

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**“Implementación de un laboratorio de automatización
industrial para la Escuela de Ingeniería Eléctrica”**

PRESENTADO POR:

**WALTER RAÚL ESCOBAR GUARDADO
OMAR OTONIEL FLORES CORTEZ
OSCAR DAVID ROMERO**

**PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO ELECTRICISTA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO DEL 2006

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA :

Dra. María Isabel Rodríguez

SECRETARIA GENERAL :

Licda. Alicia Margarita Rivas de Recinos

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

Ing. Mario Roberto Nieto Lovo

SECRETARIO :

Ing. Oscar Eduardo Marroquín Hernández

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

DIRECTOR :

Ing. Luís Roberto Chévez Paz

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Título

:

**“Implementación de un laboratorio de automatización
industrial para la Escuela de Ingeniería Eléctrica”**

Presentado por

:

**WALTER RAÚL ESCOBAR GUARDADO
OMAR OTONIEL FLORES CORTEZ
OSCAR DAVID ROMERO**

Trabajo de Graduación aprobado por :

Docente Director

:

Ing. Ricardo Cortez

San Salvador, Febrero del 2006.

Trabajo de Graduación Aprobado por :

Docente Director :

Ing. Ricardo Cortez

DEDICATORIA

A DIOS Y SU HIJO JESUCRISTO :

Por colmar de bendiciones mi vida y la de mi familia, ya que sin tí nada sería a señor.

A MI MADRE EVA GUARDADO :

Por estar siempre a mi lado, guiándome por los senderos del bien y de la honestidad, compartiendo mis triunfos y fracasos.

A MI PADRE RAUL ESCOBAR :

Por brindarme su ayuda incondicional, por servirme de ejemplo de lucha y tenacidad en momentos de adversidades.

A MI HERMANA CANDIDA MARLENY :

Por comprenderme, por abrirme las puertas de la vida académica, por ser alguien en quien siempre puedo confiar.

A TODA MI FAMILIA Y AMISTADES :

Es difícil nombrarlos a todos ustedes, pero los tengo presente, tanto a los que están con vida como a los que se nos han adelantado en el descanso eterno; gracias ya que de forma directa o indirecta he aprendido mucho de ustedes, es un privilegio conocerlos y que me brinden su hospitalidad, confianza en fin su amistad.

WALTER RAÚL ESCOBAR GUARDADO

DEDICATORIA

AL SER SUPREMO: Por brindarme la vida, la salud y apoyo por medio de mis padres y familiares para poder llevar a buen término mi carrera académica.

A MIS PADRES: Por apoyarme cada una de mis decisiones, por tenerme paciencia en mis momentos de preocupación, por formar mi carácter y por sus sabios consejos que me han guiado hasta el día de hoy.

A TODOS MIS AMIGOS: Por su lealtad y apoyo durante los momentos críticos a lo largo de nuestra carrera. A aquellos con los cuales compartimos ideales y objetivos.

A MIS COMPANEROS DE TESIS: Por su comprensión y apoyo en todo momento.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DIRECTA O INDIRECTAMENTE INFLUYERON EN MI PERSONA DURANTE MI VIDA TANTO PERSONAL COMO ACADEMICA (ellos saben a quienes me refero).

OMAR OTONI EL FLORES CORTEZ

DEDICATORIA

A MI DIOS: Padre de ABRAHAM por haberme dado la Luz de la vida y permitirme conocer su Ley y tener claridad en la vida, la fortaleza para perseverar en la Lucha por alcanzar mis nobles ideales.

A MI ESPOSA: Mari a Nohemy por brindarme todo su apoyo de manera incondicional, teniéndome paciencia y comprensión y la firmeza de apoyarme en todo aspecto y momento.

A MIS HIJAS: Franny Videta y Marjorie Andreina por ser la base que ha fomentado mis intenciones de superación y madurez personal.

A MI MADRE: Por haber estado en los momentos precisos y necesarios para determinar el camino a seguir.

A MI HERMANO: Mauri cio por haberme construido un futuro desde mi niñez y enseñado mucho sobre la vida.

A MI AMIGO: José Antonio por lealtad incondicional y nobleza a lo largo de los años.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS: que siempre se han identificado con mis ideales y objetivos, que mis triunfos han sido sus triunfos y mis fracasos también los suyos. Porque ellos han sido estímulo en mi vida.

A todos aquellos que me han dado su confianza y me han abierto puertas, dándome la oportunidad de desarrollar mis habilidades permitiéndome así terminar mi profesión.

MUCHAS GRACIAS A TODOS

OSCAR DAM D ROMERO

CAPÍTULO	TÍTULO	PÁGINA
	INTRODUCCIÓN	1
	OBJETIVOS	3
	JUSTIFICACIÓN, ALCANCES Y LIMITACIONES	4

1. AUTOMATISMOS CON LÓGICA CABLEADA

1. 1. Introducción al capítulo y Conceptos	5
1. 2. Clasificación de los automatismos	6
1. 3. Funcionamiento de un automatismo	7
1. 4. Elementos constructivos de automatismos Con lógica cableada	9
1. 5. Método básico de diseño de automatismos	17
1. 6. Implementación de automatismos con lógica cableada	19
1. 7. Prácticas con automatismos de lógica cableada .	23
Condiciones capítulo I	40

2. AUTOMATISMOS CON LÓGICA PROGRAMADA

2. 1. Introducción	41
2. 2. Estructura del PLC	41
2. 3. Programación del PLC	44
2. 4. El mini PLC LOGO	52
2. 5. Prácticas con automatismos de lógica programada	71
Condiciones Capítulo II	87

3. CONTROL AUTOMÁTICO

3.1. Introducción al capítulo y a los sistemas de control	88
3.2. Modernización del Laboratorio de Control Automático	90
3.2.1. Introducción a la mini LAB 1008	90
3.2.2. Prácticas de Control Automático	103
Condiciones Capítulo III	168
RECOMENDACIONES	169
CONCLUSIONES	170
BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE CONSULTA	171
ANEXOS	172

ANEXO	PAG	TÍTULO
A 1		Datos Técnicos de mini LAB 1008
A 2		Ejemplos de LabVIEW para control Automático

LI STADO DE TABLAS

TABLA	TÍTULO	PAG
1. 1	Resumen de colores de pilotos luminosos	13
2. 1	Diagramas de contactos en Ladder	47
2. 2	Diagramas de bobinas en Ladder	47
2. 3	Propiedades de los niveles de entrada de LOGO	53
2. 4	Tabla de verdad del bloque RS	61
3. 1	Indicación del led de mini LAB 1008	95
3. 2	Pin Out Conector DB37	97

LI STADO DE FI GURAS

TABLA	TÍTULO	PAG
1. 1	Estructura general de un automati smo	6
1. 2	Esquema de un contactor	10
1. 3	Forma externa de un contactor	11
1. 4	Rel evador	12
1. 5	Ti pos de pul sadores	12
1. 6	Ti pos de pi l otos i ndi cadores	13
1. 7	I nterruptor fi nal de carrera	14
1. 8	Rel evador de ti empo	15
1. 9	Di agrama general en bl oques de un automati smo	17
1. 10	Esquema de ej empl o 1	20
1. 11	Esquema de ej empl o 2	21
1. 12	Motor tri fási co y modul o de contactores	23
1. 13	Modul o para el evador	30
1. 14	Modul o de rel evadores y contactores	30
1. 15	Modul o de bandas	33
1. 16	Esquema de control de motor DC, ckto de fuerza	34
1. 17	Esquema de conexi ón de censor fotoel éctri co	34
1. 18	Esquema del ckto control ador del censor fotoel éctri co	35
1. 19	I mpreso del ckto control ador del censor fotoel éctri co	35
2. 1	Estructura externa de un PLC	41
2. 2	Estructura i nterna de un PLC	42
2. 3	Di ferenci a entre di agramas NEMA y LADDER	46
2. 4	Esquema de conexi ón de al i mentaci ón de LOGO	52
2. 5	Esquema de conexi ón de l as entradas de LOGO	54
2. 6	Esquema de conexi ón de l as sal i das de LOGO	55
2. 7	Sí mbol o de programaci ón del bl oque AND	57
2. 8	Sí mbol o de programaci ón del bl oque OR	57
2. 9	Sí mbol o de programaci ón del bl oque NOT	57
2. 10	Sí mbol o de programaci ón del bl oque RETARDO A LA ACTI VACI ON	59
2. 11	Sí mbol o de programaci ón del bl oque RETARDO A LA DESACTI VACI ON	60
2. 12	Sí mbol o de programaci ón del bl oque RELEVADOR DE PARADA AUTOMÁTI CA RS	61
2. 13	Sí mbol o de programaci ón del bl oque RELEVADOR DE I MPULSOS	62
2. 14	Di agrama de ti empo del bl oque RELEVADOR DE I MPULSOS	62

