Los niveles de voltaje y corriente estándares manipuladas por los autómatas son los siguientes:

Señales de voltajes	De 0 a 5V De 0 a 10V
Señales de corriente	De 0 a 20mA De 4 a 20mA

Tabla 8 Niveles de voltaje y corriente. (FI-UNLP, 2009)

La conversión A/D y D/A puede ser tan precisa o tan inexacta como se desee dependiendo de la cantidad de bits utilizados durante el proceso de conversión. Por lo tanto la resolución es un parámetro importante a tener en cuenta con los módulos de entradas o salidas analógicas de un PLC. (FI-UNLP, 2009)

- Con 8 bits podemos representar $2^8 = 256$ valores
- Con 10 bits podemos representar $2^{10} = 1024$ valores

Si tenemos una señal de salida de un transmisor de presión por ejemplo de 16 mA.

Resolución $16 \text{ mA} / 256 = 0,0256 \text{ mA por bit}$ $16 \text{ mA} / 1024 = 0,0156 \text{ mA por bit}$.

En la figura se observa una señal analógica y su representación luego de haber tomado varias muestras durante un ciclo de la misma. Como puede verse, si se toman más muestras, la señal se puede reproducir con mayor similitud a la original (FI-UNLP, 2009)



Figura 29 Muestreo mínimo. (FI-UNLP, 2009)



Figura 30 Muestreo máximo. (FI-UNLP, 2009)

Entradas Analógicas.

Las características técnicas relacionadas con las Entradas Analógicas son las siguientes.

<i>Características técnicas</i>	
Cantidad de entradas	4 a 16
Márgenes de entrada	Desde $\pm 25\text{mV}$ hasta $\pm 10\text{V}$ y 0 a 20mA ó 4 a 20mA
Impedancia de entrada	Desde $50\text{K}\Omega$ hasta $10\text{M}\Omega$ (entradas de voltaje) Desde $20\text{K}\Omega$ hasta $50\text{M}\Omega$ (entradas de corriente)
Resolución	8, 10, 12 ó más bits
Principio de conversión	Por integración, por aproximaciones sucesivas o por conversión flash
Tiempo de conversión	$1\mu\text{s}$, $10\mu\text{s}$, $16\mu\text{s}$, etc.
Tensión de alimentación	24V, 48V
Consumo de corriente	0,1 a 0,3A

Tabla 9 Características de entradas analógicas. (FI-UNLP, 2009)

Salidas Analógicas.

Las características técnicas relacionadas con las Salidas Analógicas son las siguientes. (FI-UNLP, 2009)

<i>Características técnicas</i>	
Cantidad de salidas	4 a 16
Márgenes de salida	Desde $\pm 5V$ hasta $\pm 10V$ y 0 a 20mA ó 4 a 20mA
Impedancia de salida	Desde 500Ω hasta $1K\Omega$ (entradas de voltaje) Desde 300Ω hasta 500Ω (entradas de corriente)
Resolución	8, 10, 12 ó más bits
Principio de conversión	Red R-2R, escalera binaria.
Tiempo de estabilización	10ms, 15ms, etc..
Tensión de alimentación	24V, 48V

Tabla 10 Características de salidas analógicas (FI-UNLP, 2009)

Existe una relación directa entre la posición física que ocupa la conexión de la variable en el módulo de entradas o salidas conectado al autómata y la posición de memoria donde se almacena el dato, por ejemplo: (FI-UNLP, 2009)

Carga en la memoria imagen de entradas de las entradas digitales.

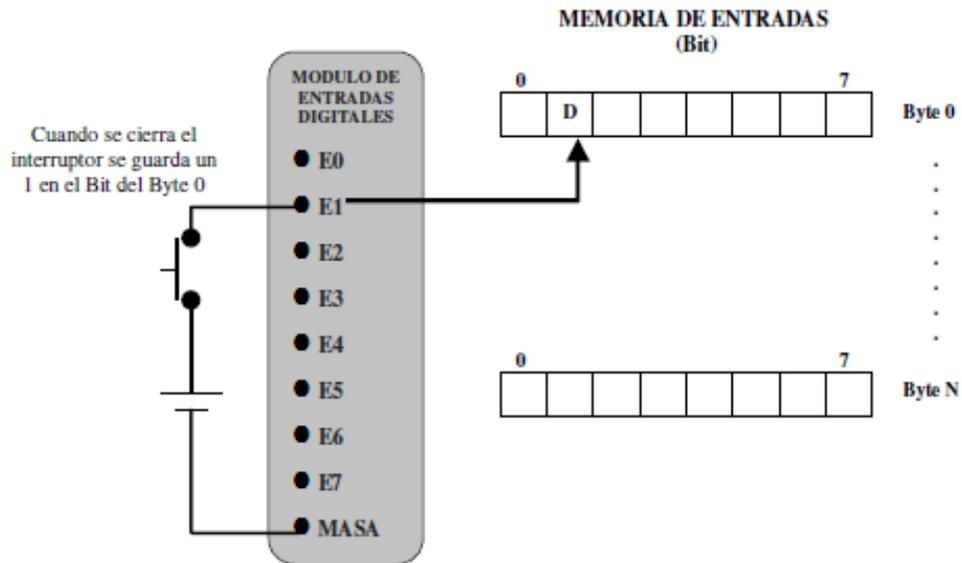


Figura 31 Carga de memorias en las entradas digitales. (FI-UNLP, 2009)

Carga en la memoria imagen de entradas de las entradas analógicas.

La entrada analógica cero almacena un valor en código binario natural en el byte cero de la memoria de entrada de byte. Previamente el convertor analógico/digital transforma a código binario natural la señal de tensión que estará comprendida en el margen 0-10V. (FI-UNLP, 2009)

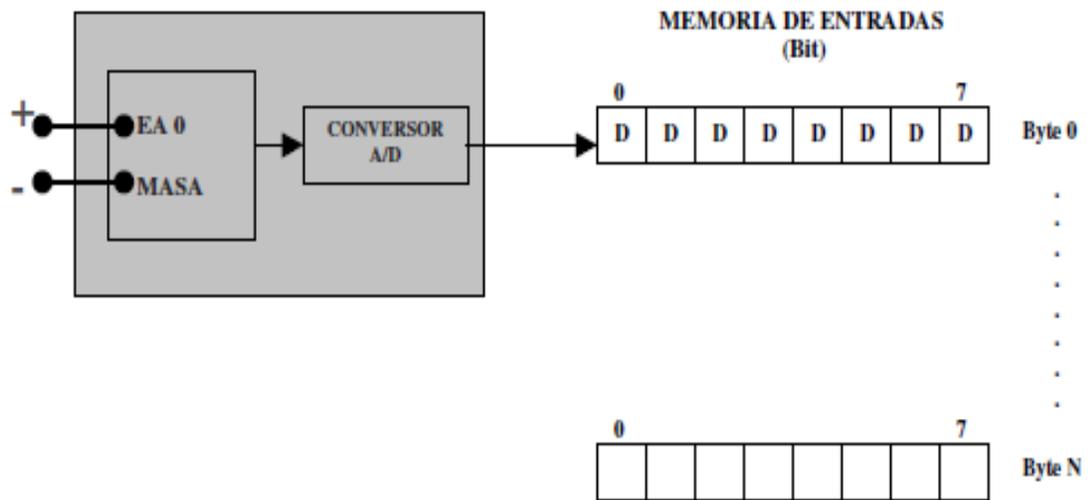


Figura 32 Carga de memorias de las entradas analógicas. (FI-UNLP, 2009)

También existe una relación directa entre la memoria dedicada a la variable de salida y la posición de las conexiones asociadas a ella con los módulos de salida. (FI-UNLP, 2009)

Transferencia de los datos contenidos en la memoria de salida a las salidas digitales.

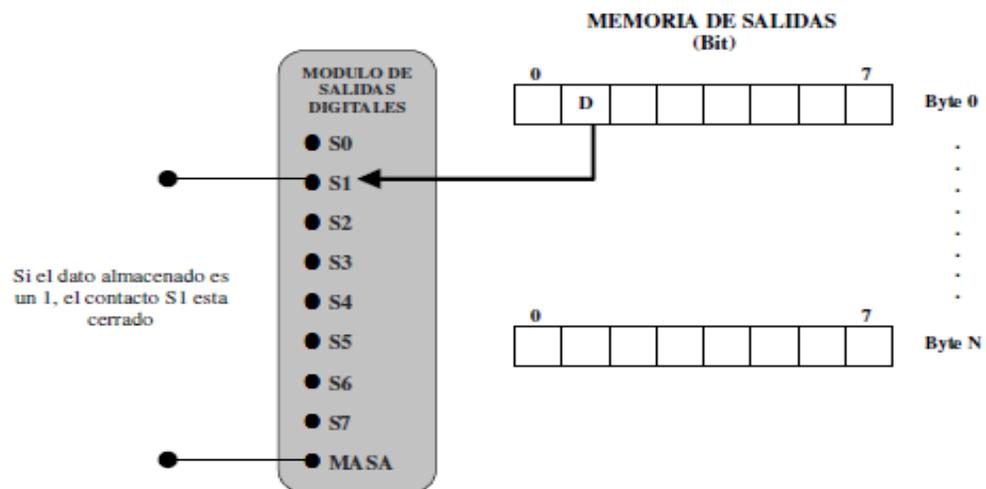


Figura 33 Transferencia de datos de salidas digitales. (FI-UNLP, 2009)

Transferencia de los datos contenidos en la memoria de salida a las salidas analógicas.

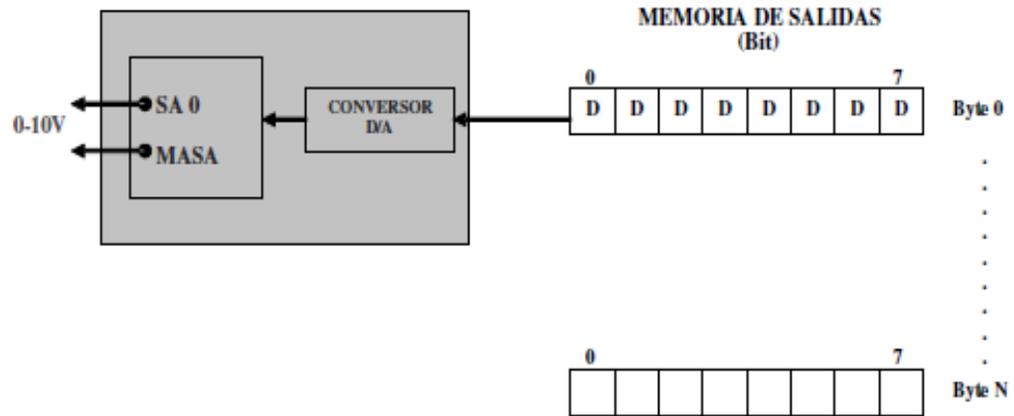


Figura 34 Transferencia de datos de salidas analógicas. (FI-UNLP, 2009)

Ciclo de funcionamiento del PLC.

A nivel de software ejecuta una serie de rutinas de forma secuencial. (FI-UNLP, 2009)

- De auto diagnóstico e inicialización
- De procesamiento o ejecución del programa, esta última de manera cíclica.

Etapas de auto chequeo e inicialización.

Al encender un PLC se ejecuta inicialmente una rutina que verifica ciertos elementos antes de comenzar a ejecutar el programa que haya elaborado el usuario. (FI-UNLP, 2009)

Rutinas de inicio y de programa de un PLC típico.

Verificación del hardware.

- Mal estado de la Fuente de Alimentación, CPU u otros Módulos de indicación de error existente en el panel frontal.
- Estado de la batería de respaldo.
- Integridad del programa almacenado en la memoria del PLC. (FI-UNLP, 2009)

Inicialización de las imágenes de entradas y salidas.

- Ya que estas son posiciones de memoria, antes de actualizar.
- el estado de las entradas y salidas, deben ponerse en "0".
- cada una de dichas posiciones (FI-UNLP, 2009)

Inicialización de posiciones de memoria.

- Establecer condiciones iniciales de posiciones de memoria.
- Poner en cero ("0") todos los contadores y temporizadores del sistema. (FI-UNLP, 2009)

Etapa de auto chequeo e inicialización.

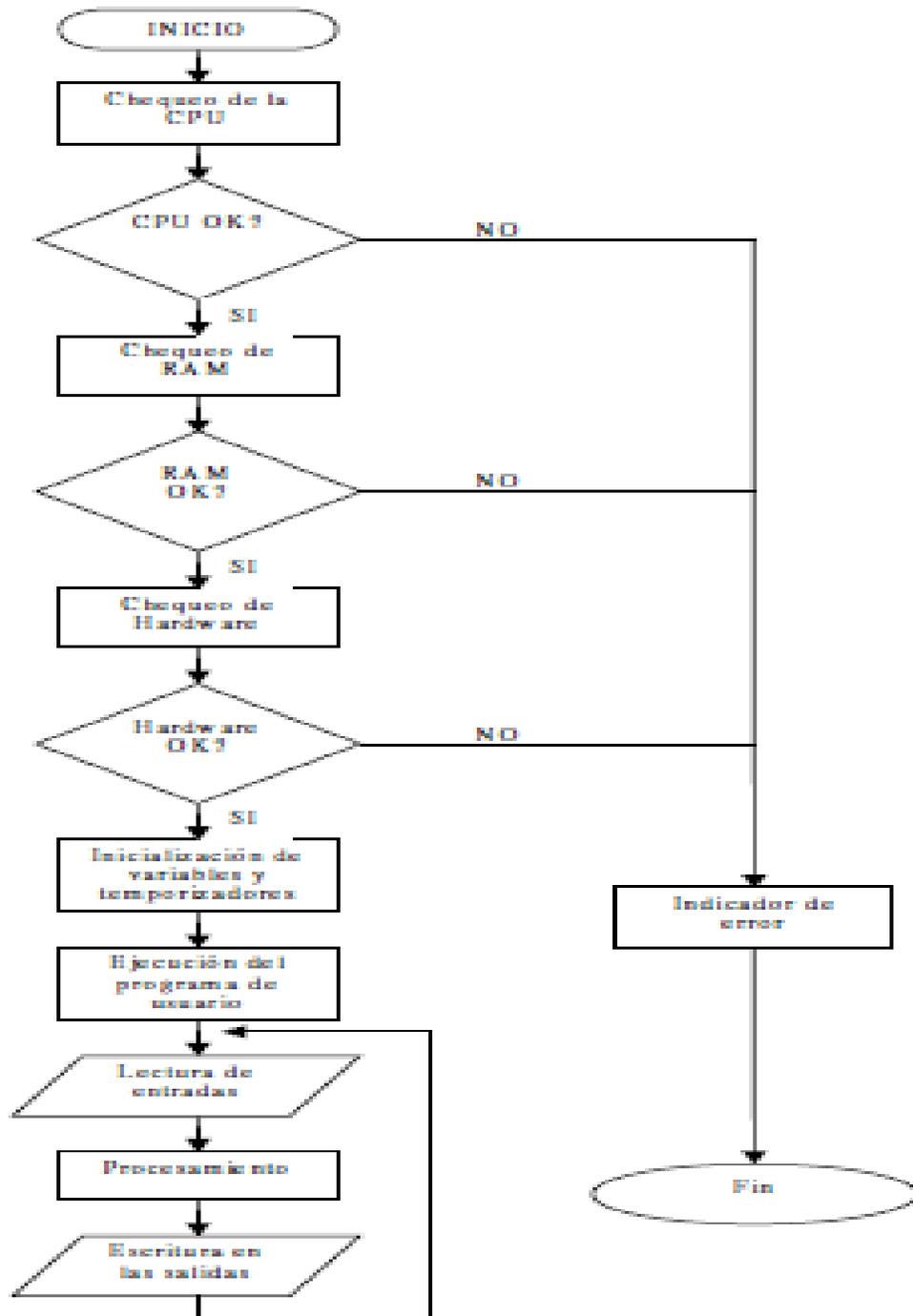


Figura 35 Etapa de auto chequeo e inicialización. (FI-UNLP, 2009)

Etapas de procesamiento o ejecución del programa.