2.15	Esquema de contactos Ej empl o 1	63
2.16	Esquema de conexión de salidas de Ej empl o 1	64
2.17	Programa en LOGO del ej empl o 1	64
2.18	Caldado externo en LOGO del Ej empl o 1	65
2.19	Pantalla LOD externa de LOGO	66
2.20	Pantalla principal del Software LOGOSoft	67
2.21	Esquema de Ej empl o 2	67
2.22	Programa en LOGOSoft de ej empl o 2	68
2.23	Pantalla principal de Simulación en LOGOSoft	69
2.24	Esquema Grafcet de la practica 1	70
2.25	Esquema Grafcet de la practica 2	72
2.26	Esquema Grafcet de la practica 3	75
2.27	Esquema Grafcet de la practica 4	76
2.28	Esquema Grafcet de la practica 5	81
2.29	Esquema Grafcet de la practica 6	84
3.1	Sistema de control	88
3.2	Mini LAB 1008	90
3.3	Diagrama de bloques funcional mini LAB 1008	91
3.4	Iconos de librerías universales de MCC	93
3.5	Muestra de componentes externos	94
3.6	Conector digital I/O	96
3.7	Muestra de los terminales de rosca	98
3.8	Conectores Principales y su pin out	99
3.9	Suministro de Potencia	102
3.0	Motor	103
3.11	Servo amplificador	104
3.12	Atenuador	105
3.13	Potenciómetros de entrada y salida	105
3.14	Preamplificador	106
3.15	Amplificador Operacional	107
3.16	Unidad de Carga	107
3.17	Conexión de Práctica 1A	110
3.18	Programa de Práctica 1A	111
3.19	Órbita de un amplificador	113
3.20	Conexión de Práctica 1B	114
3.21	Programa de Práctica 1B	116
3.22	Gráfica Vd taje de error contra grados de entrada	117
3.23	Programa Práctica 1C	118
3.24	Gráfica Vd taje error contra grados de entrada	120
3.25	Conexión de Práctica 1D	122

3. 26	Programa de Prácti ca 1D	123
3. 27	Conexi ón de Prácti ca 2A	126
3. 28	Programa de Prácti ca 2A	126
3. 29	Vd taj e de entrada contra sal i da del preampl i fi cador	128
3. 30	Vd taj e de entrada contra sal i da del preampl i fi cador mej orada	128
3. 31	Conexi ón de Prácti ca 2B	130
3. 32	Programa de Prácti ca 2B	131
3. 33	Control de Armadura	133
3. 34	Grafi ca Vel oci dad Vd taj e, Vel oci dad Torque	134
3. 35	Control de campo	134
3. 36	Vel oci dad Vd taj e, Vel oci dad Torque	135
3. 37	Conexi ón de Prácti ca 3A	136
3. 38	Programa de Prácti ca 3A	137
3. 39	Vel oci dad contra Vd taj e del Generador	138
3. 40	Conexi ón de Prácti ca 3B	142
3. 41	Programa de Prácti ca 3B	143
3. 42	Conexi ón de Prácti ca 4A	146
3. 43	Programa de Prácti ca 4A	146
3. 44	Conexi ón de Prácti ca 4B	151
3. 45	Programa de Prácti ca 4B	152
3. 46	Conexi ón de Prácti ca 5A	156
3. 47	Programa de Prácti ca 5A	157
3. 48	Conexi ón de Prácti ca 5B	159
3. 49	Programa de Prácti ca 5B	159
3. 50	Banda muerta	160
3. 51	Real i mentaci ón de vel oci dad	161
3. 52	Grafi ca de desal i neami ento	162
3. 53	Bl oques real i mentaci ón de vel oci dad	163
3. 54	Conexi ón de Prácti ca 5C	164
3. 55	Programa de Prácti ca 5C	165

INTRODUCCIÓN

La tendencia de la industria para optimizar la producción, es sustituir procesos manuales por procesos automáticos, los cuales pueden ser muy dedicados a cada problema en particular o pueden diseñarse para la reutilización del mecanismo de control dependiendo del tipo de proceso a controlar.

Los automatismos industriales están formados por diferentes tecnologías y elementos que al recibir información del exterior, generan comandos para que subsistemas receptores realicen su operación correspondiente dentro del marco de la activación global de señales generadas por el automatismo.

En la actualidad todas las industrias poseen, en alguna etapa de ellas, algún proceso automatizado, ya sea basado en elementos discretos o dispositivos programados, es decir PLC.

Por lo tanto el profesional de hoy en día debe tener una amplia formación en este tema, es por eso que se presenta este trabajo donde se describen diferentes experimentos prácticos, que involucren tanto diseño como construcción, con los que el estudiante podrá afianzar los conceptos, acerca de automatismo, obtenidos en clase.

Este trabajo se divide en tres partes bien definidas, en la primera parte se estudian los automatismos basados en "lógica cableada", es decir aquellos cuya construcción esta basada enteramente en dispositivos discretos, es decir: Relévores electromecánicos, Pistones, Contactores electromecánicos, Selectores, etc.

En la segunda parte se estudian los automatismos basados en "lógica programada", se da una explicación general del Controlador Lógico Programable tomando en cuenta diferentes marcas de PLC's, así como también se desarrollan ejemplos y proyectos utilizando el microPLC LOGO RC230 de Siemens.

En la tercera parte se presentan practicas para la materia de "Control Automático", estas se desarrollan haciendo uso del equipo "Feedback", el cual fue modernizado haciendo uso de la adquisición de datos vía computadora, para tal efecto se hace uso de una tarjeta DAQ y del software LabView.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Implementar un Laboratorio de automatismo industrial y modernizar el de Control Automático en la Escuela de Ingeniería Eléctrica

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diseñar y construir módulos para el estudio de automatismos con lógica cableada, además de conocer métodos de diseños y el funcionamiento de dispositivos eléctricos usados en estos.

Diseñar y construir módulos para el estudio de automatismos con lógica programada, así como el estudio del mini PLC Logo 230RC, como principal componente de los automatismos programados y el conocimiento del método de diseño Grafcet.

Modernizar el Laboratorio de la asignatura de control automático utilizando el equipo de feedback disponible.

JUSTIFICACIÓN, ALCANCES Y LIMITACIONES

§ JUSTIFICACIÓN

La del Laboratorio dará un soporte para el desarrollo del área de control automático en la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

En la industria es necesario que los Ingenieros eléctricos conozcan sobre automatismos industriales tanto en lógica cableada como utilizando PLC's y en la escuela de Ingeniería Eléctrica se carece de un laboratorio en el cual se pueden implementar dichos procesos industriales.

§ ALCANCES

1. Hacer una investigación teórica sobre conceptos de diseño de automatismos industriales cableados, con PLC's y mediante computadoras personales se incluirán ejemplos prácticos.
2. Diseñar y construir la infraestructura mínima requerida para que el Laboratorio funcione adecuadamente.
3. Diseñar guías de laboratorio correspondiente a lógica cableada, aplicaciones de PLC's con Grafcet. Y para las prácticas de control automático de la asignatura con el mismo nombre que se imparte en la Escuela de Ingeniería Eléctrica.
4. Diseñar interfaces e incluir transductores particularmente en lo que a las prácticas de la asignatura de Control Automático se refiere.

§ LIMITACIONES

El proyecto estará limitado a la factibilidad económica que el grupo posee

1. AUTOMATISMOS CON LÓGICA CABLEADA

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta un marco teórico de automatización de lógica cableada, dando además una descripción de los dispositivos que se emplean en la industria, y con fines académicos se desarrollan prácticas de laboratorio para mayor entendimiento y conocimiento de la teoría.

1.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE AUTOMATISMO

1.1.1 Definición de Automatismo.

Sistema formado por diferentes dispositivos y elementos, que al recibir información generan comandos para que subsistemas receptores realicen su operación correspondiente dentro del marco de la activación global de señales de comando generadas por el automatismo.

1.1.2 Componentes de un Automatismo

Los sistemas de automatismo se componen de dispositivos y elementos tales como: reléevadores, lógica integrada, PLC's (programmable logic controller) y/o computadores.

1.1.3 Estructura General Básica.

En la Figura 1.1 se muestra la estructura básica de un automatismo, y aquí se describen a continuación:

1.1.3.1 Información Externa:

Datos que se reciben desde el exterior, los cuales se deben interpretar para poder realizar una determinada función, por ejemplo: presionar un pulsador, etc.

1.1.3.2 Procesamiento inicial de las señales:

También llamado acondicionamiento de señal, aquí se 'formatean' los datos adquiridos desde el exterior.

1.1.3.3 Núcleo del automatismo:

Aquí se generan los comandos, se toman las decisiones de que hará el automatismo en base a la información recibida.

1. 1. 3. 4 Subsistemas receptores:

Circuitos que reciben las órdenes del núcleo para su accionamiento individual.

1. 1. 3. 5 Función requerida:

Las funciones que deben realizarse como resultado final del automatismo.