Luego de la rutina de inicio, la cual se ejecuta solamente una vez, el PLC entra en un proceso cíclico que consta básicamente de tres pasos: (FI-UNLP, 2009)

- La lectura de las entradas.
- El procesamiento de la información según el programa del usuario.
- La modificación de las salidas. (FI-UNLP, 2009)

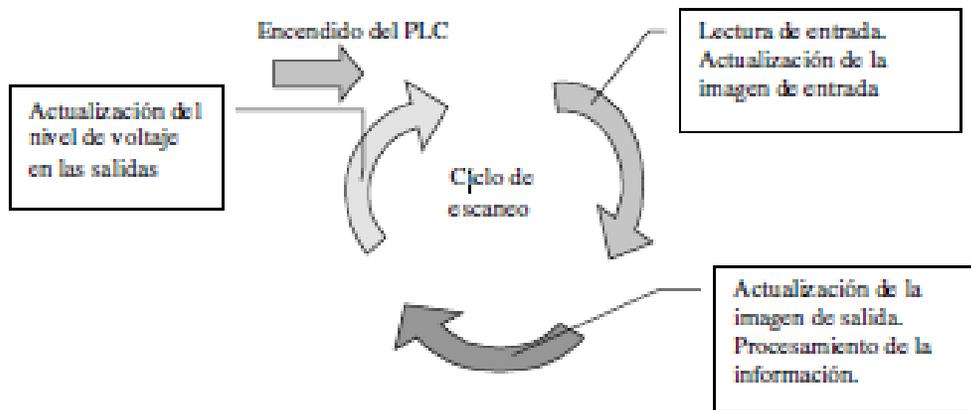


Figura 36 Etapas de procesamiento o ejecución del programa. (FI-UNLP, 2009)

Cada ciclo es denominado scan o barrido, y el tiempo de su duración scan time o tiempo de escaneo.

Finalizado el ciclo de escaneo, el PLC inicia un nuevo ciclo a partir del primer paso, repitiéndolos una y otra vez mientras se encuentre en operación.

El tiempo de escaneo redundante en la velocidad de procesamiento del PLC y es afectado por varios factores como son: (FI-UNLP, 2009)

- La longitud del programa.
- LA velocidad del microprocesador.
- El número de entradas y salidas del PLC.
- Rutinas de auto chequeo y vigilancia del programa.

En un Autómata de mediano desempeño y con un programa de 500 instrucciones, el tiempo de escaneo puede estar alrededor de 10mseg. (FI-UNLP, 2009)

Dentro del ciclo de escaneo, además del programa del usuario, también se ejecutan pequeñas rutinas de chequeo, verificando permanentemente que el programa esté corriendo de manera adecuada, las cuales generan una alarma en caso de que el programa del usuario se haya detenido.

Si el programa general se detiene, el PLC puede ejecutar ciertas acciones de prevención, como desenrizar todas sus salidas, con el fin de proteger los dispositivos eléctricos involucrados en el proceso y por qué no, la integridad física de los operarios puesto que las máquinas han podido perder el control. (FI-UNLP, 2009)

En un sistema de control mediante autómata programable se tendrán los siguientes tiempos:

- Retardo de entrada.
- Vigilancia y exploración de las entradas.
- Ejecución del programa de usuario.

- Transmisión de las salidas.
- Retardo en salidas. (FI-UNLP, 2009)

Los puntos 2, 3 y 4 sumados dan como total el tiempo de ciclo del autómata. Tras este ciclo es cuando se modifican las salidas, por lo que si varían durante la ejecución del programa tomarán como valor, el último que se haya asignado. (FI-UNLP, 2009)

Esto es así debido a que no se manejan directamente las entradas y las salidas, sino una imagen en memoria de las mismas que se adquiere al comienzo del ciclo (2) y se modifica al final de éste (retardo). (FI-UNLP, 2009)

En la etapa de vigilancia se comprueba si se sobrepasó el tiempo máximo de ciclo, activándose en caso afirmativo la señal de error correspondiente. (FI-UNLP, 2009)

Ejecución del programa.

En función de cómo se efectúe la ejecución o barrido del programa, se distinguen los siguientes sistemas, modos o estructuras de programación: (FI-UNLP, 2009)

- Ejecución cíclica lineal.
- Ejecución con salto condicional.
- Ejecución con salto a subrutina.
- Ejecución con programas paralelos. (FI-UNLP, 2009)

Ejecución lineal.

Cuando el ciclo de barrido de la memoria de usuario se realiza línea a línea sin solución de continuidad, se dice que la programación es lineal, y la CPU consulta las instrucciones contenidas en la memoria secuencialmente, una a continuación de la otra, sin alterar este orden. (FI-UNLP, 2009)

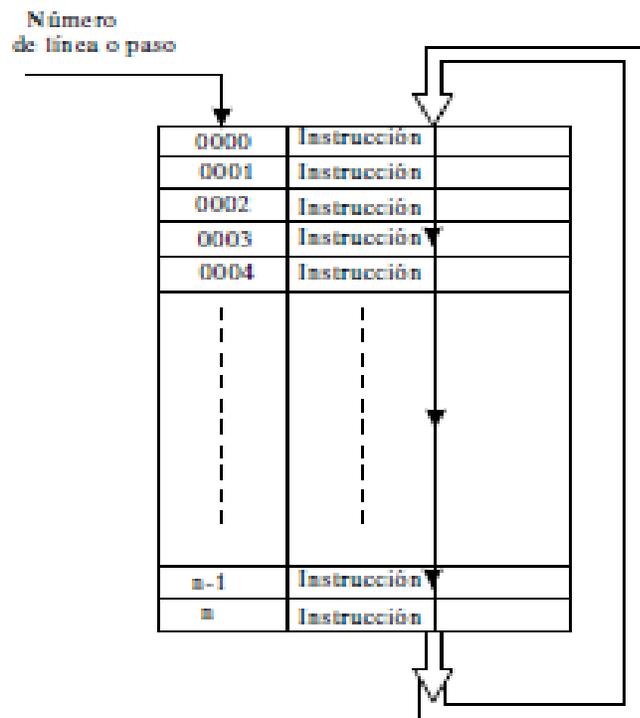


Figura 37 Ejecución lineal. (FI-UNLP, 2009)

Figura 38 Salto a subrutina. (FI-UNLP, 2009)

Programas paralelos.

En este sistema, utilizado por algunos fabricantes, el procesamiento se realiza paralelamente y en forma asincrónica.

En aquellos casos en que con un único Automata se quiera controlar varios procesos totalmente independientes, este sistema es muy útil, aunque también se utiliza controlando funciones de un proceso único. En este tipo de ejecución es posible el uso de subrutinas en cada programa paralelo. (FI-UNLP, 2009)

La ejecución de este tipo de programas se realiza de la siguiente forma:

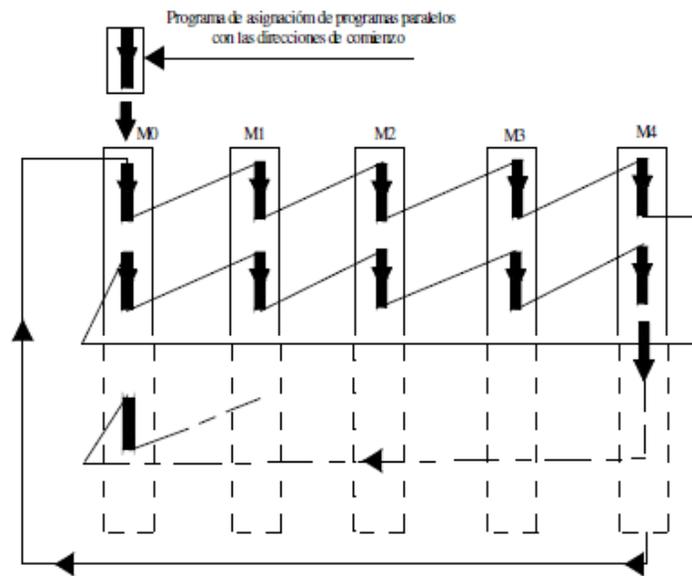


Figura 39 Programas paralelos (FI-UNLP, 2009)

Lenguajes de programación.

Los lenguajes de programación permiten al usuario generar rutinas o secuencias, que una máquina pueda entender y ejecutar de manera automática. (FI-UNLP, 2009)

Programa.

Conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos reconocibles por el autómata que le permiten ejecutar la secuencia de control deseada. (FI-UNLP, 2009)

El software o conjunto de programas.

Son la forma básica de comunicación, en la cual el operario le indica a la máquina lo que desea que ella haga. (FI-UNLP, 2009)

Para que un PLC pueda realizar algún proceso industrial se debe introducir un programa que tenga todas las instrucciones que debe seguir para ejecutar una labor específica. (FI-UNLP, 2009)

Tipo	Lenguajes de Programación
Algebraicos	Lenguajes Booleanos
	Lista de Instrucciones (IL ó AWL)
	Lenguajes de Alto Nivel (Texto estructurado)
Gráficos	Diagrama de contactos (Ladder)
	Plano de funciones (Símbolos lógicos)
	Intérprete GRAFCET

Tabla 11 Conjunto de programas. (FI-UNLP, 2009)

La lista de instrucciones (IL o AWL).

Es un lenguaje de bajo nivel. Este lenguaje es adecuado para pequeñas aplicaciones. En los Automatas de gama baja, este es el único modo de programación. (FI-UNLP, 2009)

Lenguajes de Alto Nivel (Texto estructurado)

En ellos las instrucciones son líneas de texto que utilizan palabras o símbolos reservados SET, AND, FOR, etc.

Las operaciones se definen por los símbolos matemáticos habituales +, *, <, >, -, /, etc.

También se dispone de funciones trigonométricas, logarítmicas y de manipulación de variables complejas Sen, Cos, pi, real, img, etc. (FI-UNLP, 2009)

Sin embargo, lo que distingue realmente estos lenguajes avanzados de las listas de instrucciones (IL ó AWL) son las tres características siguientes:

- Son lenguajes estructurados, donde es posible la programación por bloques con definición de variables locales o globales.
- Incluyen estructuras de cálculo repetitivo y condicional tales como:
 - ✓ FOR ... TO
 - ✓ REPEAT ... UNTIL X
 - ✓ WHILE X...
 - ✓ IF ... THEN ...ELSE
- Disponen de instrucciones de manipulación de cadenas de caracteres, muy útiles en aplicaciones de gestión, estadística, entre otros.

Convenientemente adaptado a las aplicaciones del Autómata, el BASIC se conoce como el lenguaje de alto nivel más extendido. (FI-UNLP, 2009)

También se pueden encontrar intérpretes o compiladores de C, PASCAL, FORTRAN, etc., lo que permite resolver tareas de cálculo científico en alta resolución, clasificaciones de datos, estadísticas, etc., con total facilidad, y con acceso además a módulos y subrutinas específicos ya escritos en estos lenguajes y de uso general en aplicaciones informáticas. (FI-UNLP, 2009)

Dado lo específico de su aplicación un programa escrito en alto nivel necesita para su edición de una unidad de programación avanzada o de un software de desarrollo de programas que corra sobre una computadora.

Adicionalmente, es frecuente que el empleo de estos lenguajes estructurados obligue además a utilizar no solo una unidad de programación tipo PC, sino incluso una CPU especial en el Autómata (coprocesadora), capaz de interpretar y ejecutar las nuevas instrucciones. (FI-UNLP, 2009)

En cualquier caso, los lenguajes de alto nivel son posibilidades adicionales al alcance del programador, que puede si así lo desea, utilizar solo las formas básicas de contactos, bloques o lista de instrucciones para escribir sus aplicaciones: en otras palabras, los lenguajes avanzados nunca constituyen el lenguaje básico de un Autómata o familia de Autómatas, papel que queda reservado a la lista de instrucciones o al diagrama de contactos. (FI-UNLP, 2009)

Una ventaja adicional del programa en alto nivel es que a él se puede transcribir, casi literalmente el diagrama de flujos que constituye la primera aproximación a la representación del sistema de control. (FI-UNLP, 2009)

4.3. PLC utilizado en el proyecto.

El PLC utilizado en este proyecto es un PLC marca UNITRONICS V120-22-R2C con los siguientes datos técnicos. (FI-UNLP, 2009)



Figura 40 PLC Unitronics v120-22-R2C (Unitronics, 1989)

Especificaciones.

- 10 entradas digitales de los cuales 3 entradas pueden funcionar como contadores de alta velocidad, encoder, medidores de frecuencia o entradas digitales normales.
- 2 entradas analógicas.
- 6 salidas de relé.
- Pantalla gráfica.

- 2 puertos de comunicación RS232/RS485 (seleccionable)
- CAN bus.
- Puerto maestro de apertura (compatible con PDF y NO, incluyendo RTR y SYNC)
- Multimaestro de la red CAN-Bus de 60 controladores.
- MOD bus.
- Apoyo GSM - permite los mensajes SMS.
- 12/24 VDC fuente de alimentación. (Unitronics, 1989)

4.4. Fuente de poder conmutada FUS – 150 – XXN.



Figura 41 Fuente de alimentación. (Exceed)

Las fuentes de alimentación, para dispositivos electrónicos, pueden clasificarse básicamente como fuentes de alimentación lineal y conmutada. Las lineales tienen un diseño relativamente simple, que puede llegar a ser más complejo cuanto mayor es la corriente que deben suministrar, sin embargo su regulación de tensión es poco eficiente. Una fuente conmutada, de la misma potencia que una lineal, será más pequeña y normalmente más eficiente pero será más complejo y por tanto más susceptible a averías. (Exceed)

4.4.1. Fuentes de alimentación lineales.

Las fuentes lineales siguen el esquema: transformador, rectificador, filtro, regulación y salida. (Exceed)

En primer lugar el transformador adapta los niveles de tensión y proporciona aislamiento galvánico. El circuito que convierte la corriente alterna en corriente continua pulsante se llama rectificador, después suelen llevar un circuito que disminuye el rizado como un filtro de condensador. La regulación, o estabilización de la tensión a un valor establecido, se consigue con un componente denominado regulador de tensión, que no es más que un sistema de control a lazo cerrado (realimentado - ver figura 3) que en base a la salida del circuito ajusta el elemento regulador de tensión que en su gran mayoría este elemento es un transistor. Este transistor que dependiendo de la tipología de la fuente está siempre polarizado, actúa como resistencia regulable mientras el circuito de control juega con la región activa del transistor para simular mayor o menor resistencia y por consecuencia regulando el voltaje de salida. Este tipo de fuente es menos eficiente en la utilización de la potencia suministrada dado que parte de la energía se transforma en calor por efecto Joule en el elemento regulador (transistor), ya que se comporta como una resistencia variable.

A la salida de esta etapa a fin de conseguir una mayor estabilidad en el rizado se encuentra una segunda etapa de filtrado (aunque no obligatoriamente, todo depende de los requerimientos del diseño), esta puede ser simplemente un condensador. Esta corriente abarca toda la energía del circuito, para esta fuente de alimentación deben tenerse en cuenta unos puntos concretos a la hora de decidir las características del transformador. (Exceed)

4.4.2. Fuentes de alimentación conmutadas.

Una fuente conmutada es un dispositivo electrónico que transforma energía eléctrica mediante transistores en conmutación. Mientras que un regulador de tensión utiliza transistores polarizados en su región activa de amplificación, las fuentes conmutadas utilizan los mismos conmutándolos activamente a altas frecuencias (20-100 kHz típicamente) entre corte (abiertos) y saturación (cerrados). La forma de onda cuadrada resultante se aplica a transformadores con núcleo de ferrita (Los núcleos de hierro no son adecuados para estas altas frecuencias) para obtener uno o varios voltajes de salida de corriente alterna (CA) que luego son rectificadas (Con diodos rápidos) y filtradas (inductores y condensadores) para obtener los voltajes de salida de corriente continua (CC). Las ventajas de este método incluyen menor tamaño y peso del núcleo, mayor eficiencia y por lo tanto menor calentamiento. Las desventajas comparándolas con fuentes lineales es que son más complejas y generan ruido eléctrico de alta frecuencia que debe ser cuidadosamente minimizado para no causar interferencias a equipos próximos a estas fuentes. (Exceed)

Las fuentes conmutadas tienen por esquema: rectificador, conmutador, transformador, otro rectificador y salida. (Exceed)

La regulación se obtiene con el conmutador, normalmente un circuito PWM (Pulse Width Modulation) que cambia el ciclo de trabajo. Aquí las funciones del transformador son las mismas que para fuentes lineales pero su posición es diferente. El segundo rectificador convierte la señal alterna pulsante que llega del transformador en un valor continuo. La salida puede ser también un filtro de condensador o uno del tipo LC. (Exceed)

Las ventajas de las fuentes lineales son una mejor regulación, velocidad y mejores características EMC. Por otra parte las conmutadas obtienen un mejor rendimiento, menor coste y tamaño. (Exceed)

4.4.3. Características de la fuente conmutada.

- Seleccionable entrada CA por el interruptor
- Protecciones: Cortocircuito/OLP/OVP
- Enfriamiento por la convección del aire libre
- Tamaño pequeño, densidad del poder más elevado
- Bajo costo, alta confiabilidad
- prueba a carga plena del marcar a fuego del 100%

4.4.4. Especificaciones de la fuente conmutada.

Una especificación fundamental de las fuentes de alimentación es el rendimiento, que se define como la potencia total de salida entre la potencia activa de entrada. Como se ha dicho antes, las fuentes conmutadas son mejores en este aspecto.

El factor de potencia es la potencia activa entre la potencia aparente de entrada. Es una medida de la calidad de la corriente.

La fuente debe mantener la tensión de salida al voltaje solicitado independientemente de las oscilaciones de la línea, regulación de línea o de la carga requerida por el circuito, regulación de carga.

Entre las fuentes de alimentación alternas, tenemos aquellas en donde la potencia que se entrega a la carga está siendo controlada por transistores, los cuales son controlados en fase para poder entregar la potencia requerida a la carga.

Otro tipo de alimentación de fuentes alternas, catalogadas como especiales son aquellas en donde la frecuencia es variada, manteniendo la amplitud de la tensión logrando un efecto de fuente variable en casos como motores y transformadores de tensión. (Exceed)

- Gama de voltaje de entrada de la corriente es CA 85~264; 120~370VDC.
- Arranque en frío de la corriente es CA 45A en 230VAC.
- Voltaje de la salida clasificado en la gama de ajuste es de C.C. 5%~+10%.
- Modo del hipo de la protección el 110%~150% de la sobrecarga, auto-recuperación.
- Sobre modo del hipo de la protección el 115%~135% del voltaje, auto-recuperación.
- Voltaje de soporte I/P-O/P: 3KVAC, I/P-FG: 1.5KVAC, O/P-FG: 0.5KVAC, 1 minuto.

- Temp de trabajo - 20°C~+60°C (refiera a la curva que reduce la capacidad normal para diversos modelos).
- Vibración 10 ~ 500Hz, ciclo de 2G 10min/1, período para 60 el minuto cada uno a lo largo de X, Y, hachas de Z.
- Los estándares de seguridad UL60950-1 aprobación, también diseñan refieren a TUV EN60950-1.
- Clase EN55022 B de los estándares del EMC, EN61000-3-2,3, EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8,11, ENV50204.
- Bloque de terminales de la conexión para la entrada y la salida.
- Dimensión 159*97*38 (L*W*H).

4.5. Tarjeta capturadora de control.

La evolución de redes de sensores tiene su origen en iniciativas militares. Por eso no hay mucha información sobre la fuente de la idea.

Como predecesor de las redes de sensores modernos se considera Sound Surveillance System (SOSUS), una red de boyas sumergidas instaladas en los Estados Unidos durante la Guerra Fría para detectar submarinos usando sensores de sonido.

La investigación en redes de sensores cerca de 1980 comenzó con el proyecto Distributed Sensor Networks (DSN) de la agencia militar de investigación avanzada de Estados Unidos Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA).

Es probable que hoy mismo haya proyectos militares que sigan haciendo investigaciones en esa área. (Exceed)

4.5.1. Red de sensores.

Una red de sensores (del inglés sensor network) es una red de ordenadores pequeñísimos («nodos»), equipados con sensores, que colaboran en una tarea común.

Las redes de sensores están formadas por un grupo de sensores con ciertas capacidades sensitivas y de comunicación inalámbrica los cuales permiten formar redes ad hoc sin infraestructura física preestablecida ni administración central.

Las redes de sensores es un concepto relativamente nuevo en adquisición y tratamiento de datos con múltiples aplicaciones en distintos campos tales como entornos industriales, domótica, entornos militares, detección ambiental.

Esta clase de redes se caracterizan por su facilidad de despliegue y por ser auto configurables, pudiendo convertirse en todo momento en emisor, receptor, ofrecer servicios de encaminamiento entre nodos sin visión directa, así como registrar datos referentes a los sensores locales de cada nodo. Otra de sus características es su gestión eficiente de la energía, que les permite obtener una alta tasa de autonomía que las hacen plenamente operativas.

La miniaturización de ordenadores creciente dio a luz la idea de desarrollar computadoras extremadamente pequeñas y baratas que se comunican de forma inalámbrica y se organizan autónomamente. La idea de estas redes es repartir aleatoriamente estos nodos en un territorio grande, el cual los nodos observan hasta que sus recursos energéticos se agoten. Los atributos «pequeño», «barato» y «autónomo» dieron a conocer la idea como polvo inteligente (smart dust).

Por el momento, las redes de sensores es un tema muy activo de investigación en varias universidades, aunque ya empiezan a existir aplicaciones comerciales basadas en este tipo de redes. La red de sensores hasta la fecha más grande consistió de 800 nodos y fue puesta en servicio el 27 de agosto de 2001 para duración breve en la universidad de Berkeley para demostrar la potencia de esa técnica en una presentación. Algunos sistemas han resultado ser aplicable muy variadamente, por ejemplo Berkeley Motes, 2 Pico-Radio, 3 Smart-Dust⁴ y WINS.⁵

4.5.2. Áreas de aplicación.

Pasando de largo las aplicaciones militares, éstas tienen usos civiles interesantes como vemos a continuación:

4.5.3. Eficiencia energética.

Red de sensores se utilizan para controlar el uso eficaz de la electricidad, como el caso de Japón y España.

4.5.4. Entornos de alta seguridad.

Existen lugares que requieren altos niveles de seguridad para evitar ataques terroristas, tales como centrales nucleares, aeropuertos, edificios del gobierno de paso restringido. Aquí gracias a una red de sensores se pueden detectar situaciones que con una simple cámara sería imposible.

4.5.5. Sensores ambientales.

El control ambiental de vastas áreas de bosque o de océano, sería imposible sin las redes de sensores.

El control de múltiples variables, como temperatura, humedad, fuego, actividad sísmica así como otras. También ayudan a expertos a diagnosticar o prevenir un problema o urgencia y además minimiza el impacto ambiental de la presencia humana.

4.5.6. Sensores industriales.

Dentro de fábricas existen complejos sistemas de control de calidad, el tamaño de estos sensores les permite estar allí donde se requiera.

4.5.7. Automoción.

Las redes de sensores son el complemento ideal a las cámaras de tráfico, ya que pueden informar de la situación del tráfico en ángulos muertos que no cubren las cámaras y también pueden informar a conductores de la situación, en caso de atasco o accidente, con lo que estos tienen capacidad de reacción para tomar rutas alternativas.

4.5.8. Medicina.

Es otro campo bastante prometedor. Con la reducción de tamaño que están sufriendo los nodos sensores, la calidad de vida de pacientes que tengan que tener controlada sus constantes vitales (pulsaciones, presión, nivel de azúcar en sangre), podrá mejorar sustancialmente.

4.5.9. Domótica.

Su tamaño, economía y velocidad de despliegue, lo hacen una tecnología ideal para domotizar el hogar a un precio asequible.

Es imaginable que los nodos no sólo puedan observar sino también reaccionar para activar funciones de otros sistemas.

4.6. Tarjeta captadora de señales.

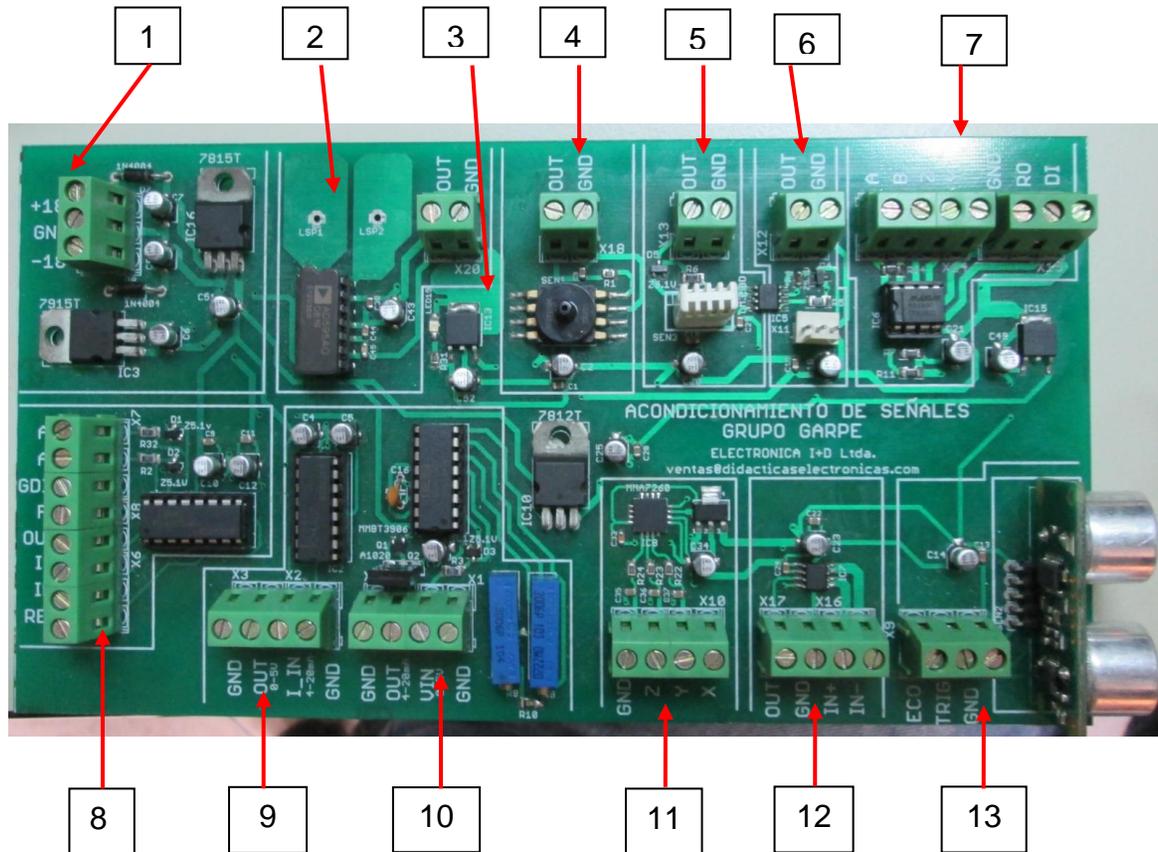


Figura 42 Tarjeta Captadora

4.6.1. Componentes de la tarjeta.

- (1) Fuente de Alimentación.
- (2) AD595 Amplificador de instrumentación para termocupla K. CDIP-14.
- (3) LP38690DT-5.0 Regulador de voltaje 5V ~ 1A Low Drop (LDO). Encap: TO-252.

- (4) MPXV5100GC6U Sensor de presión relativa 0~14,5 PSI.
- (5) chs-mss Sensor de humedad.
- (6) FC2231-0000-0100-L Celda de carga 0 ~ 100 Lb/f.
- (7) MAX490CPA+ Conversor RS-485/RS-422 transmisor-receptor. DIP-8.
- (8) PGA 205 Amplificador de instrumentación ganancia prog. DIP-16
- (9) RCV 420 Conversor/receptor 4-20 mA. Encapsulado: PDIP-16
- (10) XTR 110 Conversor voltaje-corriente 4-20 mA. Encaps: DIP-16
- (11) AD7260 Acelerómetro XYZ 1,5G ~ 6G Encaps: QFN-16
- (12) ACS714LLCTR-20A-T Sensor de corriente basado en efecto hall 5V 20A. Encap: SOIC-8
- (13) SRF05 Sensor de distancia por ultrasonido

4.6.2. Diagramas de la tarjeta captadora de señales.

Fuente de alimentación.

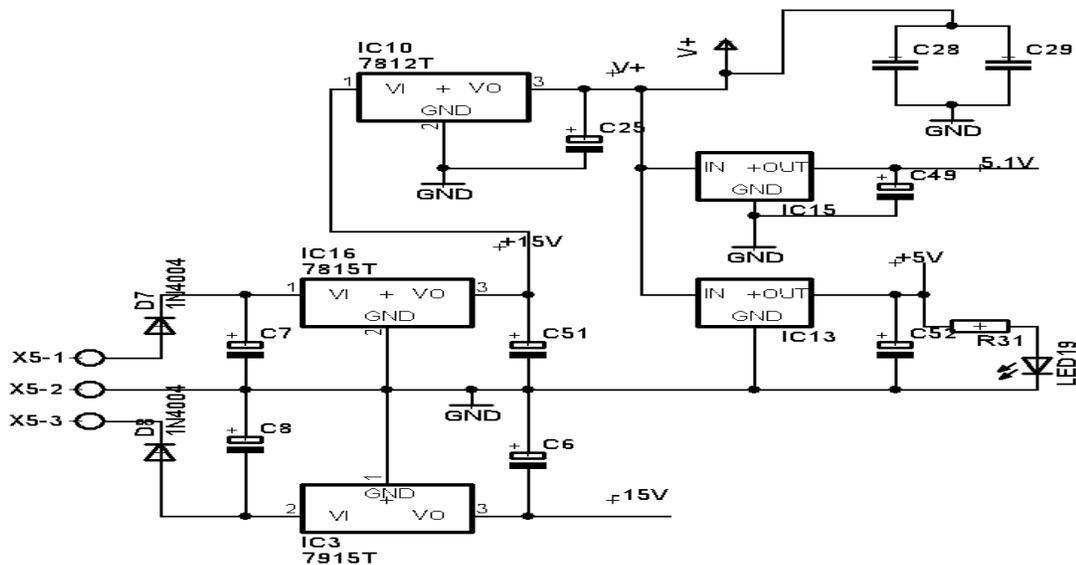


Figura 43 Diagrama esquemático de la fuente de alimentación

Sensor de temperatura por termocupla.

Este tipo de sensor se fundamenta en la generación de una fuerza electromotriz producida por la unión de dos metales conductores distintos que están sometidos a temperatura, siendo el valor de la fuerza electromotriz, proporcional a ésta. Dependiendo del material de los conductores, podemos encontrar los siguientes tipos más comunes y sus rangos de trabajo.

- Termocupla Tipo J: Fierro / Constante; Rango 0 a 600°C
- Termocupla Tipo K: Níquel / Cromo Níquel; Rango 0 a 1000°C.

Este sensor deberá detectar los cambios de temperatura como función de la altitud, y fricción con el aire. Al igual que en los acelerómetros, poco se dispone de datos de la temperatura que la carga útil que experimentara.

Esta información será ideal para los futuros vuelos, a fin de diseñar futuras cargas útiles que pueden funcionar perfectamente en las temperaturas de vuelo. (Av. Benavides 5440 - Santiago de Surco Lima 33 Perú , 1998)

Características.

El sensor de temperatura debe operar en los rangos de trabajo que se van a requerir, esto conlleva a tener un óptimo circuito de acondicionamiento de señal para la termocupla de chromel – Ahlumel tipo k, por lo que se debe pensar en resolver problemas de acondicionamiento para los buenos resultados de las mediciones. (Av. Benavides 5440 - Santiago de Surco Lima 33 Perú , 1998)

Para poder realizar la caracterización el sensor de temperatura, es necesario hacer una breve descripción del circuito de acondicionamiento de señal, el AD595.



Figura 44 Termocupla (Av. Benavides 5440 - Santiago de Surco Lima 33 Perú , 1998)

El AD595, es un amplificador de instrumentación y compensador de junta fría en un chip (se explica en el apéndice F), combina su punto de referencia con un amplificador pre calibrado para producir un voltaje proporcional a la temperatura de la termocupla de $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$.

También incluye una alarma de falla de la termocupla, cuando alguna de los conectores de la termocupla se abre, tiene una salida de alarma, que se puede manejar con voltaje TTL. (Av. Benavides 5440 - Santiago de Surco Lima 33 Perú , 1998)

En operación normal, la salida del amplificador principal es conectado a la red de retroalimentación, Las señales de la termocupla están aplicadas a la etapa de entrada del AD595, de un amplificador de ganancia G, y después amplificados por el amplificador principal de ganancia A. La salida del amplificador principal es retroalimentado a una segunda etapa diferencial en la conexión invertida del amplificador. La señal de retroalimentación es amplificada por esta etapa y es también aplicada a la entrada del amplificador principal a través de un circuito de suma. Esta inversión hace que el amplificador cause la retroalimentación para reducir la señal de diferencia a un pequeño valor. (Av. Benavides 5440 - Santiago de Surco Lima 33 Perú , 1998)

Los amplificadores diferenciales son hechos para acoplar y que tengan las mismas ganancias G. Como resultado, la señal de retroalimentación que deben ser aplicados al amplificador diferencial de la derecha va a acoplar precisamente a la entrada de la señal de la termocupla cuando la señal de la diferencia es reducida a cero. (Av. Benavides 5440 - Santiago de Surco Lima 33 Perú , 1998)

El valor de la temperatura que obtiene el AD595 es proporcional a $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$, para una termocupla tipo k. (Av. Benavides 5440 - Santiago de Surco Lima 33 Perú , 1998)

- Disponible en configuraciones absolutas, diferencial y manómetro.
- Durable Epoxy Unibody Elemento.
- Fácil de usar la opción Portador de chip.