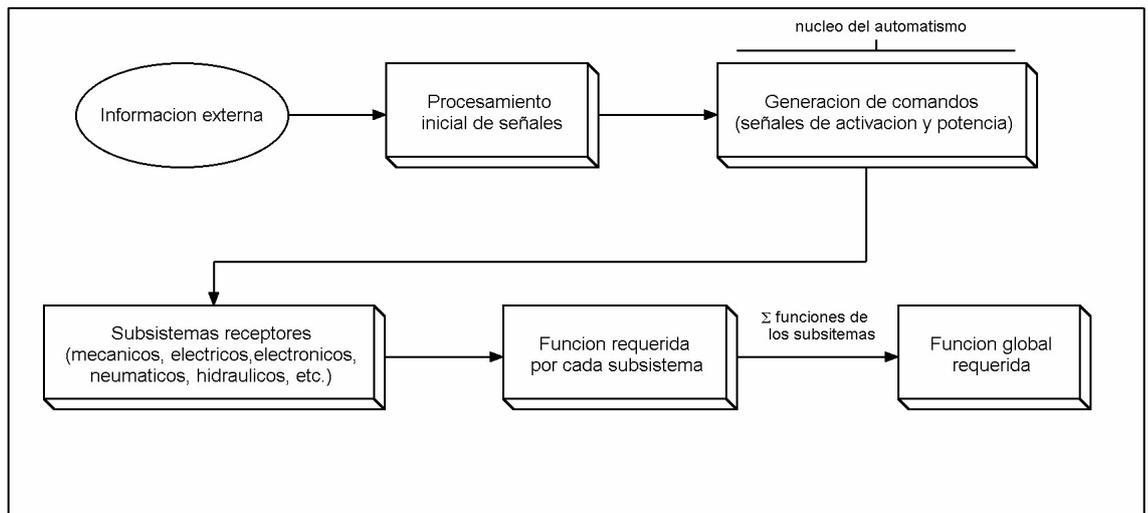


Figura 1. 1 - Estructura general de un automatismo.

1. 2 CLASIFICACIÓN DE LOS AUTOMATISMOS.

1. 2. 1 Según los elementos empleados en el núcleo.

1. 2. 1. 1 Mecánicos:

Palancas, engranes, levas, etc.

1. 2. 1. 2 Eléctricos:

Basados en contactores, relés, pulsadores, etc. Requieren también componentes mecánicos para su función.

1. 2. 1. 3 Neumáticos:

Funcionan con aire a presión, empleándose los elementos como válvulas neumáticas, electroválvulas, etc. Necesitando también los elementos eléctricos y mecánicos.

1. 2. 1. 4 Hidráulicos:

Funcionan con aceite, se emplean en aplicaciones similares a los neumáticos solo que son más precisos y de respuesta instantánea debido a las características de viscosidad del fluido que emplean.

1. 2. 1. 5 Eléctricos o Programables:

Se basan en lógica integrada, también requieren de elementos mecánicos, eléctricos y neumáticos, pueden incluir PLC's y/o computadoras.

1. 2. 2 Según su capacidad de trabajo

1. 2. 2. 1 Cableados:

Solo sirven para la función para la que fueron diseñados.

1. 2. 2. 2 Programables:

Se basan en algún tipo de microprocesador y su función global depende del programa grabado en su memoria, se implementan con PLC y/o computadoras.

1. 3 FUNCIONAMIENTO DEL AUTOMATISMO.

En general se describen dos formas de funcionamiento.

1. 3. 1 Sin ciclo de trabajo.

En este caso, los comandos de salida se activan sin seguir un orden preestablecido obedeciendo información de entrada exterior o interna, aunque el proceso de generación de los comandos pueda ser secuencial; pero sin una secuencia establecida de trabajo. Esta forma de funcionamiento puede ser de dos tipos, descritos a continuación:

- Sin memoria del último estado de salida: En este tipo, los valores actuales de los comandos no toman en cuenta su valor previo justo antes de producir una variación en la información de entrada, el automatismo es combinatorial.

- Con memoria de último estado de salida: En este caso, los valores que toman los comandos toman en cuenta su valor anterior

Estos sin ciclo de trabajo automático trabajan usualmente con memoria de último estado de salida.

1.3.2 Con ciclo de trabajo.

Hay dos tipos de funcionamiento particular en este caso

1.3.2.1 Con ciclo único de trabajo.

El automatismo comienza su operación después de una orden de arranque, y realiza toda la secuencia de trabajo de acuerdo con la activación de las entradas necesarias al final de la secuencia de trabajo, el automatismo se detiene por sí solo.

Tipos de entradas en los automatismos de Ciclo Único:

- De marcha: inicia el ciclo de trabajo
- De cambio de secuencia: se cambia la secuencia a realizar.
- De emergencia: detiene inmediatamente la secuencia de trabajo poniendo al sistema en un estado intermedio.

1.3.2.2 Ciclo Automático de trabajo.

El automatismo realiza la secuencia de trabajo al presentarse las entradas oportunas, después de la orden de marcha. Al terminar la secuencia comienza otra de nuevo sin requerir la orden de marcha, efectuando secuencias completas infinitamente hasta recibir una entrada de parada.

Tipos de entrada:

- De marcha
- De cambio de secuencia
- De emergencia
- De parada: al activarse no se detiene inmediatamente al automatismo sino que comienza para que no trabaje en ciclo

automático. El automatismo se detiene al final de la secuencia de trabajo.

- De rearme: se usa para desmemorar la entrada de emergencia y poder activar la orden de marcha.

1.4 ELEMENTOS DE LOS AUTOMATISMOS CON LOGICA CABLEADA

Para la construcción de automatismo de lógica cableada se utilizan generalmente los siguientes elementos:

1.4.1 CONTACTORES

Se llama contactor a un juego de interruptores accionados por un electroimán (Figura 1.2), el cual puede ser controlado a distancia. Así pues, característica importante de un contactor será la tensión a aplicar a la bobina de accionamiento, así como su intensidad ó potencia. Según sea el fabricante, dispondremos de una extensa gama de tensiones de accionamiento, tanto en continua como en alterna siendo las más comúnmente utilizadas, 24, 48, 220, y 380. La intensidad y potencia de la bobina, naturalmente dependen del tamaño del contactor.

El tamaño de un contactor, depende de la intensidad que es capaz de establecer, soportar e interrumpir, así como del número de contactos de que dispone (normalmente cuatro). El tamaño del contactor también depende de la tensión máxima de trabajo que puede soportar, pero esta suele ser de 660 V. para los contactores de normal utilización en la industria, en la figura 1.3 observan la forma física de algunos contactores.

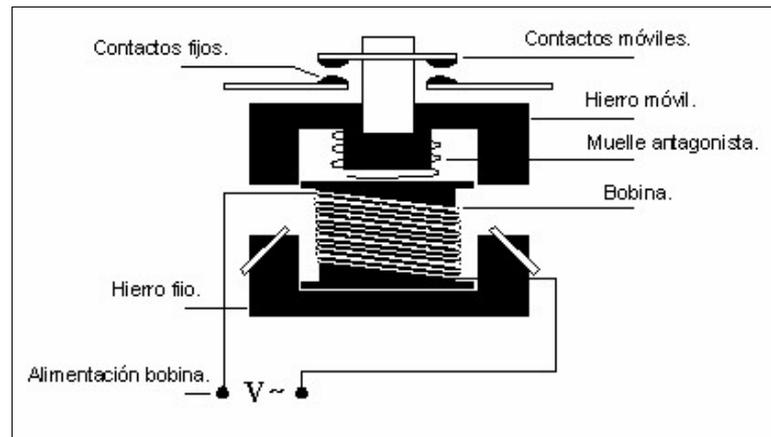


Figura 1.2 - Esquema que muestra las partes principales de un Contactor.

1.4.1.1 Partes principales de un Contactor.

1.4.1.1.1 Contactos principales.

Los contactos principales sirven para cerrar o abrir el circuito principal a través del cual se transporta la corriente hacia el motor. En el contactor estos son los contactos de mayor tamaño, debido a que conducirán corrientes altas.

En la mayoría de los contactores hay tres (3) pares de contactos principales los cuales permanecen abiertos estando el contactor en reposo y por eso son llamados "normalmente abiertos".

Los contactos se fabrican con material aleado y nunca puro a no ser para poca intensidad y entonces son de cobre electrolítico. Las aleaciones más importantes son: plata-cadmio, plata-paladio y plata-níquel. Este último es el más utilizado debido a que es de gran resistencia eléctrica al desgaste por arco y tiene buena resistencia mecánica.

Los requisitos que debe reunir un buen contacto son: debe ser resistente mecánicamente, no oxidable, poca resistencia en el punto de contacto, resistencia a la erosión producida por arco, no formar óxido que sean aislantes, no tener tendencias a pegar o soldar.

1. 4. 1. 1. 2 Contactos Auxiliares.

Los contactos auxiliares sirven exclusivamente para realizar funciones de control o gobierno de uno o varios contactores y aparatos de control y también de encargan de la señalización del sistema. Los contactos auxiliares son de menor tamaño que los principales porque conducirán corriente pequeñas, que son las que consumen las bobinas de los contactores, luces piloto y aparatos de control.

Los contactos auxiliares pueden estar abiertos o cerrados estando el contactor en reposo.