Aplicaciones típicas

- Monitoreo del paciente.
- Control de Procesos.
- Bomba / Motor de control.
- La presión de conmutación

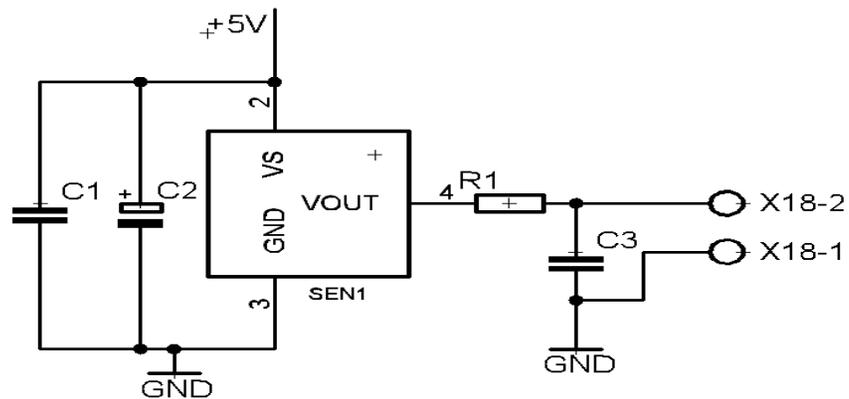


Figura 46 Diagrama 15 Sensor de presión relativa.

Sensor de humedad.

CHS TDK serie de sensores de humedad son compactos y muy fácil de aplicar.

Debido a que contienen los circuitos necesarios, no es necesario para proporcionar el trazado de circuito de control adicional o realizar calibración de tiempo. Con una simple conexión a una potencia la oferta, que es la salida de CC a 100% de humedad relativa. Esto hace que sea posible leer RH directamente con un voltímetro.

Características

- Estos sensores pueden medir un amplio rango de humedad - a partir de 5 (%) a 95 (%) de humedad relativa.
- Son de gran precisión. La precisión nominal de la CHSUPR y CHR-UPS está dentro de ± 3 (%) de humedad relativa.
- Las características son estables en un amplio rango de temperaturas.
- Las características de detección de humedad presentan prácticamente histéresis.
- Rentable y muy compacta, lo que requiere muy poco espacio de montaje.
- Bajo consumo de corriente.
- Salidas DC.1V a 100 (%) de humedad relativa, la humedad relativa se puede leer directamente con un voltímetro.
- Todo en uno "integra la construcción de sensores con circuitos de soporte.
- Todo el módulo se opera desde una fuente de alimentación de 5V.

- Ondulación de creación de niveles bajos de humedad no superior a 2,5 mV.

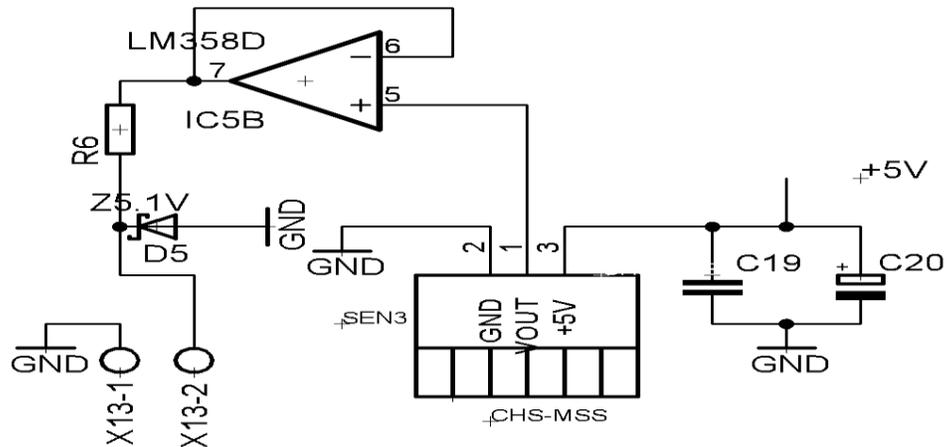


Figura 47 Sensor de humedad

Celda de carga.

La FC22 es un sensor de fuerza de compresión medio que crea nuevos mercados anteriormente irrealizables debido a las limitaciones de coste y rendimiento. La FC22 ofrece normalizado cero y de intercambio y térmicamente compensado por cambios en cero y con respecto a la temperatura.

La FC22 incorpora propiedad MEAS "tecnología Microbuses que emplea micromachined cepa de silicio piezoresistivo medidores fusionados con el vidrio de alta temperatura para un rendimiento de acero inoxidable de alta sustrato. Microfused tecnología elimina epóxidos orgánicos la edad con el utilizado en la celda de carga tradicionales diseños que proporciona un excelente período de largo plazo y la estabilidad cero. La FC22 medidas coercitivas inmediatas y por lo tanto no están sujetas a fallo por fatiga de plomo morir común con diseños de la competencia que utilizan una cápsula de presión incrustado dentro de una cavidad de gel de silicona.

Que funcionen a tensiones muy bajas, Microfused tecnología proporciona una ciclo esencialmente ilimitada esperanza de vida, una resolución superior y capacidades de alta por encima del rango.

Costo de optimización de la FC22 trae su producto OEM para la vida si usted necesita miles o millones de células de carga al año. Aunque el modelo estándar es ideal para una amplia gama de aplicaciones, nuestro dedicado equipo de diseño de nuestro Centro de Ingeniería de la célula de carga está listo para ofrecerle diseños personalizados para el OEM aplicaciones.

Características

- Tamaño pequeño
- Bajo nivel de ruido
- Robusto: Capacidad de alta por encima del rango
- Alta confiabilidad
- Desviación baja
- Esencialmente Ciclo ilimitada esperanza de vida
- Bajo errores Centro de descuento
- Rápido tiempo de respuesta 10 a 100 libras de rangos
- Polaridad invertida Protegidas

Aplicaciones.

- Médico Bombas de Infusión
- Control de la Fuerza variable De carga y compresión de detección
- Máquinas de Ejercicio
- Bombas
- Contacto de detección.
- Pesaje
- Electrodomésticos

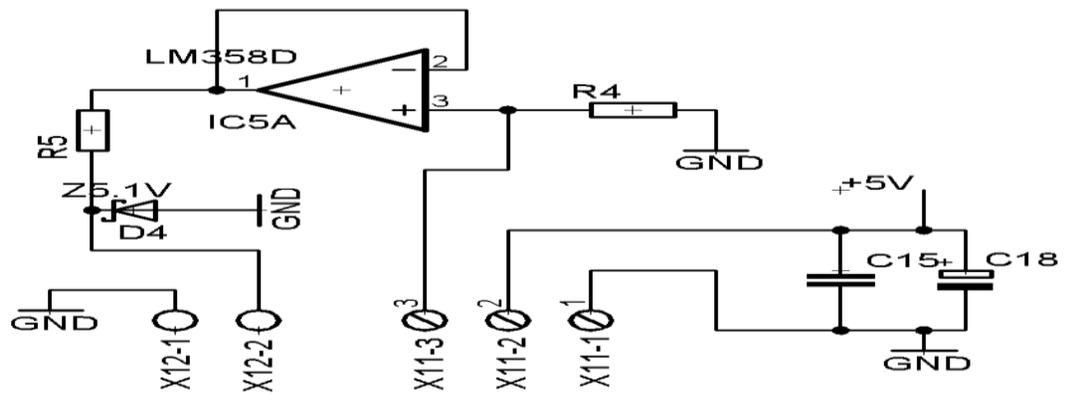


Figura 48 Celda de carga

Sensor de transmisión y recepción de datos.

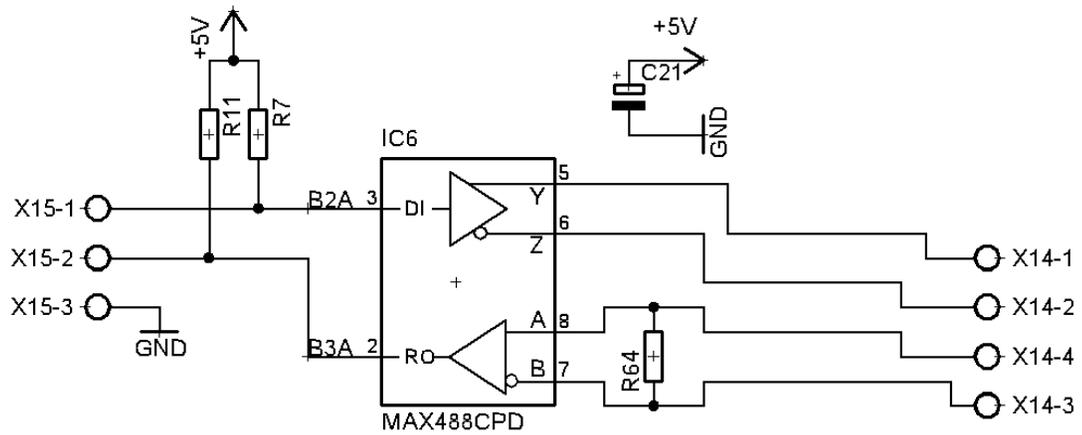


Figura 49 Transmisión y recepción de datos.

Amplificador de ganancia programable.

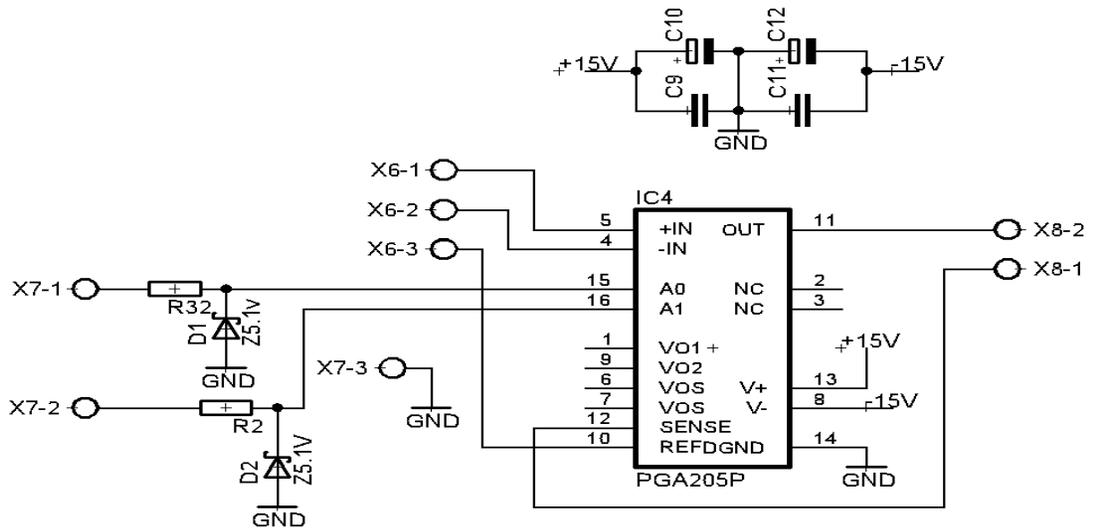


Figura 50 Amplificador de ganancia

Conversor recepción de corriente.

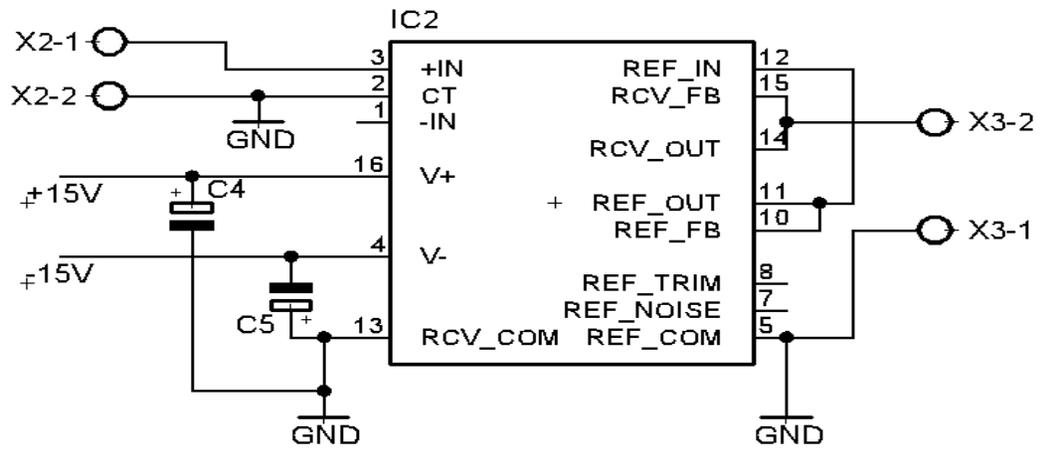


Figura 51 Transmisión de Corriente 2

Transmisión de corriente.

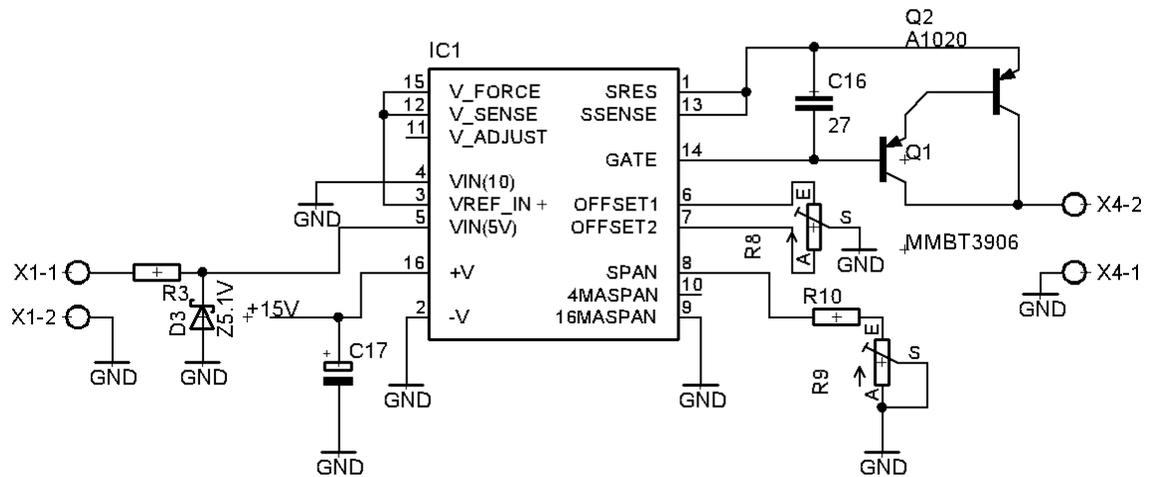


Figura 52 Transmisión de Corriente 1

Sensor de aceleración.

Este tipo de sensores es muy importante, ya que la información de la aceleración sufrida por un objeto o parte de un robot es de vital importancia porque si se produce una aceleración en un objeto, este experimenta una fuerza que tiende a hacer poner el objeto en movimiento.

Supongamos el caso en que un brazo robot industrial sujeta con una determinada presión un objeto en su órgano terminal. Si al producirse un giro del mismo sobre su base a una determinada velocidad, se provoca una aceleración en todo el brazo, y en especial sobre su órgano terminal. Si esta aceleración provoca una fuerza en determinado sentido sobre el objeto que sujeta el robot y esta fuerza no se ve contrarrestada por otra, se corre el riesgo de que el objeto salga despedido del órgano aprehensor con una trayectoria determinada, por lo que el control en cada momento de las aceleraciones a que se encuentran sometidas determinadas partes del robot son muy importantes.

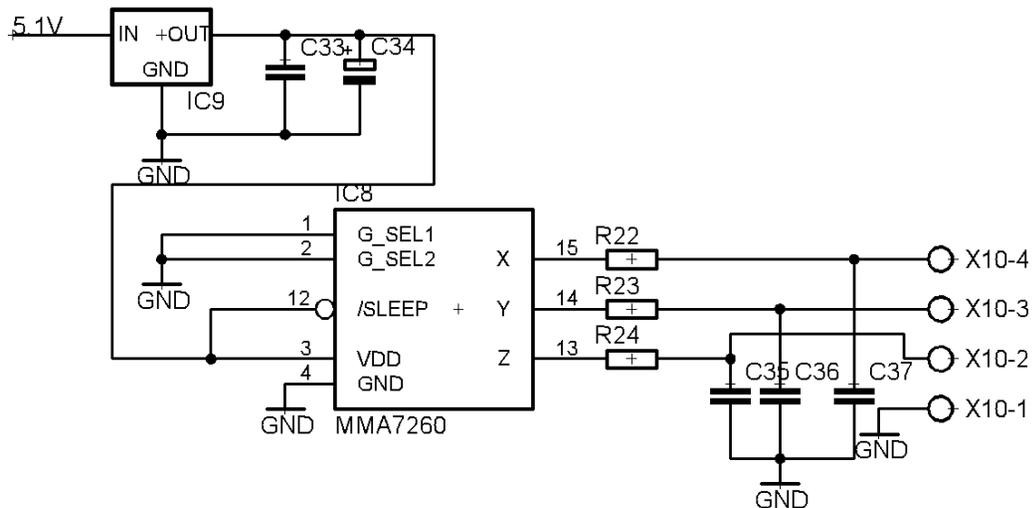


Figura 53 Sensor de aceleración

Sensor de corriente por efecto hall.

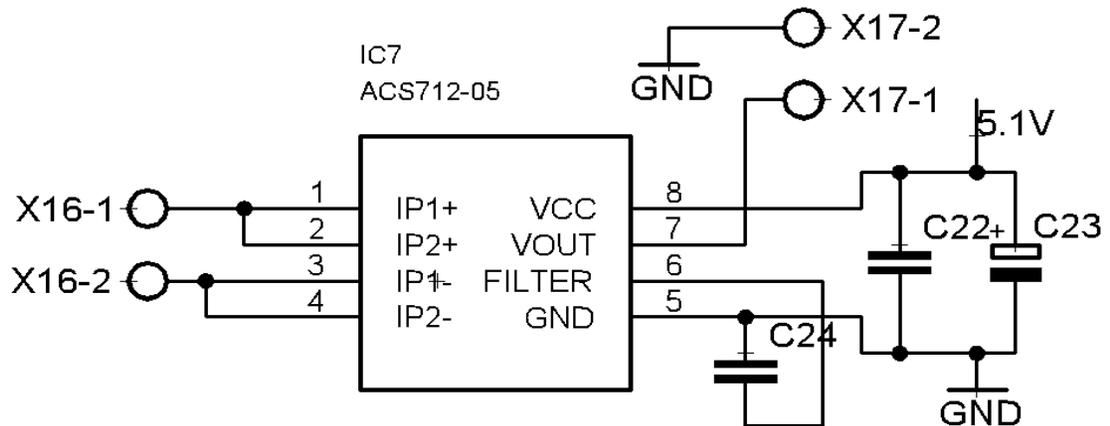


Figura 54 Sensor de corriente por efecto hall

Totalmente integrado, de efecto Hall-basados en sensores de corriente lineal con 2.1 Aislamiento kVRMS y una baja resistencia a la corriente del conductor

Características

- De bajo ruido de paso de señal analógica.
- Ancho de banda del dispositivo se fija a través de la clavija FILTRO nuevo.
- Salida de 5 μs tiempo de subida en respuesta al paso de corriente de entrada. 80 kHz de ancho de banda

Error de salida total de 1,5% en $T_A = 25^\circ\text{C}$

- Dimensiones reducidas, SOIC8 paquete de bajo perfil.
- 1.2 mW resistencia de los conductores internos.

- 2.1 kVRMS tensión mínima de aislamiento de las clavijas de 1-4 a los pines 5-8.
- 5,0 V, la operación de suministro única.
- 66 a 185 mV / A Sensibilidad de salida.

Salida proporcional a la corriente alterna o continua tensión Fábrica.

- Tapizados para la precisión.
- Salida extremadamente estable voltaje compensado.
- Cerca de cero histéresis magnéticas.
- Radiométrico de salida de tensión de alimentación

Sensor de distancia por ultrasonido.

Este tipo de sensores, se basa en el mismo funcionamiento que los de tipo fotoeléctrico, ya que se emite una señal, esta vez de tipo ultrasónica, y esta señal es recibida por un receptor. De la misma manera, dependiendo del camino que realice la señal emitida podremos diferenciarlos entre los que son de barrera o los de reflexión.



Figura 55 Sensor de distancia por ultrasonido

Diagrama del sensor de distancia por ultrasonido

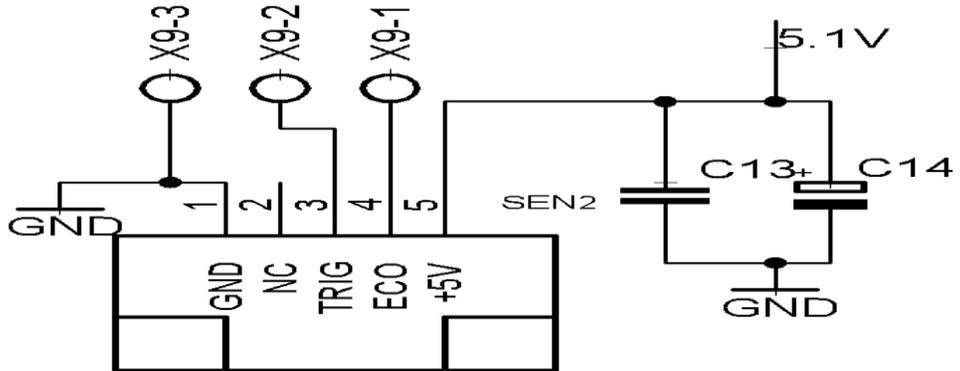


Figura 56 Sensor de distancia por ultrasonido

Vista superior de la tarjeta acondicionamiento de señales.

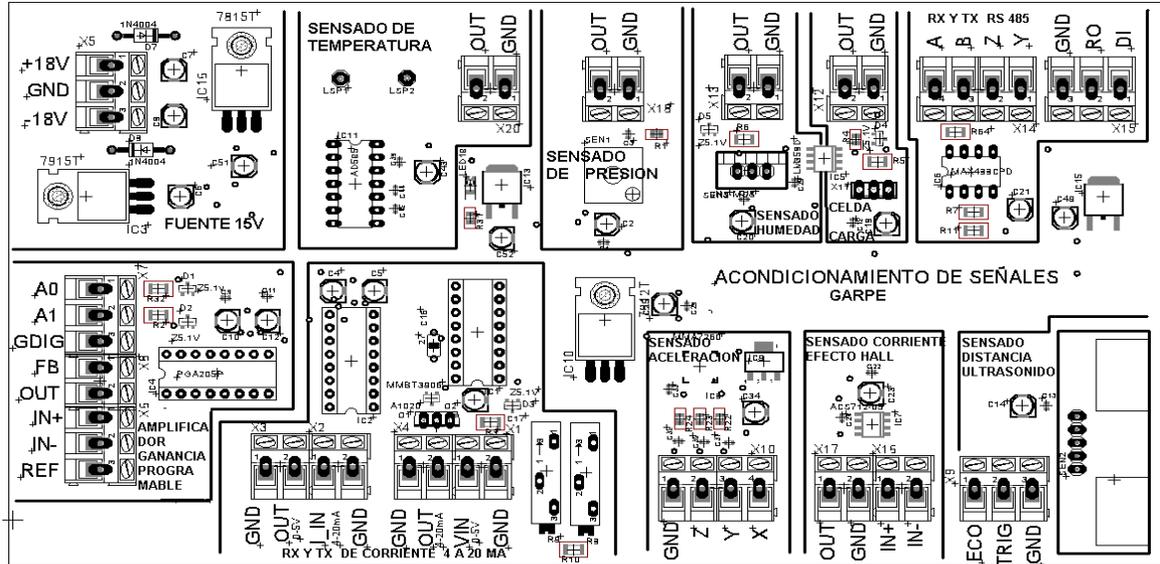


Figura 57 Vista superior de la tarjeta

Diagrama de construcción de impreso en la tarjeta de acondicionamiento de señales.

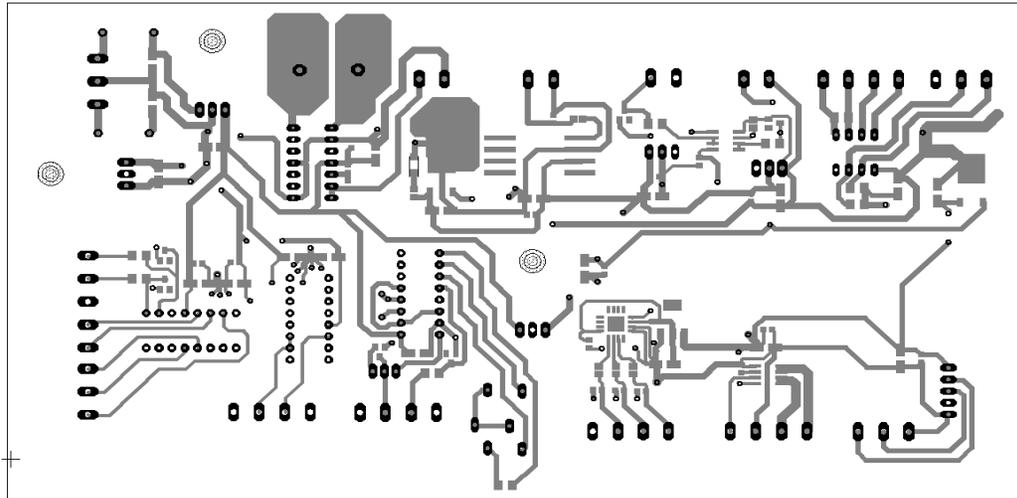


Figura 58 Silueta de impresión de la tarjeta (CMD)

Diagrama de soldadura de componentes de la tarjeta acondicionamiento de señales.

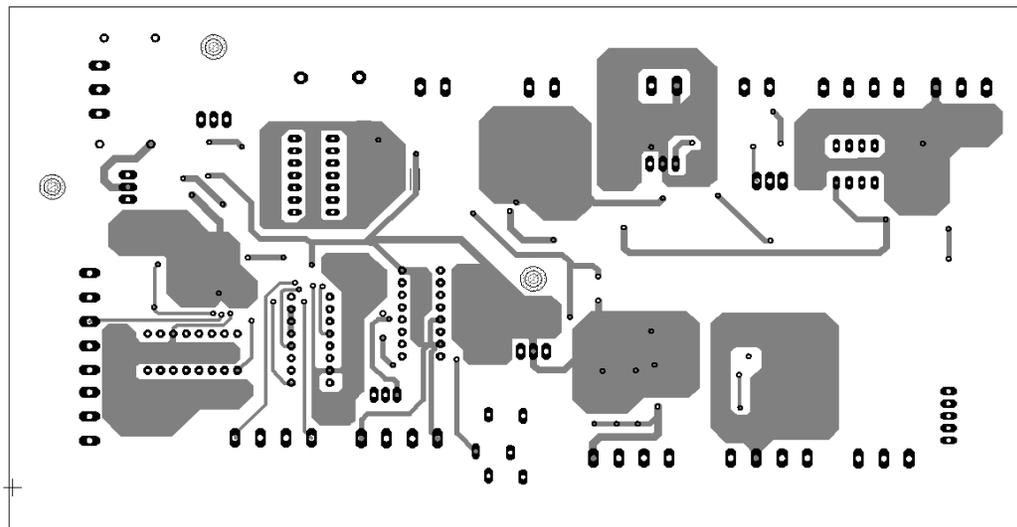


Figura 59 Vista de puntos a soldar

4.6.3. Sistema de medición y pruebas.

Un sensor o captador, es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular.

Normalmente estos dispositivos se encuentran realizados mediante la utilización de componentes pasivos (resistencias variables, PTC, NTC, LDR etc. Todos aquellos componentes que varían su magnitud en función de alguna variable), y la utilización de componentes activos.

Los sensores son en realidad elementos físicos que pertenecen a un tipo de dispositivo llamado transductor. Los transductores son unos elementos capaces de transformar una variable física en otra diferente. Los sensores son un tipo concreto de transductores que se caracterizan porque son usados para medir la variable transformada. La magnitud física que suele ser empleada por los sensores como resultado suele ser la tensión eléctrica, debido a la facilidad del trabajo con ella.

Desde el punto de vista de la forma de la variable de salida, podemos clasificar los sensores en dos grupos: analógicos, en los que la señal de salida es una señal continua, analógica; y digitales, que transforman la variable medida en una señal digital, a modo de pulsos o bits. En la actualidad los sensores más empleados son los digitales, debido sobre todo a la compatibilidad de su uso con los ordenadores.

5 METODOLOGIA.

Dentro de los procedimientos a ejecutar para que sea posible la realización de los objetivos de nuestro proyecto es hacer sucesivamente todos los procesos necesarios para dar cumplimiento a lo que vamos lograr con este banco de automatización y control para prácticas en el laboratorio de macarrónica de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

Teniendo en cuenta que nuestro plan de trabajo es hacer todo en equipo para que sea más fácil, rápido, seguro, y efectivo el cumplimiento y el desarrollo del análisis de toda la información requerida y necesaria para garantizar el correcto funcionamiento del banco junto con su puesta a punto.

5.1. Procedimiento.

- Hacer un análisis del proceso y evaluar los problemas de funcionamiento y las posibles soluciones.
- Recopilar la información necesaria sobre las funciones de los diferentes procesos.
- Hacer un diseño del banco de prueba y de cada uno de los sistemas que este llevara, además hacer la construcción de acuerdo a las pruebas de funcionamiento.
- Evaluar los resultados de las pruebas de funcionamiento del banco de prueba para corregir las posibles inconsistencias.
- Evaluar los resultados de las pruebas de funcionamiento de los simuladores para corregir las posibles inconsistencias.

5.2. Tipo de proyecto.

5.2.1. Diseño del banco de prueba.

Este proyecto está basado en una necesidad que hay en el laboratorio de mecatronica para prácticas en casi todas la materias que componen dicha carrera, este banco es una aplicación de una mesa de trabajo en el cual se puede aprovechar haciendo que la parte central de este banco se eleve dejando ver los diferentes tableros e implementos e instrumentos de medición como puede ser el generador de hondas, osciloscopio, fuentes de poder, los cuales pueden ser aplicados en las diferentes practicas sea cual sea la materia que se desea aplicar. Generando así beneficios tanto para la institución como para los estudiantes, lo cual es nuestro principal objetivo.

5.3. Plan de trabajo.

Lo primero que tuvimos en cuenta para empezar a pensar en la realización de este proyecto, desarrollarlo y ponerlo en práctica, fue la necesidad que hay para realizar prácticas en las materias de control, micros, electrónica entre otras. Se conocen las falencias que tiene la institución como la de nosotros los estudiantes, principalmente so fue los que nos impulsó a desarrollar y llevar a cabo este proyecto, queremos dejar la huella nuestra y crear un precedente en el desarrollo intelectual de los estudiantes como animar a las nuevas generaciones de estudiantes que realicen proyectos de grados pensando en el bienestar de las futuras generaciones las cuales pueden ser nuestros propios hijos.

Elaborar el diseño y efectuar la implementación de cada uno de las plataformas de prueba de este banco, habiendo realizado las diferentes pruebas para comprobar su correcto funcionamiento.

6 DESARROLLO DEL TRABAJO

6.1. Condiciones de funcionamiento del proyecto.

Para hacer que el banco funcione correctamente necesitamos una serie de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos, los cuales todos reunidos forman el banco de prueba, dando como resultado el diseño que presentamos actualmente y lo más importante haciendo que funcione de acuerdo a lo planeado.

El funcionamiento de este banco está diseñado para que su característica física sea la de una mesa de trabajo, pero si accionamos unos botones que están situados a un lado del banco podemos hacer que la parte central ascienda dejando ver los diferentes módulos que van hacer utilizados para las diferentes prácticas.

6.2. Construcción del banco de prácticas.

Esta mesa fue construida con tubería cuadrada 40 x 20 calibre 16, en este proceso de diseño y construcción se llegó a la conclusión que se debía hacer una mesa la cual cumpliera una serie de condiciones, las cuales tenían que estar dentro de las reglas de seguridad industrial las cuales pudieran ser aplicadas para hacer las practicas cómodamente sin afectar la posición del cuerpo humano, debido que teníamos que pensar que el estudiante estuviera cómodo y físicamente armónico, ya que de una buena postura dependía mucho la atención que uno pueda prestar, al mismo tiempo esta comodidad hace que el estudiante se concentre más fácilmente en sus actividades.

Después de pensar en esto que era la parte humana del banco, empezamos a diseñar la parte material y mecánica de este, teniendo en cuenta muchas variables como eran, el peso que debería de soportar la parte móvil central, la velocidad de la parte móvil central, ya que esta no podía subir ni bajar muy rápido porque podía ocasionar un accidente y no podía bajar muy lento porque se perdería mucho tiempo el cual se debe aprovechar en las prácticas, después de eso y hacer varios diseños con prueba y error se llegó al banco que actualmente; a continuación se podrá observar algunos de los momentos que tuvimos en la construcción de la parte física del banco.