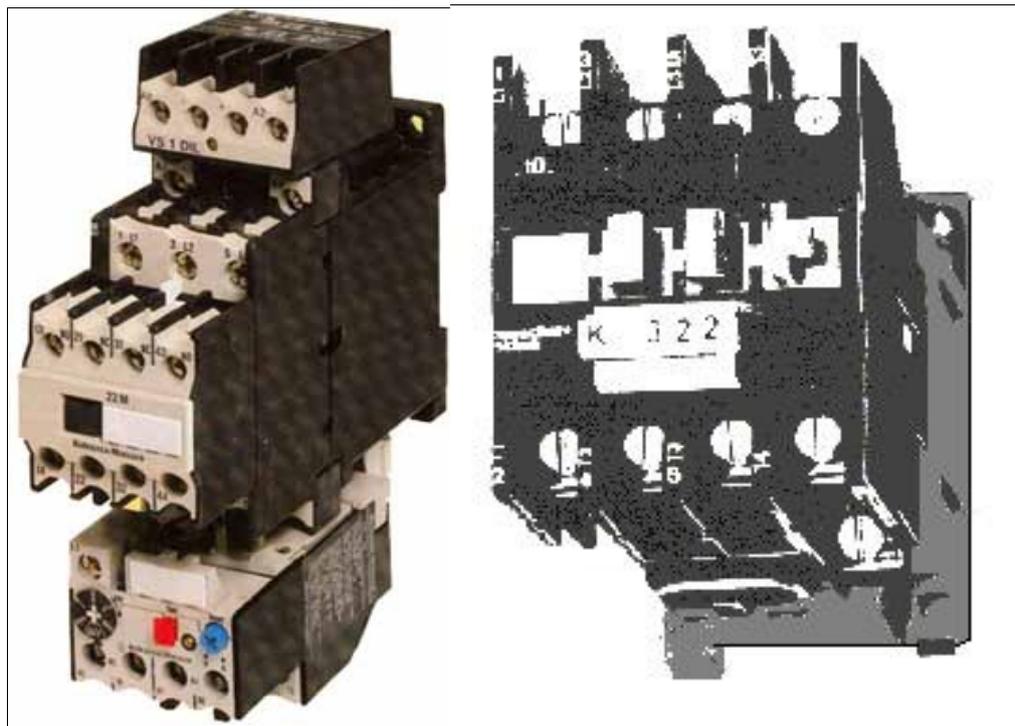


Figura 1. 3 - Diferentes formas físicas de un Contactor.

1. 4. 2 RELEVADORES (rel és).

Un rel evador es un interruptor electromagnético que abre y cierra un conjunto de contactos cuando su bobina se energiza. La bobina produce un campo magnético fuertemente atrae una armadura móvil, accionando los contactos.

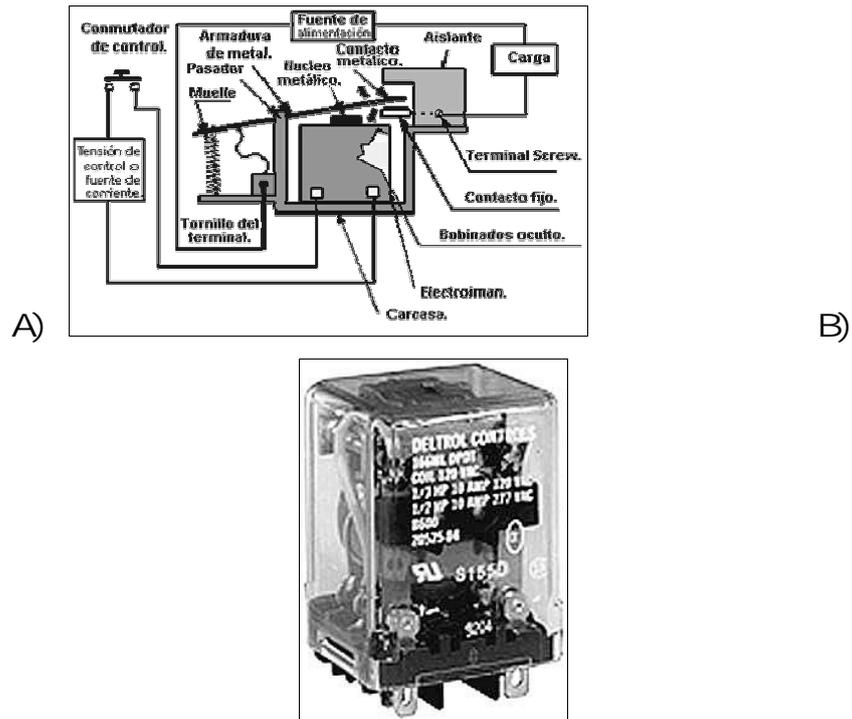


Figura 1. 4 - A-Esquema que muestra las partes internas de un Rel evador. B) Representación física de un Rel evador.

1. 4. 3 PULSADORES Y BOTONERAS.

Es el dispositivo de mando más utilizado. Dispone de uno o más contactos, abiertos o cerrados, de acción instantánea, que recuperan su posición inicial cuando cesa la presión sobre ellos. Todo pulsador está compuesto fundamentalmente de un actuador o accionador, un bloque de contactos y una placa indicadora. Los pulsadores pueden alojarse en cajas, y así se forman las cajas de 2, 3, 4 o más pulsadores comúnmente llamados botoneras. La Figura 1.5 muestra algunos pulsadores.



Figura 1.5 - Diferentes tipos de Pulsadores.

1.4.4 SEÑALIZACIONES LUMINOSAS

Ver figura 1.6. Suelen ser lámparas de bajo consumo (de gas neon) que llevan una pantalla coloreada o una silueta para llamar la atención al ser encendidas. Los colores de las lámparas o de las lentiillas colocadas de delante de ellas están normalizados. Su significado está expresado en la norma UNE 20127-74. En la tabla 1.1, se ha resumido el significado de los colores normalizados de los pulsadores luminosos.



Figura 1.6 - Tipos de Luces piloto

Color	Significado del color	Utilizaciones típicas
Roj o	-Acción en caso de urgencia -Parada o puesta fuera de tensión.	-Parada de emergencia -Parada general -Parada de un elemento de una máquina -Rearme combinado con parada.
Amari llo	-Intervención.	-Intervenciones para evitar un peligro o un cambio no deseado.
Verde	- Puesta en servicio o puesta en circuito.	-Arranque general. -Cierre de un interruptor.
Azul	-Todo significado específico no cubierto por los colores anteriores.	-Un significado no cubierto por los colores rojo, amarillo y verde puede serle atribuido a este color en casos particulares.

Negro Gris Blanco	-Si n si gri fi cado especi fi co.	-Puede uti l i zarse para cual qui er funci ón, exceptuando los pul sadores cuya úni ca funci ón sea la parada o puesta fuera de tensi ón.
-------------------------	---------------------------------------	--

Tabla 1.1 - Resumen del color de los pulsadores luminosos y su significación

1.4.5 INTERRUPTOR FINAL DE CARRERA

Los interruptores final de carrera, llamados también interruptores de límite, son interruptores de contacto momentáneo accionados mecánicamente por maquinaria en movimiento Figura 1.7. Los interruptores final de carrera no son más que pulsadores, con la misma variedad que estos, pero accionados por maquinaria en movimiento. Sirven para limitar el avance de partes mecánicas en movimiento. Al igual que los pulsadores, los interruptores final de carrera pueden ser sencillos o de doble fondo, abiertos y cerrados.



Figura 1.7 - Tipos de interruptores finales de carrera.

1.4.6 TEMPORIZADORES

Los temporizadores abren o cierran sus contactos después de un cierto tiempo (regulado a voluntad) de accionar su circuito magnético. Ver Figura 1.8.

Según el procedimiento empleado para conseguir este tiempo de pausa (temporizar), se dividen en:

- Relojería: tiempo regulado por un procedimiento de relojería.
- Neumática: tiempo regulado por una cámara de aire.
- Térmica: tiempo regulado por el calentamiento de un bi metal.

- Motor síncrona: tiempo regulado por un motor síncrono.
- Electrónica: tiempo regulado por un circuito RC.

De acuerdo a la forma de retardo de los contactos, los relés de tiempo pueden ser:

- De retardo al cerrar: temporizado a la conexión.
- De retardo al abrir: temporizado a la desconexión.



Figura 1.8 - Representación física de un Relé de tiempo o Temporizador.

1.4.7 TERMOSTATOS.

Aparatos que abren o cierran circuitos eléctricos, en función de la temperatura que los rodea. Los termostatos no deben confundirse con los relés térmicos.

- De láminas metálicas: Se fundamenta en la acción que ejerce la temperatura en una lámina, compuesta por dos metales con diferentes coeficientes de dilatación (bi metal), que se flexiona (dobla) al elevarse o disminuir la temperatura, hasta llegar a accionar los contactos que tiene.
- De tubo capilar: Aprovecha las alteraciones en la presión de un fluido alojado en un tubo muy delgado, al

variar la temperatura. Esta variación de presión produce a su vez una modificación en la forma del tubo, hasta accionar los contactos eléctricos que posee.

1.4.8 DETECTORES.

Conocidos también como captadores o sensores, son dispositivos electrónicos que transmiten información sobre presencia, ausencia, paso, fin de recorrido, rotación, conteo etc. de objetos sin entrar en contacto físico con las piezas.

1.4.9 RELEVADORES DE SOBRECARGA

Los relevadores de protección son elementos que sirven para proteger la carga contra cortocircuitos y sobrecargas.

1.4.9.1 Relevadores térmicos.

El relevador térmico es un elemento de protección que acciona contactos mediante la curvatura de un elemento bimetálico provocado por el calor que produce una corriente eléctrica al pasar por dicho elemento, por ejemplo una corriente eléctrica debida a una sobrecarga de un motor.

1.4.9.2 Relevadores magnéticos.

Son elementos de protección que accionan contactos aprovechando el movimiento que se produce cuando un electroimán atrae a una pieza móvil de hierro. La corriente que acciona el electroimán es producida por una fuerte sobrecarga, por ejemplo en un motor, que requiere la apertura rápida de los contactos principales del contactor, lo cual se logra cuando la bobina de este se desenergiza mediante la apertura de los contactos que accionan el electroimán del relevador magnético.

1.4.9.3 Relevadores Magneto-térmicos.

Son elementos de control que tienen las dos formas anteriores de accionar: térmica y magnética.

1.5 METODO BASICO DE DISEÑO DE AUTOMATISMO CON LOGICA CABLEADA

Un diagrama básico en bloques de un automatismo en general se muestra en la Figura 1.9

Al momento de diseñar automatismos con lógica cableada se tienen que definir las condiciones físicas tales como: condiciones de marcha y paro, el funcionamiento del automatismo (con o sin ciclo de trabajo), y tipo de elementos actuadores o receptores de cada salida o entrada. Para así poder definir los elementos y capacidad de trabajo del autómata (programable o cableado).

Luego se deben obtener las ecuaciones lógicas de operación del circuito de mando, mediante un procedimiento de diseño, de los presentados a continuación figura 1.9.

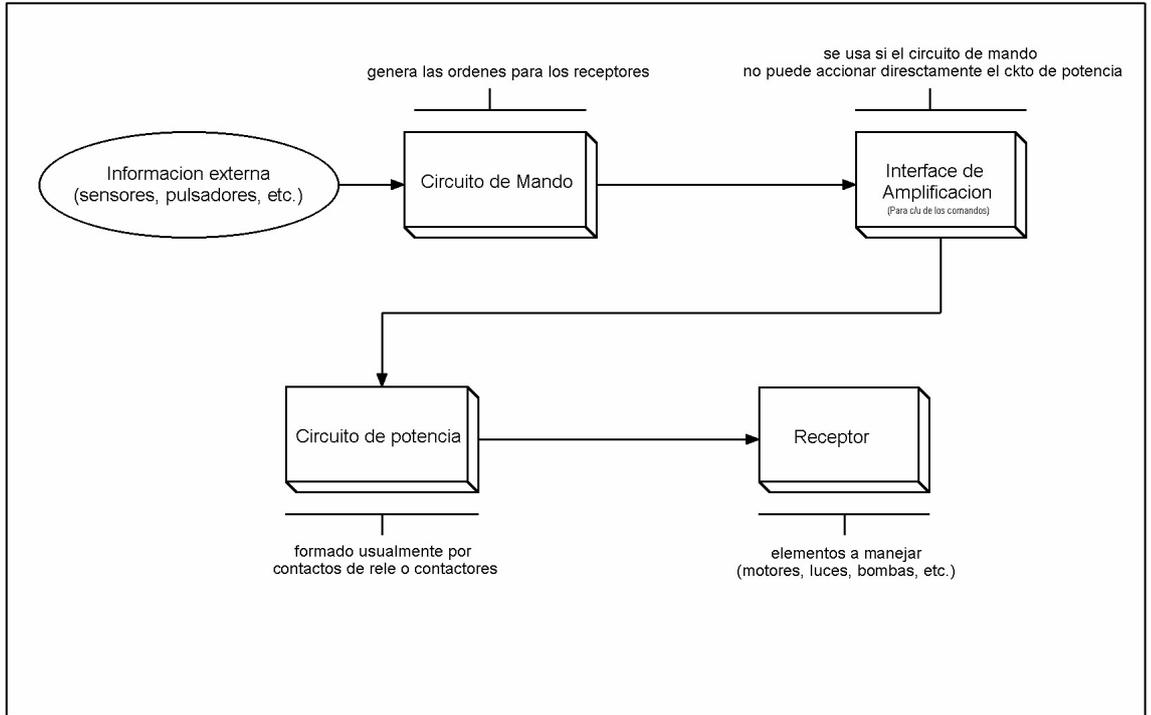


Figura 1.9 Diagrama en bloques de un automatismo en general.

1. 5. 1 TABLA DE VERDAD

Se usa si el automatismo es combinatorial o secuencial (con o sin ciclo de trabajo), de pequeña complejidad con pocas variables de entrada y de salida.

1. 5. 2 TABLA DE ESTADO

Como un circuito secuencial síncrono, si el automatismo es secuencial con pocas o muchas variables de entrada y/o salida.

1. 5. 3 DISEÑO RAZONADO

En este caso, las variables de entrada se definen como variables "creadoras" si son las que hacen que se produzca la activación de una o más funciones de salida y se definen como variables "anuladoras" si la activación de ellas, desactivan las salidas activadas por las variables "creadoras". Este método se basa en el siguiente teorema. "La ecuación lógica de cualquier función de salida se obtiene con el producto lógico de c/u de las variables anuladoras negada, multiplicado por la suma lógica de todas las variables creadoras sin negar".

$$\text{Salida} = \prod_{\text{lógica}} (\overline{\text{c/u variables de entrada anuladoras}}) * \sum_{\text{lógica}} (\text{c/u variables de entrada creadoras})$$

Luego a partir de las ecuaciones lógicas se diseña el diagrama eléctrico del circuito de mando tomando en cuenta normas de seguridad y aspectos económicos. El circuito de mando puede implementarse usando:

- § Contactos de reléadores o de contactores.
- § Circuitos de lógica integrada (ICs)
- § Elementos neumáticos o hidráulicos.

1.6 IMPLEMENTACIÓN DE AUTOMATISMOS DE LÓGICA CABLEADA

Se deben seguir las normas siguientes:

- Cada una de las ecuaciones lógicas se implementa con contactores o relevadores.
- Las multiplicaciones de variables en una ecuación lógica equivalen a poner en serie los contactos que representan a las variables involucradas.
- La suma lógica de variables en una ecuación equivale a poner en paralelo los contactos que representan a esas variables.
- Las variables de entrada externas pueden provenir de pulsadores, contactos auxiliares o sensores de fenómenos físicos externos.
- Cuando en una ecuación aparece como entrada una variable de salida, dicha entrada se obtiene con un contacto auxiliar proveniente del contactor o relevador que implementa dicha salida.
- Se debe recordar las relaciones lógicas siguientes:

$$\overline{(A+B)} = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

$$\overline{(A \cdot B)} = \bar{A} + \bar{B}$$

- Un sistema de control, en general, está formado por dos circuitos:
 - i. Circuito Principal o de Potencia: es el circuito por donde se conduce la mayor corriente de todo el sistema de control, en el circuito de potencia intervienen elementos como: los contactos principales de un contactor, los relevadores de protección, el motor o máquina a controlar, etc.

ii. Circuito de Mandob o de Gobierno: Es el que controla las bobinas de los contactores para que estas a su vez controlen el motor o maquina; intervienen elementos como: bobinas de los contactores o relevadores, señalizaciones, contactos auxiliares. Debido a que alimenta solo cargas relativamente pequeñas, el circuito de mando conducirá corrientes bajas.

1.6.1 Ejemplos.

1. Obtener con pulsadores el diagrama esquemático para la implementación de la ecuación lógica: $S = \bar{A}.B.(C + \bar{D})$ donde S es el elemento a energizar al presentarse la combinación de pulsadores expresada por la ecuación.

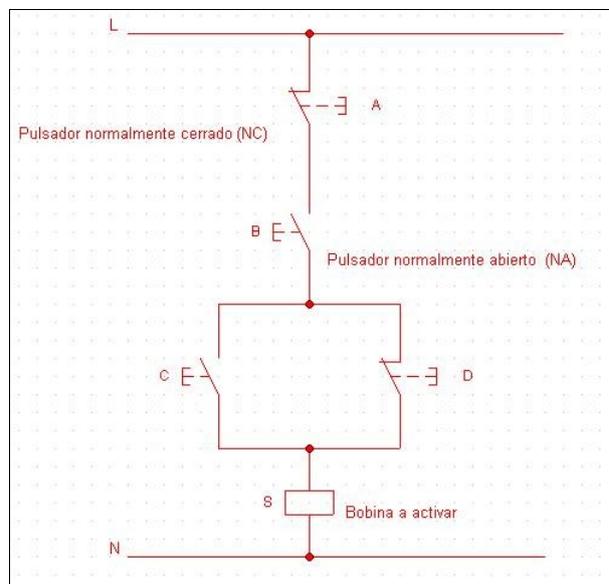


Figura 1.10 Diagrama esquemático para el ejemplo 1.