Se iban cortando los materiales de acuerdo a las medidas ya establecidas para así irle dando forma al banco.



Figura 60 Corte de piezas para el banco de trabajo

Lo primero que diseñamos fue la estructura de la mesa, ya que teníamos las medidas de los elementos que van a ir en la parte central del banco, se tomó la decisión de utilizar este tipo de material debido a las características, precio y facilidad para trabajar, además este tipo de tubos es muy utilizado en la industria y en especial en la construcción de bancos de trabajo.



Figura 61 Armado de las mesas de trabajo.

Después empezamos a construir las tijeras las cuales iban hacer las encargadas de impulsar la parte central del banco hacia arriba, en este proceso nos encontramos con varios problemas los cuales los pudimos solucionar satisfactoriamente teniendo como resultado una excelente estabilidad en el banco central, ya que una de los grandes problemas que tuvimos que solucionar la poca estabilidad que teníamos en el banco central, este se movía mucho lateralmente, se analizó cuáles podrían ser las fallas y se llegaron a varias conclusiones, las cuales fueron:

- El sistema de ascenso debía ser dos cuerpos de tijeras no uno solo, ya que esto era lo que ocasionaba la poca estabilidad en el banco.
- Estas debían tener una medida específica debido a que si se colocaban muy largas el motor encargado de mover el tornillo sin fin tenía que hacer mucho trabajo.

- El tornillo sin fin que era el encargado de transmitir el movimiento del motor a las tijeras debía está sujeto en los extremos para el movimiento fuera armónico y exacto, ya que pudimos observar que al no tener la sujeción en cada uno de los extremos este tendía a moverse y deformarse.



Figura 62 Armado de las tijeras de ascenso y descenso



Figura 63 Verificación del funcionamiento de las tijeras

Por último se debía construir la parte central del banco la cual tenía varias funciones; ascender y descender fácilmente, alojar cuatro módulos para prácticas, cargar le peso de los implementos que se le iban a instalar en la parte central como podrían ser; osciloscopio, generador de señales, tester, estos tenía un peso específico y al mismo tiempo deberían quedar seguros, además debíamos colocar muy estratégicamente los diferentes componentes que iban a llevar los dos módulos de prácticas con los cuales íbamos a entregar el banco de prueba.



Figura 64 Armado de los paneles laterales del banco.

Al mismo tiempo empezamos a pintar los bancos con una pintura anticorrosiva como base y un acabado final con una pintura negro, todo esto para darle una buena vida útil al banco por posibles problemas de corrosión.



Figura 65 Pintada de los banco

Deberíamos ir preparando la madera que iba a cubrir el banco, para esto se utilizó MDF de 10 mm para los laterales, parte central del banco y para la parte móvil central para la mesa y la parte superior del banco central se debería utilizar una madera más resistente ya que esta iba a estar sometida a mayores esfuerzos y para esto se utilizó aglomerado resistente al agua, sin embargo por sugerencia de profesores de la institución, los cuales nos recomendaron que deberíamos pensar en una solución que se le debería de dar a los bordes de las mesas ya que ellos habían tenia malas experiencias porque estos bancos se empezaban a deteriorar por esta zona, para remediar este posible defecto utilizamos un perfil de aluminio el cual es muy utilizados en las protección de bordes y al mismo tiempo este da una muy buena apariencia a la mesa.



Figura 66 Bisel de las bases de apoyo de la mesa

También teníamos que empezar a forrar los bancos tanto la parte fija del banco como la parte móvil.



Figura 67 Armado final del banco.

Después de estar en estos puntos el banco ya construido y forrado debíamos de verificar que el sistema de ascenso y descenso funcionara correctamente. Este sistema de movimiento debía de estar limitado tanto para la subida como para la bajada, por eso le colocamos una suiches de final de carrera, los cuales hacen detener el motor que hace ascender como al descender la parte central del banco.



Figura 68 Verificación del funcionamiento de la parte central del banco

Después de tener claro que el sistema de ascenso y descenso estaba funcionando correctamente procedimos a armar en los dos péneles los componentes que se iban a colocar en cada uno de ellos, estratégicamente se armaron y diseñaron de tal manera que permitieran que tuvieran funcionalidad y fácil aplicabilidad.



Figura 69 Vista de los paneles de prueba del banco

Con esto armado debíamos verificar que cada uno de los componentes funcionara, tanto el PLC como la tarjeta captadora de señal.

El banco está compuesto por una serie de controles tanto para el funcionamiento de este como para el funcionamiento de cada uno de los paneles para evitar daños en estos, ya sean eléctricos o mecánicos.

El estudiante podrá desarrollar más fácilmente sus actitudes e implementar sus trabajos, este deberá seguir con un protocolo al momento de la manipulación del banco para evitar que la parte central del banco de prueba para evitar un posible accidente.

Diseñado y pensado en el estudiante de hoy y en el del mañana, un banco en el cual se podrán interactuar, crear y desarrollar proyectos para que su funcionamiento de cada uno de los componentes que se estén trabajando sean más fácil su funcionamiento, desarrollando cada una de las actitudes de los alumnos, logrando crear más conocimientos en futuras generaciones, además este banco se puede modificarse de acuerdo a los avances de la tecnología, tratando con esto que este banco de prueba no sea obsoleto o descartado por los alumnos por sus limitantes.

Diseño de mesa.

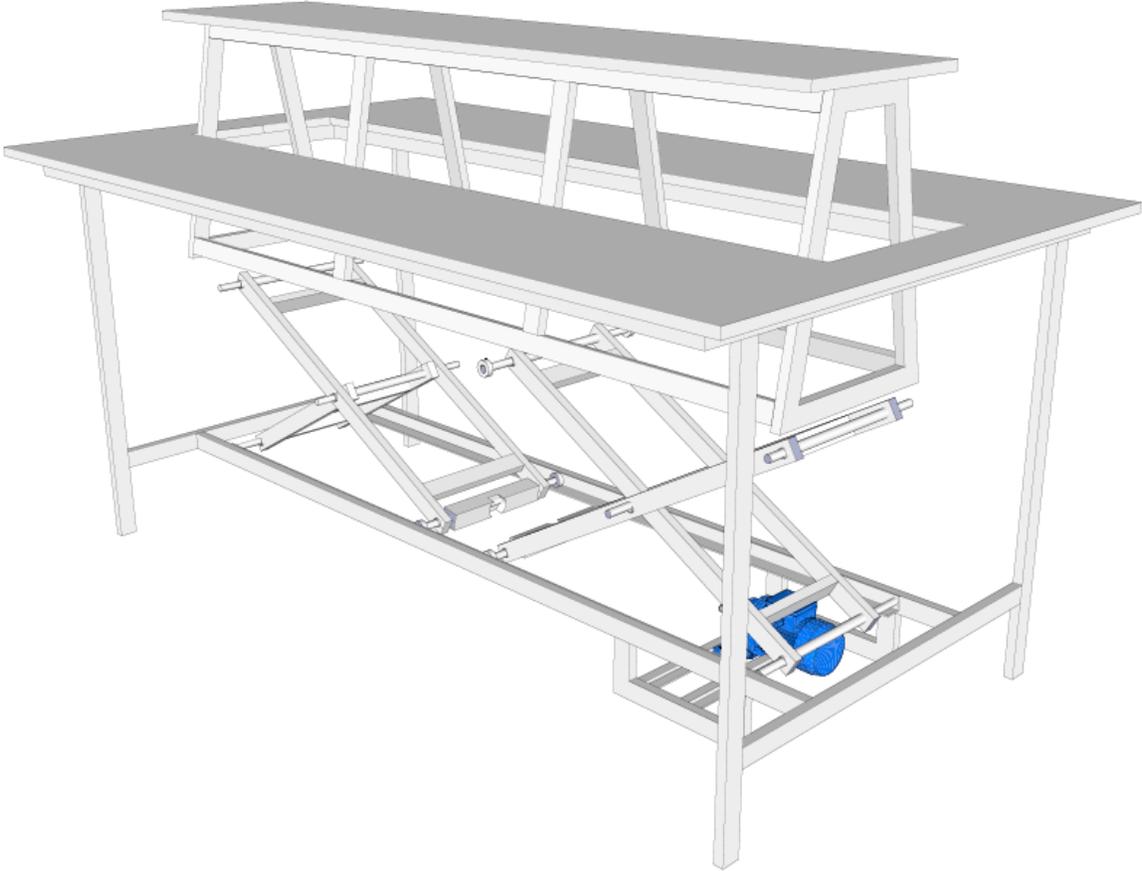


Figura 70 Banco de prueba vista general

Medidas de las tapas de madera que cubren en banco de prueba.

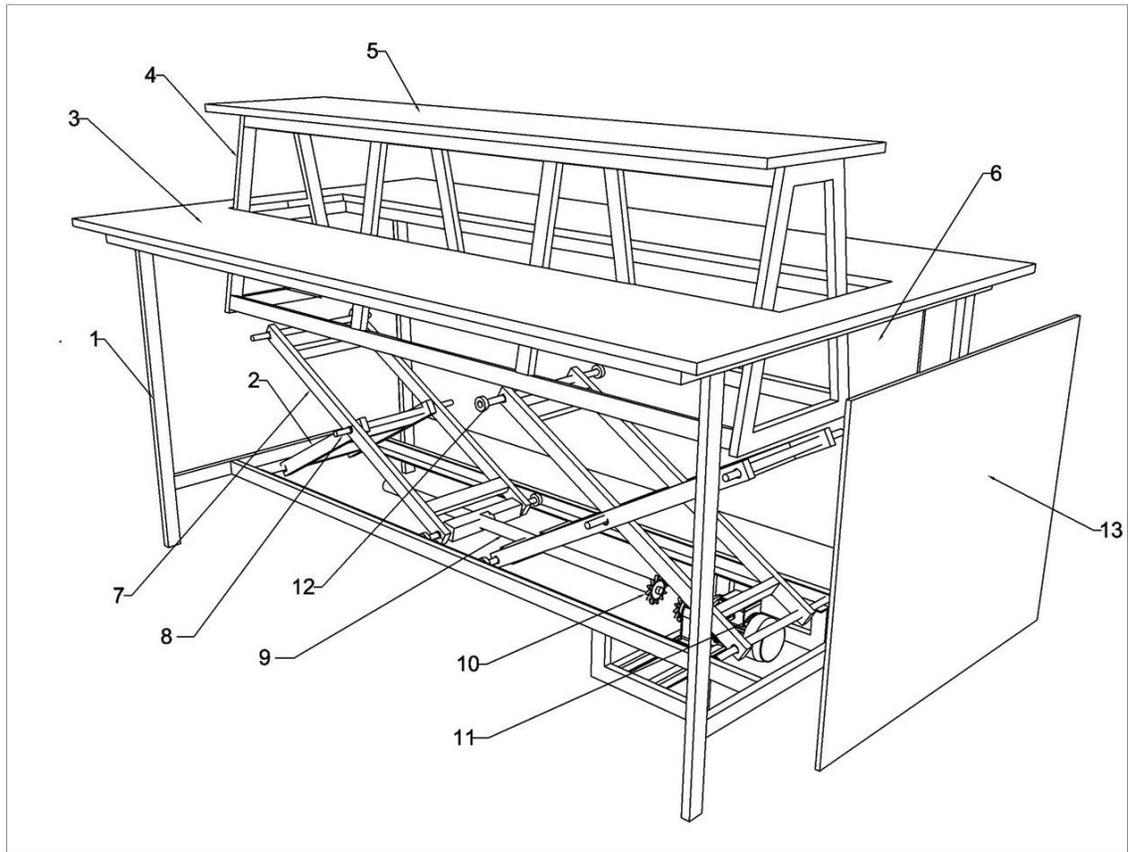


Figura 71 Medidas del banco de prueba

Detalle de las medidas del banco de prueba.

DESCRIPCION DE LOS MATERIALES DEL BANCO DE TRABAJO				
N° PARTE	DESCRIPCION	MATERIA Y MEDIDAS	CANTIDAD	N° PLANO
1	Mesa	Tubo 40 x 20 c. 18	1	1
2	Tijera corta	Tubo 40 x 20 c. 18	1	3
3	Tapa Superior	Aglomerado RH 18 mm	1	7
4	Unidad móvil	Tubo 40 x 20 c. 18	1	2
5	Tapa unid. móvil	Aglomerado RH 18 mm	1	NA
6	Tapa posterior	MDF 9 mm	2	NA
7	Tijera larga	Tubo 40 x 20 c. 18	3	4
8	Tornillo roscado	Varilla roscada de 5/8 NC	9	NA
9	Tornillo bidireccional	Acero 1045 1" x 1000 mm	1	6
10	Piñón	36 B18	2	NA
11	Motoreductor	Siemens 1/3 hp (1 – 35)	2	NA
12	Rodamiento	6202 2rs	6	NA
13	Tapa lateral	MDF 9 mm	2	NA

Tabla 12 Medias de las partes del banco

A continuación hablaremos de cada uno de los componentes que conforman dicho banco de prueba.

6.3. Parte mecánica del banco de prueba.

Esta parte mecánica es la encargada de hacer que la parte central del banco salga y entre sin ningún problema, utilizando unos componentes básicos, como pueden ser: tijeras, tornillos sin fin, motoreductor, rodamientos entre otros.

Un mecanismo de tijera que hace ascender o descender la parte central del banco.

El anterior mecanismo es movido por un tornillo sin fin el cual hace que las tijeras se contraigan o extiendan dependiendo el sentido de movimiento del banco, además están soportadas en uno de sus extremos por rodamientos, los cuales hacen que las tijeras se deslizen por un riel muy suavemente.

El tornillo sin fin es movido por un motoreductor el cual hace que este gire con la suficiente velocidad y la potencia adecuada para que la parte central salga o entre seguir sea el caso.

6.3.1. Sistema de tijeras.

Este sistema llamado de tijeras o movimiento tipo tijera simple, es uno de los más utilizados en bancos de trabajo, sean de tipo industrial o de tipo de doméstico, este sistema utiliza el mismo principio de funcionamiento en las plataformas de los equipos de diagnóstico automotriz.

Para este banco se utilizaron dos tipos de tijeras los cuales consistían en dos tijeras totalmente iguales que eran las de tracción y el otro juego de tijeras una de ellas era más corta, es decir la mitad de la otra tijera, llegamos a este diseño después de realizar muchas pruebas, el diseño de estas tijeras nos di más firmeza y optimizamos más el movimiento.

Planos de las tijeras.

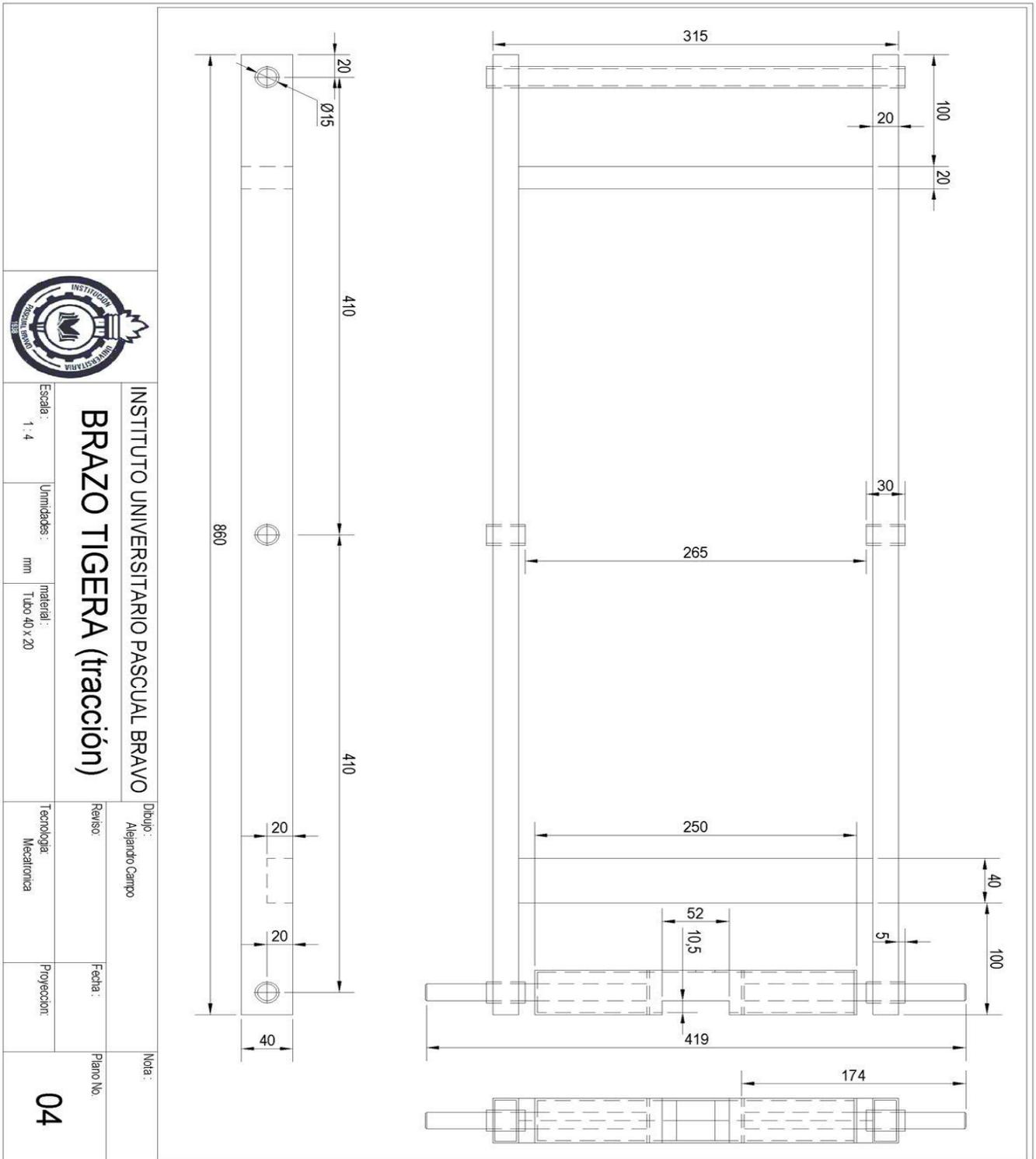


Figura 73 Plano de la tijera del brazo de tracción.

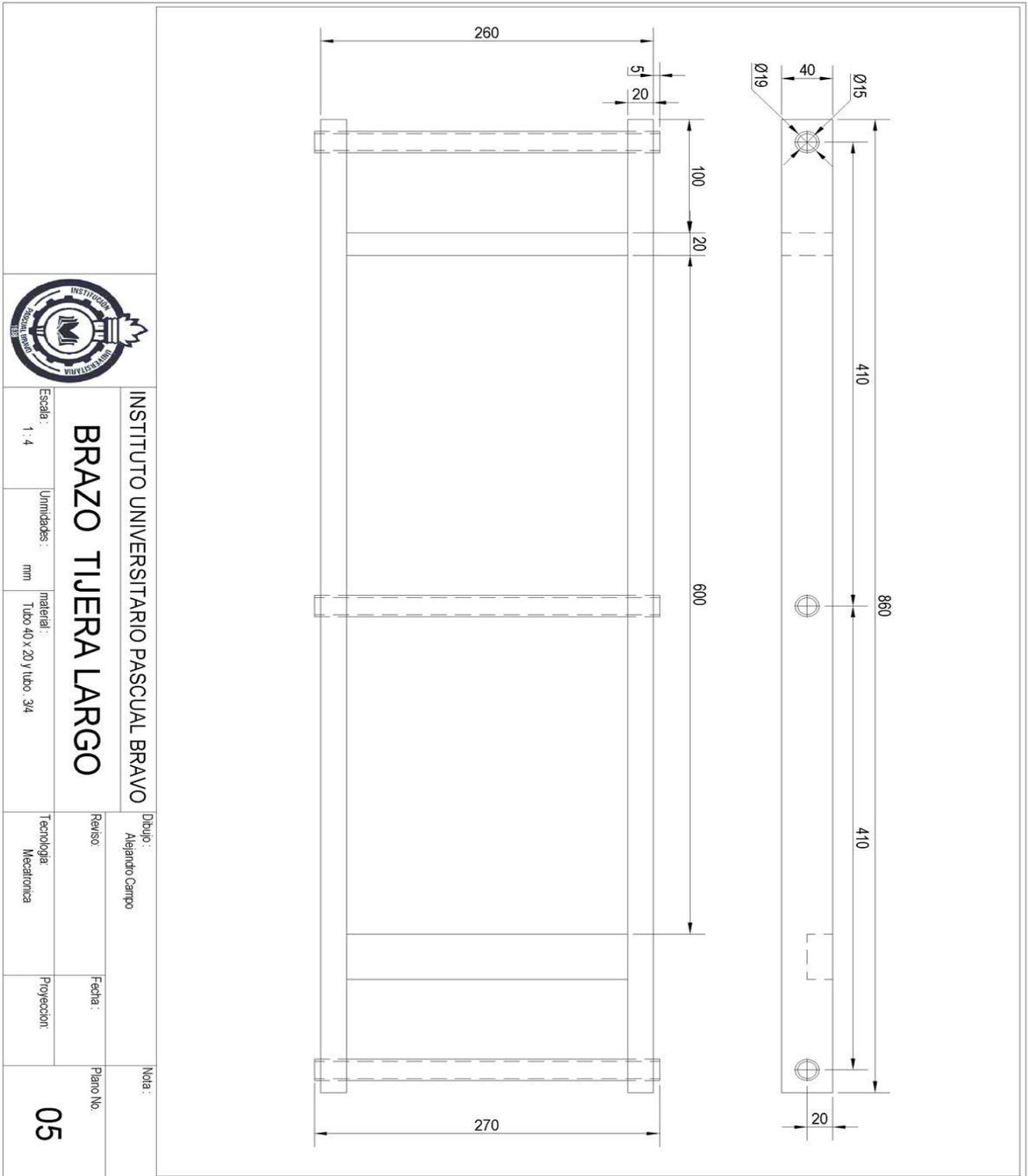


Figura 74 Plano del brazo largo

6.3.2. Sistema del tornillo sin fin.

Este sistema muy utilizado desde hace muchos años con el único propósito de optimizar potencia y mover grandes masas fue utilizado en este banco, con un tipo de rosca específico y una longitud acorde y calculada para el recorrido que debe hacer la parte central del banco.

El engranaje de tornillo sinfín se utiliza para transmitir la potencia entre ejes que se cruzan, casi siempre perpendicularmente entre sí. En un pequeño espacio se pueden obtener satisfactoriamente relaciones de velocidad comparativamente altas, aunque quizá a costa del rendimiento en equiparación con otros tipos de engranajes. El contacto de impacto en el engrane de los engranajes rectos y de otros tipos no existe en los de tornillo sinfín. En vez de esto, los filetes deslizan en contacto permanente con los dientes de la rueda, lo que da por resultado un funcionamiento silencioso si el diseño, la fabricación y el funcionamiento son correctos. Como el deslizamiento es mayor, a veces se originan dificultades por el calor debido al rozamiento. En condiciones extremas de carga la caja o cárter de engranajes se puede calentar.

Plano del tornillo sin fin.

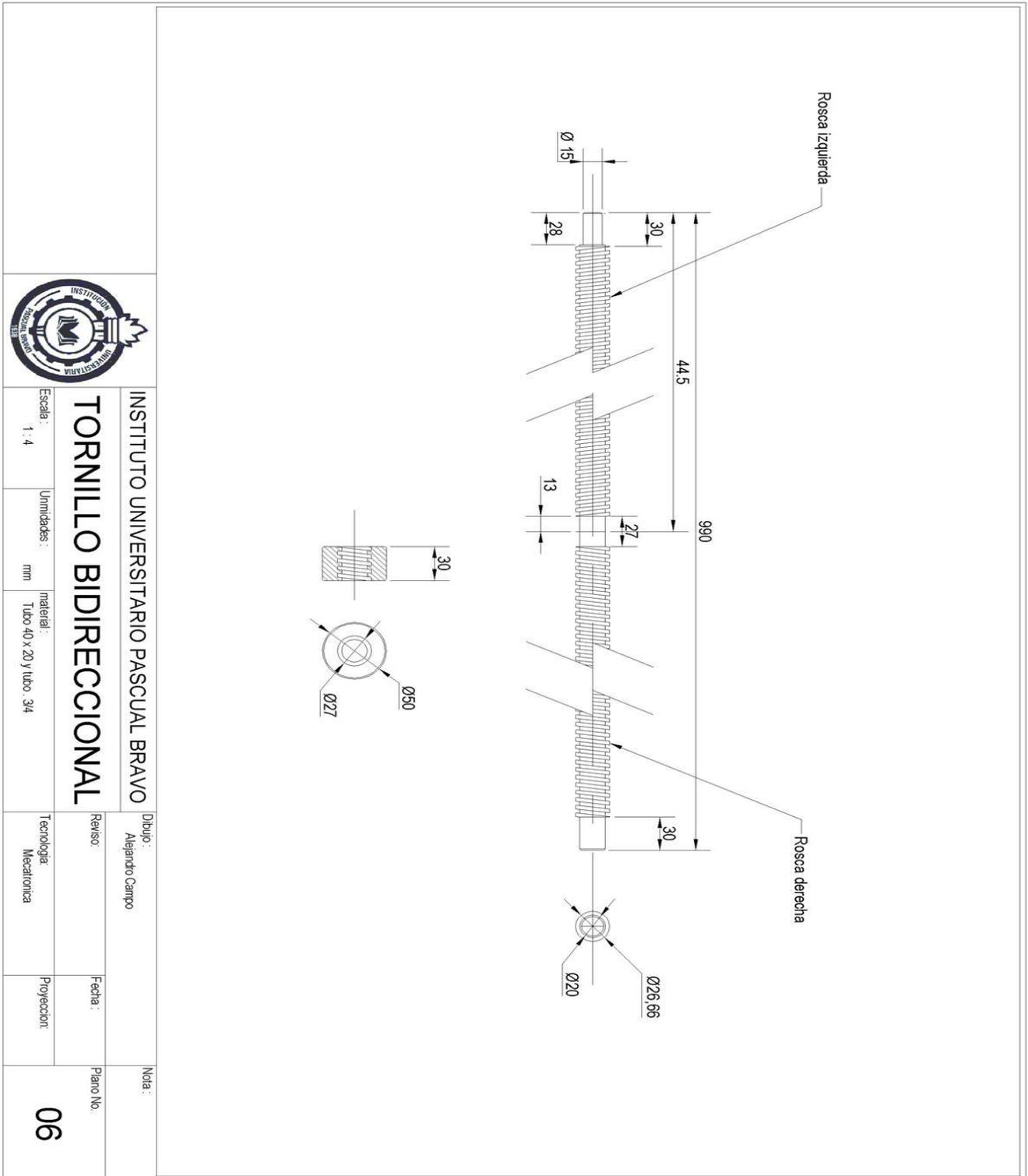


Figura 75 Plano del tornillo sin fin.

6.3.3. Reducción de potencia.

Reducción de potencia del motoreductor

La reducción de potencia utilizada en este proyecto se basó en dos partes, una que es la caja reductora que viene en la caja reductora del motor eléctrico la cual es 1/35, con un piñón de entrada y el otro de arrastre, los dos piñones se enfrentan el uno al otro produciendo un movimiento, esto ayuda a aumentar la potencia del motor eléctrico y así evitar colocar un motor de mayor capacidad.

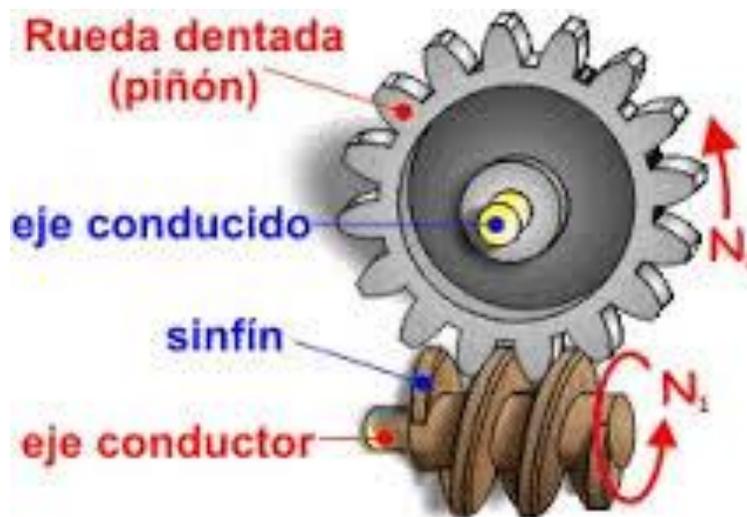


Figura 76 Sistema de reducción del banco. Tornillo. (1999)

Reducción de potencia de transmisión al sistema de ascenso.

Este motoreductor se conecta al eje sin fin que al mismo tiempo es el que transmite el movimiento al sistema de ascenso por medio de una cadena la cual trasmite su movimiento por dos piñones dentados con una relación de 2/1, con una cantidad de dientes de 36/18, se seleccionó este tipo de transmisión debida a sus características de tracción y resistencia.

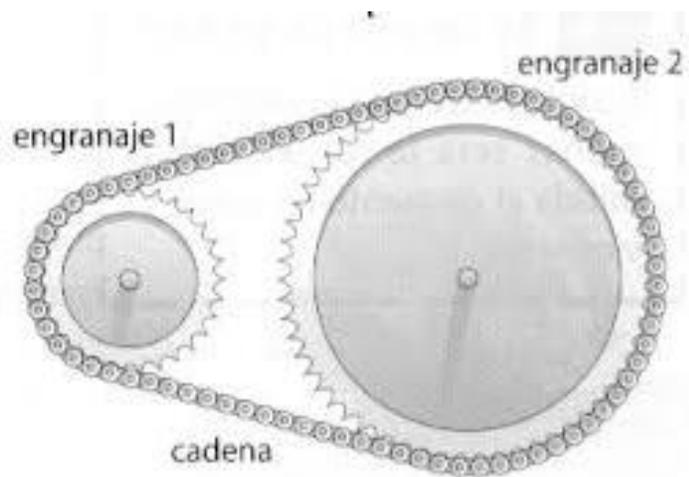


Figura 77 Transmisión por cadena del banco de prueba. Tornillo. (1999)

El motor eléctrico que forma parte del motoreductor tiene una capacidad de $\frac{1}{4}$ de Hp de potencia y se seleccionó debido a su potencia, ya que se probó otro motor de menos capacidad y no tenía la potencia suficiente para hacer ascender el banco y al momento de bajar se quedaba pegado, teníamos un problema de potencia el cual se solucionó fácilmente con colocarle un motor de mayor potencia, pero teníamos un inconveniente presente y era colocar que el motor a girar en dos direcciones, al ascender la parte central del banco giraba en un sentido, pero al descender la parte central del banco debía girar en sentido contrario, para eso utilizamos dos contactores los cuales están conectados estratégicamente para que este funcione correctamente.

Diagrama eléctrico de control del motor eléctrico.

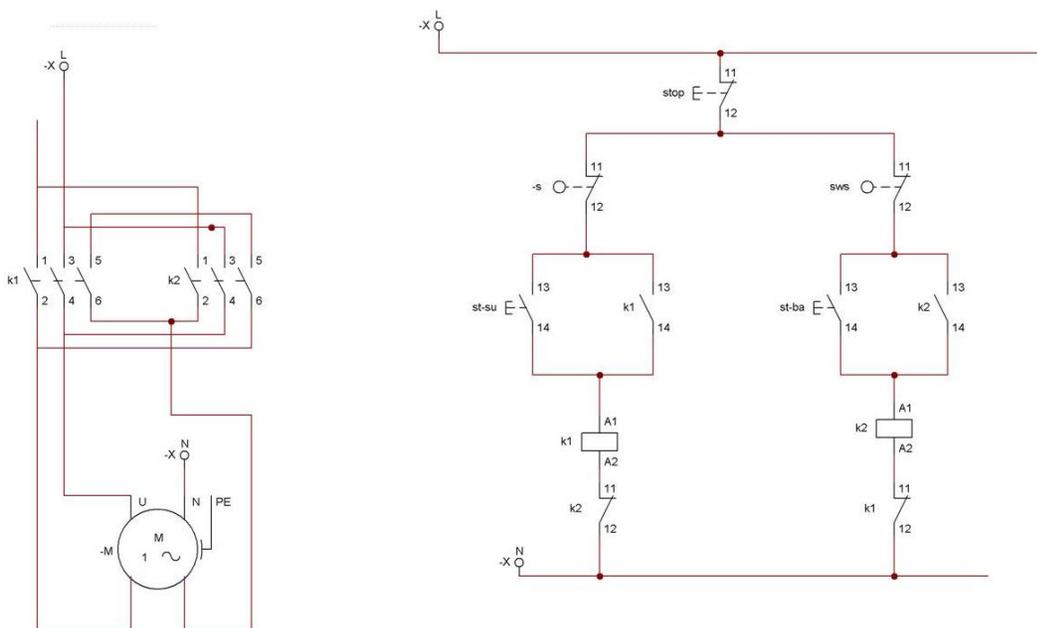


Figura 78 Sistema de control de giro de motor

6.3.4. Paneles de prueba.

Estos dos paneles los cuales tiene dos sistemas de pruebas los cuales se pueden trabajar independientemente, es decir son independientes se pueden realizar practicasen el panel donde está ubicado el PLC y en panel donde está ubicada la tarjeta captadora de señales.