2 Obtener los circuitos que actúan a R1 y R2, siendo P1', P2', M1 y M2 pulsadores, en las ecuaciones:

$$R1 = \bar{P1}.R2.(M1 + R1)$$

$$R2 = \bar{P2}.(M2 + R2)$$

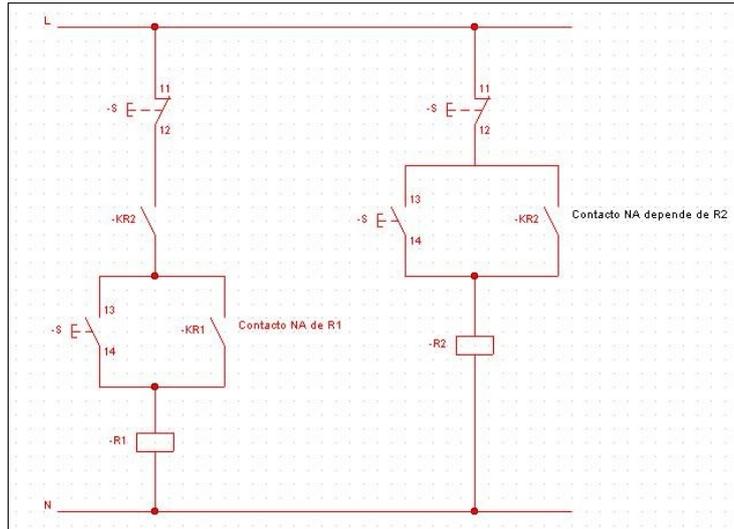


Figura 1. 11- Diagrama esquemático del ejemplo 2

1. 7 PRACTICAS DE AUTOMATISMO DE LOGICA CABLEADA

1. 7. 1 CONTROL DE ARRANQUE Y PARO DE UN MOTOR TRI FÁSICO.

Introducción:

En la industria es común encontrar motores trifásicos, por lo tanto es importante conocer lo básico acerca de ellos, en este caso como arrancar y parar un motor trifásico desde botones separados.

Objetivos:

- Controlar el arranque y paro de un motor trifásico.
- Conocer los componentes básicos de un automatismo.
- Familiarizarse con el método de diseño de lógica cableada.

Materiales a utilizar:

- 1 Contactor trifásico
- 1 contacto auxiliar del contactor
- 1 pulsador normalmente abierto (NA)
- 1 pulsador normalmente cerrado (NC)
- 1 motor trifásico
- 3 m de alambre

Planteamiento:

Diseñar el automatismo que controle el arranque y parada de un motor trifásico, considerando los pulsadores: A para arranque y P de paro. Además si por error o falla se activan los pulsadores al mismo tiempo el motor debe detenerse teniendo P prioridad sobre el pulsador de arranque A.

Se usará un contactor trifásico para controlar las tres líneas de alimentación al motor. También la salida M que activa al contactor debe ser memorizada para que A y P funcionen correctamente considerando que la duración de la activación de estos es momentánea.

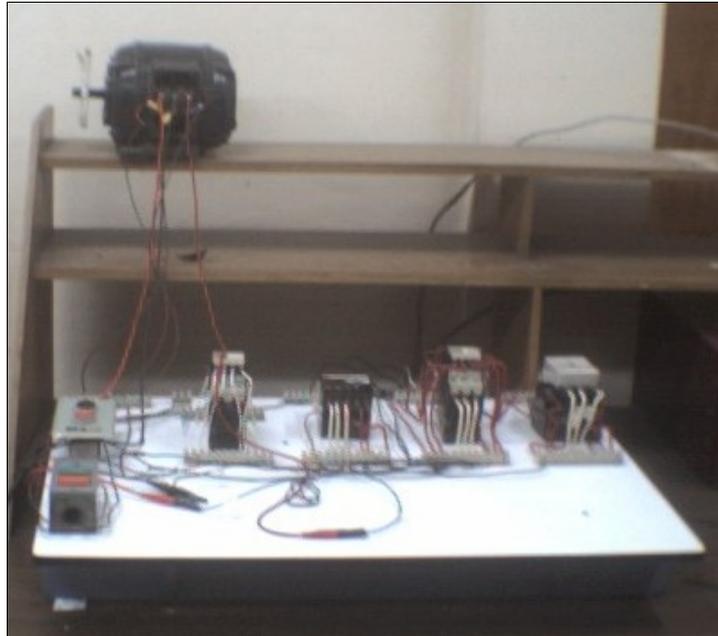


Figura 1.12 - Motor trifásico y Módulo de contactores para realizar prácticas.

Variab les a uti l i zar:

A = Pul sador de arranque

P = Pul sador de parada

M = Bobi na de contactor que control a a el motor

Acti vi da des:

1. Encontrar ecuaciones lógicas para el automatismo
2. Elaborar los diagramas de los circuitos de mando y de control
3. Implementar el automatismo haciendo uso de los módulos disponibles y realizar pruebas
4. Conducir a cerca del sistema anterior
5. Modificar el diseño para que automáticamente se pare el motor al transcurrir cierto tiempo.

1. 7. 2 CONTROL DE ARRANQUE ESTRELLA-DELTA DE UN MOTOR TRI FÁSICO.

Introducción:

Este método de arranque consiste en que al instante de arranque el motor se conecta en estrella (Y) y cuando se acelera hasta cerca de su velocidad nominal, se conecta en delta (?).

Si un motor trifásico, cuya conexión normal es Delta, se conecta en estrella, cada fase recibirá un voltaje menor que el nominal debido a las características de los sistemas trifásicos. El voltaje de cada fase se reduce $\sqrt{3}$ veces del voltaje nominal; por lo tanto la corriente también se reducirá $\sqrt{3}$ veces de la corriente que toma en Delta, o sea:

$$I_{amp. Y} = 1/\sqrt{3} \text{ amp. } ?.$$

Por consiguiente un motor conectado en estrella en el instante de arranque, arranca a voltaje reducido y por lo tanto absorbe una corriente de arranque menor. Al arrancar, el motor empezará a acelerarse y cuando haya alcanzado aproximadamente su velocidad nominal se le debe aplicar el voltaje completo de la línea; para esto se deshace la conexión Estrella (Y) y se hace la conexión a Delta (?) que es su conexión de trabajo.

El tiempo de aceleración es aproximadamente 5 ó 6 segundos. Como la corriente se reduce en $1/\sqrt{3}$, el par se reduce a $1/3$, por lo tanto este método se utiliza en condiciones de fácil arranque.

Objetivos:

- Realizar un automatismo para el arranque estrella-delta de un motor.
- Conocer para que sirve este tipo de arranque.

- Familiarizarse con el uso de reléevadores de tiempo.

Materiales a utilizar:

- 1 Contactor trifásico con 3 contactos auxiliares
- 2 Contactor trifásico con 1 contactos auxiliares
- 1 Temporizador (Reléevador de tiempo)
- 1 pulsadores normalmente abierto (NA)
- 1 pulsador normalmente cerrado (NC)
- 1 motor trifásico
- 5m de alambre

Planteamiento:

Diseñar un control para un motor trifásico, para que su arranque se realice en conexión estrella (Y) y transcurrido un tiempo hasta alcanzar su velocidad nominal el sistema comutará a una conexión delta (?).

El motor debe mantener su bobinado primario fijo solo con la condición energizada o des-energizada (arranque y paro), el cambio de configuración lo debe hacer el bobinado secundario. Se debe tomar en cuenta que al inicio el bobinado secundario debe cumplir la conexión estrella (Y) y luego usar un Temporizador (Reléevador de tiempo) para controlar la comutación a conexión delta (?). Hay que tener cuidado que con la condición Y el bobinado secundario está des-energizado, y cuando comuta a ? se energiza de tal manera que se deben usar 3 contactores, uno para el bobinado primario, otro para controlar el bobinado secundario en conexión estrella (Y) y otro para controlar el bobinado secundario en conexión delta (?). Los contactores de control de comutación secundaria Y-? deben ser excluyentes entre sí, para que uno anule al otro.

Variab les a uti l i zar:

TM: Tempori zador

K1: Contactor que maneja el bobinado primario

K2: Contactor que maneja el bobinado secundario en
condición estrella (Y)

K3: Contactor que maneja el bobinado secundario en
condición delta (?)

A: Pulsador de Arranque

P: Pulsador de Parada

Acti vi da des:

- Encontrar ecuaciones lógicas para el automatismo
- Elaborar los diagramas de los circuitos de mando y de control
- Implementar el automatismo y realizar pruebas
- Conducir a cerca del sistema anterior
- Realizar la modificación del diseño para que el automatismo realice el arranque Delta-Estrella.