En estos dos paneles se dejaron montados tanto el PLC como la tarjeta captadora de señal, se diseñó de esta manera para que los estudiantes que quieran realizar las diferentes pruebas en dichos paneles tenga la libertad de seleccionar y realizar cada una o todas las señales que puede captar dicha tarjeta y al mismo tiempo el PLC.

Panel del PLC.

En este panel está montado un PLC de marca Unitronics de modelo Vision 120, se seleccionó este PLC no por sus cualidades, un que sin desmeritarlo ya que es un buen componente, sino por que dicho componente fue provisto por la Institución Universitaria Pascual Bravo, en dicho panel se encuentran los siguientes componentes:

- Interruptores normalmente abiertos.
- Interruptores normal mente cerrados.
- Interruptor de parada de emergencia normalmente abierto.
- Sensores luminosos.
- Interruptores de dos pasos.

- Interruptor de tres pasos.
- Un PLC
- Una caja de transmisión de datos para el PLC.
- Un interruptor de mando de energía.
- Fuente de alimentación conmutada (parte trasera).

Estos interruptores están conectados a las entradas de digitales del PLC, el cual tiene diez entradas (10) y los sensores luminosos están conectados a las salidas del PLC, el cual tiene seis (6) salidas. Al momento de programar el PLC se pueden simular una serie de trabajos que se pueden realizar con un PLC.

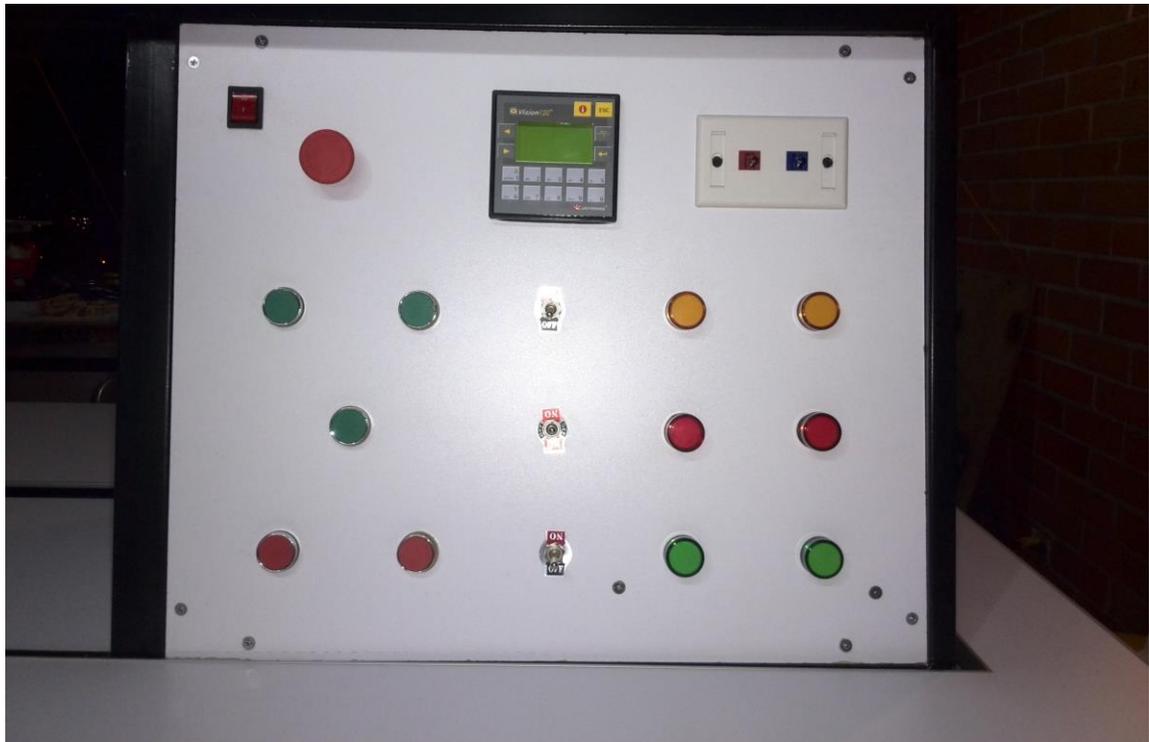


Figura 79 Panel de control del PLC

Diagrama de conexiones del panel de control del PLC.

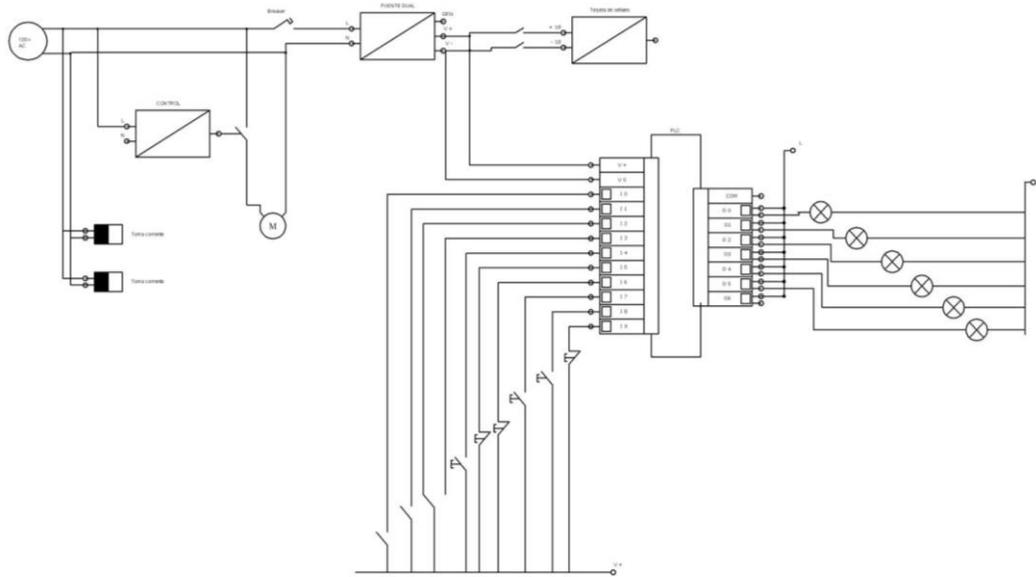


Figura 80 Conexión del PLC

Panel de la tarjeta captadora de señales.

Se seleccionó dicha tarjeta debido a que fue proporcionada por la Institución Universitaria Pascual Bravo, estos implementos estaban a la espera de ser utilizados y se dio la oportunidad de realizar dicho proyecto, por eso aprovechamos todos estos componentes que de muy buena manera fueron provistos por la institución, en este panel se encuentran los siguientes componentes:

- Una tarjeta captadora de señal en una urna transparente.
- Una bornera.
- Un interruptor.

Se tomó la decisión de colocar la tarjeta por fuera de la mesa ya que queríamos que el estudiante visualizara esta tarjeta y para esto decidimos protegerla con una caja de acrílico transparente, evitando así que esta fuera manipulada, por eso se sacaron los contactos por medio de cables y se colocaron en una bornera debidamente señalizada y desde esta bornera los estudiantes podrán realizar las diferentes prácticas. La alimentación de energía tanto del PLC como la tarjeta captadora de señales está a cargo de la fuente conmutada situada detrás del panel del PLC

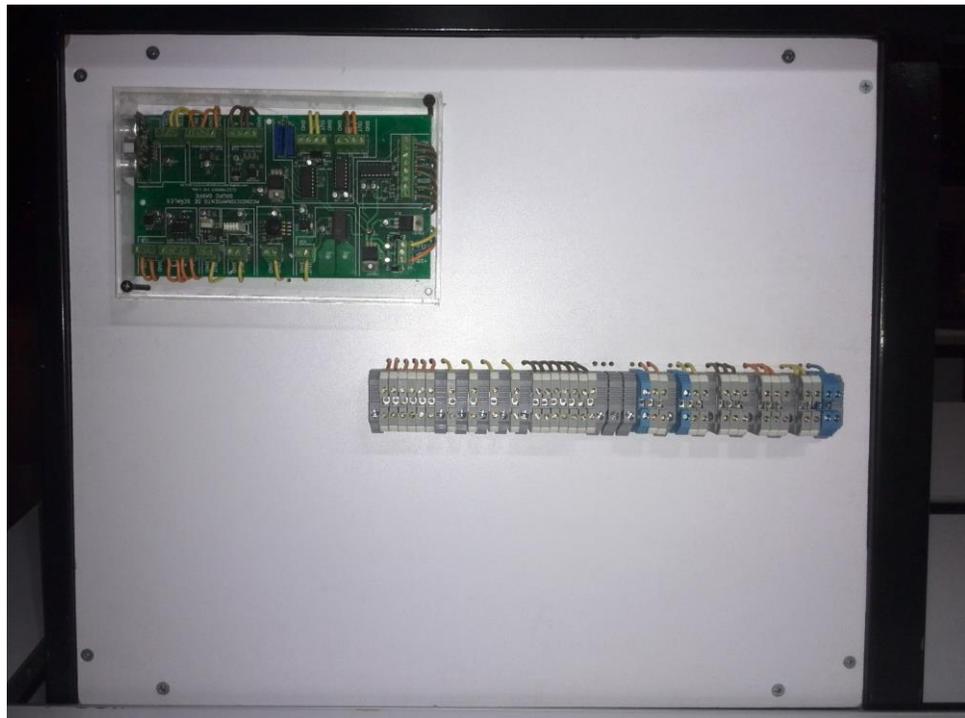


Figura 81 Panel de la tarjeta captadora de señales.

7 RECURSOS.

7.1. Humanos.

Tres tecnólogos en Mecatronica y un Ingeniero de control.

7.2. Técnicos.

Se utilizaron una serie de herramientas las cuales fueron parte esencial para la construcción de estos bancos, como fueron

- ✓ Soldador eléctrico.
- ✓ Cortadora circular.
- ✓ Pulidora.
- ✓ Taladros.
- ✓ Atornilladores eléctricos y manuales.
- ✓ Compresor.
- ✓ Pistola para pintar.
- ✓ Pela cables.
- ✓ Tester.
- ✓ Pinza ponchadora.

7.3. Costo del proyecto.

DESCRIPCION	COSTO REAL	COSTO APRO.
PLC		1.200.000
Tarjeta captadora de señal		2.500.000
Fuente de poder conmutada		102.900
Tubería para la mesa	300.000	
Motor eléctrico	500.000	
Componentes eléctricos (suiches, cables, bornera, entre otros)	450.000	
Pintura para banco	20.000	
Soldadura	30.000	
Otros	200.000	
Aporte de la Institucion		3.802.900
Valor inversion trabajo	1.500.000	
valor total del banco aproximado		5.302.900

Tabla 13 Costo aproximado del proyecto

Nota:

El valor del PLC, la tarjeta captadora y la fuente de alimentación fueron proporcionadas por la Institución Universitaria Pascual Bravo, por ese motivo y no conocer un costo real se coloca aproximadamente, se dan tres costos totales, el aportado por la Institución, el costo de los materiales que se necesitaron para la construcción y un valor total aproximado.

8 CONCLUSIONES

- Se diseñó el banco, se construyó y se colocaron dos paneles para realizar prácticas.
- Se diseñó un sistema de elevación para la parte central del banco de prueba y además se le colocaron controles sistemas de control para limitar el recorrido del banco.
- Se evaluaron cada uno de los componentes del banco de prueba y están funcionando perfectamente.

9 RECOMENDACIONES

Hay que tener en cuenta una serie de precauciones las cuales se deben de seguir al pie de la letra para evitar daños graves en las personas que están manipulando el banco como en los componentes de este, que sin dejar de reconocer son componentes costosos por sus aplicaciones y utilidades.

Precauciones mecánicamente:

- Tener las áreas que rodean las zonas centrales, retirar cualquier objeto que obstruya el ascenso de la parte central del banco.
- No interrumpir del botón de parada el ascenso del banco.
- Antes de hacer descender la parte central del banco de prueba, verifique que no haya ningún objeto que se pueda obstruir el correcto funcionamiento de este.

Precauciones eléctrica:

- Tenga en cuenta que él toma donde se va a conectar el banco de prueba debe ser de 110 voltios.
- No encienda los paneles de control hasta no tener claramente y haber verificado que todos los conectores estén conectados donde debe ser.
- Tenga mucha precaución al conectar cualquier accesorio a la tarjeta captadora de señal.
- Siga paso a paso los instructivos de operatividad de la mesa.

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Distancia, U. a. (s.f.).

<http://www.forosdeelectronica.com/tutoriales/generador.htm>. Recuperado el 03 de 03 de 2014, de

<http://www.forosdeelectronica.com/tutoriales/generador.htm>.

- ❖ Exceed, E. (s.f.). <http://www.electan.com/datasheets/SKKEverexceed.pdf>. Recuperado el 15 de Enero de 2014, de

<http://www.electan.com/datasheets/SKKEverexceed.pdf>

- ❖ FI-UNLP. (No determinado de No determinado de No determinado). <http://www.ing.unlp.edu.ar/>. Recuperado el Enero de 01 de 2014, de <http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/apuntes/ApuntePLC.pdf>.

- ❖ M. A. Laughton, D. J. (2013., Enero 23). WIKIPEDIA. (A. Dunn, Editor) Retrieved Enero 23, 2013., from

http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable

- ❖ Prieto, P. (8 de Octubre de 2007).

<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>. Recuperado el 01 de Marzo de 2014, de

<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>.

- ❖ Unitronics. (1989).

http://www.unitronics.com/Downloads/Support/Technical%20Library/Vision%20Hardware/Installation%20Guides/V120_INSTL-GUIDE_10-06.pdf.

Recuperado el 06 de Enero de 2014, de

http://www.unitronics.com/Downloads/Support/Technical%20Library/Vision%20Hardware/Installation%20Guides/V120_INSTL-GUIDE_10-06.pdf.

- ❖ Tornillo. (1999)

http://www.google.com.co/imgres?imgurl=http://i00.i.aliimg.com/wsphoto/v0/1028244212/16mm-Rolled-ball-screw-SFU1605-1XL-365mm-1XL-550mm-1XL-1000mm-without-End-font-b-Machining.jpg&imgrefurl=http://es.aliexpress.com/w/wholesale-cnc-router-machining.html&h=535&w=799&tbid=rP2D-SZ01EvcOM:&zoom=1&docid=9_JzgktqfP6y5M&hl=es&ei=uaCHU-O2GcPB8QH0hICQBQ&tbm=isch&ved=0CFsQMyhTMFM4rAI&iact=rc&uact=3&dur=807&page=19&start=369&ndsp=22

LISTA DE ANEXOS

ANEXO N° 1. PLC UNITRONIC V120 – 22 – R2C

ANEXO N° 2. FUENTE DE PODER CONMUTADA FUS – 150 –XXN

ANEXO N° 3. PUERTO N° 2 SENSOR DE TEMPERATURA POR TERMOCUPLA

ANEXO N° 4. PUERTO N° 3 REGULADOR DE VOLTAJE 5V – 1A

ANEXO N° 5. PUERTO N° 4 SENSOR DE PRESION RELATIVA 0 – 14,5 PSI

ANEXO N° 6. PUERTO N° 5 SENSOR DE HUMEDAD.

ANEXO N° 7. PUERTO N° 6 CELDA DE CARGA 0 – 100 Lbf.

ANEXO N° 8. PUERTO N° 7 CONVERTOR RS – TRANSMISION – RECEPTOR.

ANEXO N° 9. PUERTO N° 8 AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACION DE GANANCIA.

ANEXO N° 10. PUERTO N° 9 CONVERTOR RECEPTOR 4 – 20 mA.

ANEXO N° 11. PUERTO N° 10 CONVERTOR DE 3 VOLTAJE – CORRIENTE 4 – 20 mA.

ANEXO N° 12. PUERTO N° 11 SENSOR DE ACELEROMETRO.

ANEXO N° 13. PUERTO N° 12 SENSOR DE CORRIENTE BASADO EN EFECTO HALL 5 – 20^a.

ANEXO N° 14. PUERTO N° 13 SENSOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDO.

Notas de aceptación

Firma Director

Firma Coordinador

Firma Calificador

Medellín, fecha de entrega (30/05/21014)