1. 7. 3 CONTROL DEL SENTIDO DE GIRO DE UN MOTOR TRI FÁSICO.

Introducción:

En ocasiones se necesita controlar el sentido de giro de un motor trifásico ya sea para controlar grandes bandas transportadoras hasta la subida y bajada de un elevador; básicamente esto se logra intercambiando una de las tres fases de alimentación del motor.

Objetivos:

- Realizar un automatismo para controlar el sentido de giro de un motor trifásico.
- Conocer como se conecta un motor según el sentido de giro.
- Familiarizarse con el método de diseño de lógica cableada.

Materiales a utilizar:

- 2 Contactores trifásicos
- 2 contactos auxiliares de c/u de los contactores
- 2 pulsadores normalmente abierto (NA)
- 2 pulsador normalmente cerrado (NC)
- 1 motor trifásico
- 4m de alambre

Planteamiento:

Disñar y construir un automatismo para la inversión de giro de un motor trifásico, pasando por paro. Usar dos

pulsadores para que uno controle el sentido 'horario' y el otro el sentido 'anti horario' del giro del motor, antes de realizar el cambio de sentido de giro se debe detener el motor por medio de un pulsador de parada P, para evitar un cambio de sentido de giro cuando el motor este en marcha y prevenir que el motor se dañe. Se debe tener en cuenta la 'seguridad' para que cuando el motor este girando en el sentido horario el sistema que controla el sentido anti horario debe estar bloqueado y viceversa. Así la inversión de giro se podrá realizar hasta pulsar P.

Variab les a uti l i zar:

KM1: Contactor 1, para controlar el sentido anti horario

KM2: Contactor 2, para controlar el sentido horario

P: Pulsador de parada.

I: Pulsador, para activar el arranque en sentido anti horario.

D: Pulsador, para activar el arranque en sentido horario.

Acti vi da des:

- Encontrar ecuaciones lógicas para el automatismo
- Elaborar los diagramas de los circuitos de mando y de control
- Implementar el automatismo y realizar pruebas
- Conducir a cerca del sistema anterior
- Modificar el diseño agregándole un Temporizador (relevador de tiempo), para que después de presionar el pulsador de parada, el automatismo espere un tiempo hasta que el eje del motor se detenga completamente, mientras tanto los pulsadores de girar no responderán, estarán bloqueados; al detenerse el eje completamente los pulsadores se desbloquearán y responderán al ser accionados.

1.7.4 CONTROL DE ELEVADOR DE DOS NIVELES

Introducción:

En edificios de más de un nivel, al mover carga o personas de un nivel a otro se hace necesario el uso de elevadores, para realizar una mejor movilidad, es por eso que esta práctica muestra el funcionamiento básico de un elevador, así como el uso de interruptores final de carrera, para la detección de la cabina en cada nivel.

Objetivos:

- Realizar un automatismo para el control del elevador.
- Hacer uso de interruptores final de carrera.
- Controlar motores monofásicos a 110v.

Materiales a utilizar:

- 4 Relé elevadores a 24v y tres contactos cada uno, hacer uso del módulo de relé elevadores disponible.
- 2 Interruptores final de carrera
- 3 pulsadores normalmente abiertos (NA)
- 1 motor monofásico a 110v, (el motor posee tres líneas una es el común mientras las otras determinan el sentido de giro)
- 7 m de alambre
- Prototipo para el elevador, el cual se muestra a continuación.



Figura 1.13 - Prototipo para el evador.

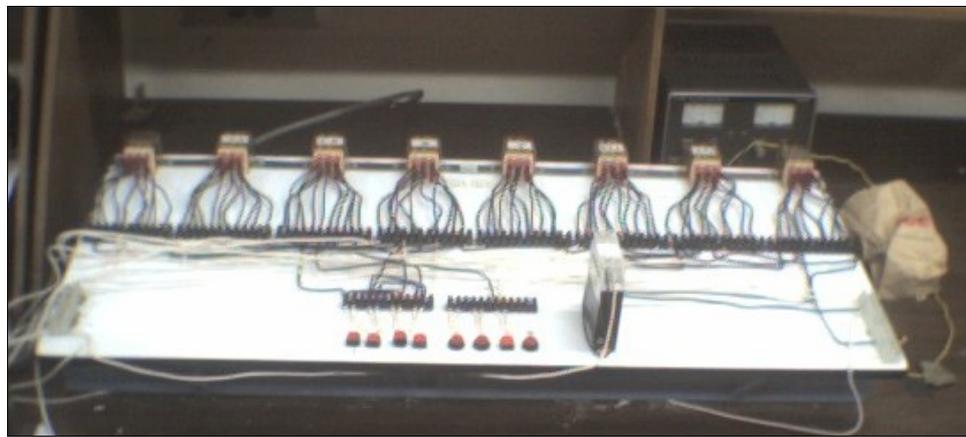


Figura 1.14 - Módulo de Relé evadores y pulsadores.

El anteaumento:

El diseño de un elevador de 2 niveles utilizando un motor DC o AC reversible en giro. El circuito de control debe ser capaz de detectar en que nivel se encuentra el ascensor por medio de los sensores F1 y F2 para el nivel 1 y 2 respectivamente. En cada nivel debe haber 2 botones, uno para bajar y otro para subir la cabina del ascensor, de tal manera que si una persona se encuentra en el nivel 1 y la cabina en el 2 y la persona oprime el botón de bajar, la cabina debe bajar al nivel 1. El ascensor debe estar diseñado para que si un corte de energía ocurre y la cabina quedara atrapada entre los pisos, esta vuelve

(baja) al piso 1 si al reconectar la energía las personas pulsaran un botón de emergencia E.

VARIABLES A UTILIZAR:

F1: Sensor 1 (interruptor final de carrera ubicado en el nivel 1)

F2: Sensor 2 (interruptor final de carrera ubicado en el nivel 2)

S1: Botón bajar cabina

S2: Botón subir cabina

M1: Contactor que controla el motor para que baje la cabina

M2: Contactor que controla el motor para que suba la cabina

KF1: Bobina controlada por F1

KF2: Bobina controlada por F2

E: Botón de emergencia

ACTIVIDADES:

- Encontrar ecuaciones lógicas para el automatismo
- Elaborar los diagramas de los circuitos de mando y de control
- Implementar el automatismo y realizar pruebas
- Conducir a cerca del sistema anterior
- Agregar al automatismo un Botón E' similar a E, pero en lugar de bajar la cabina, al presionar E' deberá subir hasta el último nivel.

1. 7. 5 BANDA ELECTRI CA CON BARRERA FOTOELÉCTRI CA

Introducci ón:

En los centros comerciales y empresas es común observar escaleras eléctricas y especialmente en aeropuertos existen bandas transportadoras de equipaje o personas dichas bandas utilizan el mismo principio de una escalera eléctrica, el cual por medio de un pulsador de marcha inicia su trabajo y por medio de uno de parada o emergencia lo finaliza. Ahora haremos esto de manera diferente el pulsador de marcha será sustituido por un sensor fotoeléctrico y el pulsador de parada por la finalización del conteo de un timer.

Objetivos:

- Implementar una banda fotoeléctrica activada con un Sensor fotoeléctrico.
- Integrar un timer de 110 V ac al circuito de mando de 24V dc por medio de un relé auxiliar.

Materiales a utilizar:

- 1 sensor fotoeléctrico
- 3 relés a 24v
- 1 timer a 110v
- 1 motor a 110v de baja velocidad
- 4 m de alambre
- Prototipo físico BANDAS

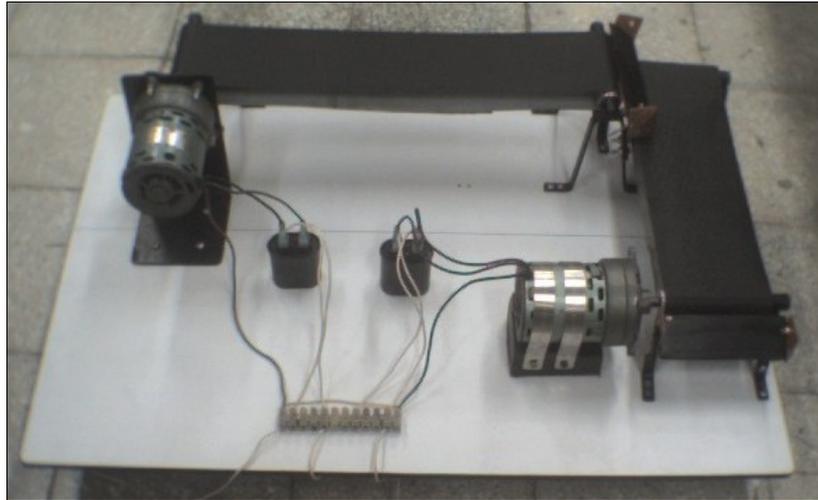


Figura 1.15 – Módulo de Bandas con barrera fotoeléctrica

Planteamiento:

Disenñar una banda eléctrica que se active por medio de un sensor fotoeléctrico y se desactive por medio del conteo de un temporizador (relé de tiempo). La banda será utilizada para transporte de personas de tal manera que cuando una persona se aproxima a la banda el sensor detecta a la persona y activa la banda, así la persona puede abordarla y trasladarse sin necesidad de caminar. Al momento que la banda se activa también lo hace el temporizador que estará configurado de tal manera que el conteo dura hasta que la banda haya transportado a la persona hasta el final y se desactive parando la banda, el sensor es el único que activa la banda y el temporizador es el único que la detiene, con cada persona que se aproxima a la banda el sensor reconfigura el temporizador para que inicie un nuevo conteo y así la banda se detenga hasta que la última persona haya bajado.

Variables a utilizar:

F1: Sensor fotoeléctrico que controla al relé KA1

KM1: bobina del relé que controla el motor.

KT1: bobina del temporizador.

KA1: bobina manejada por la barrera fotoeléctrica.

Actividades:

1. Encontrar ecuaciones lógicas para el automatismo
2. Elaborar el circuito de mando y de control
3. Implementar el automatismo y realizar pruebas
4. Conducir a cerca del sistema anterior
5. Modificar el diseño para que incluya un pulsador de emergencia.

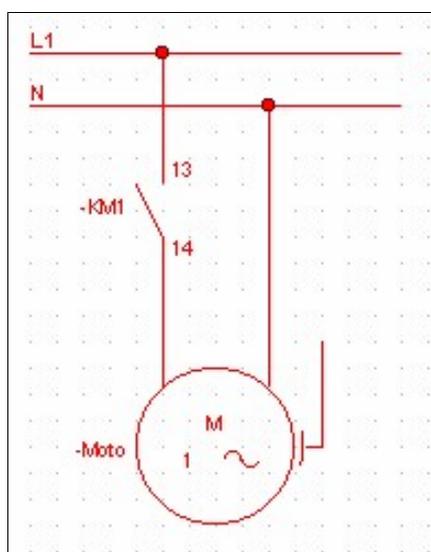


Figura 1. 16 - Esquemas para control de banda eléctrica: Circuito de fuerza.

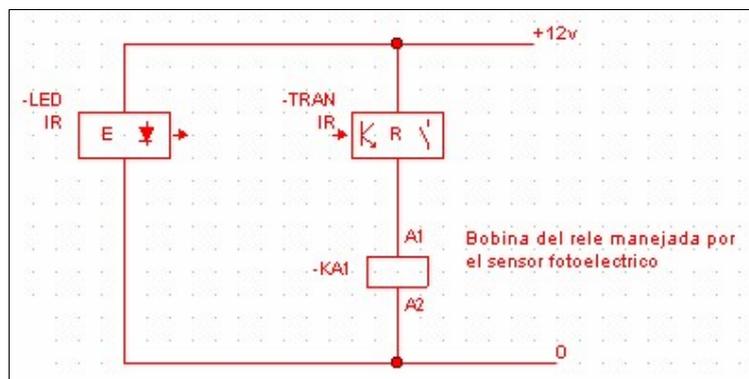


Figura 1. 17 - Esquema de la conexión del sensor fotoeléctrico

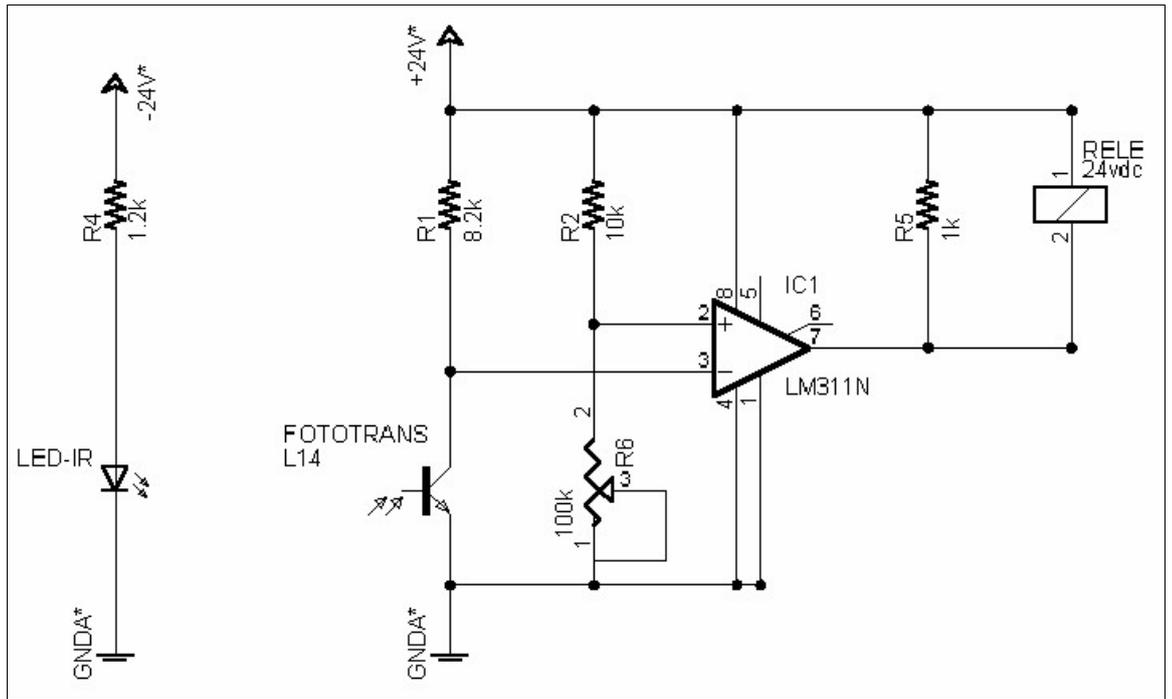


Figura 1.18 - Diagrama esquemático del circuito para la barrera fotoeléctrica.

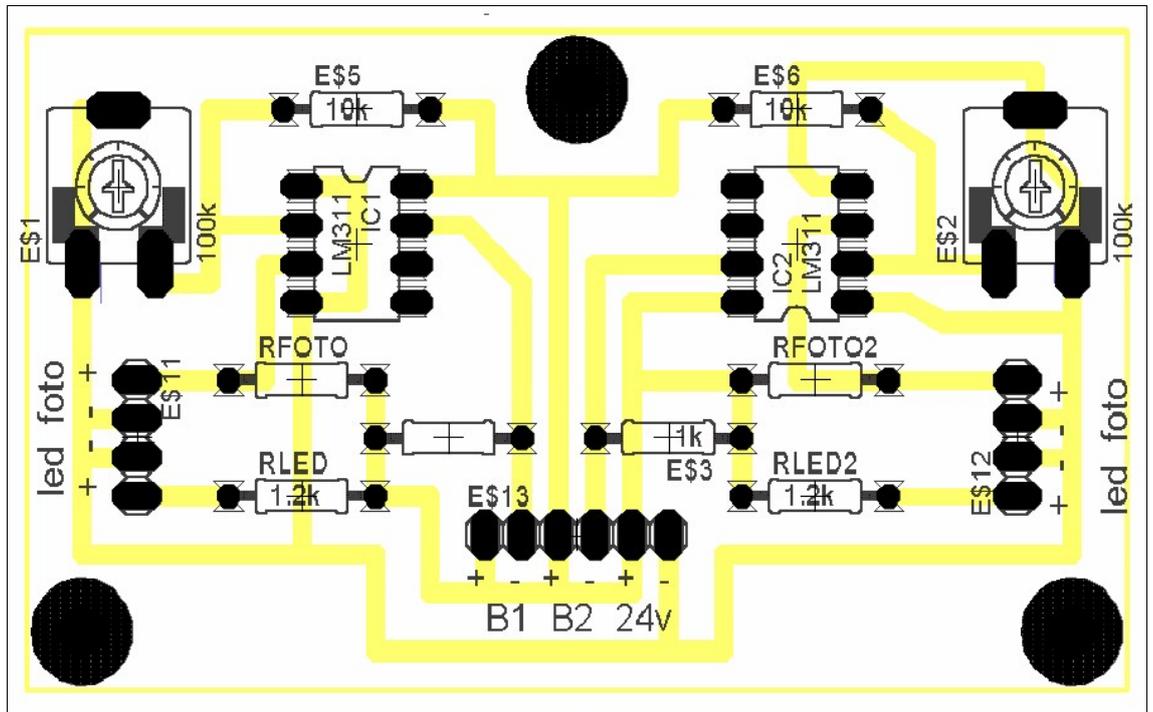


Figura 1.19 - Circuito Impreso para manejar dos sensores fotoeléctricos.

1. 7. 6 CONTROL DE BANDAS TRANSPORTADORAS.

Introducción:

Es muy común en la industria el uso de bandas transportadoras algunas más complejas que otras y realizando diferentes funciones e utilizando una gran gama de sensores. En esencia en una banda transportadora lo prioritario es el control de la marcha y paro de los motores ya sea de forma automática o manual por medio de pulsadores de parada o emergencia.

Objetivos:

- Implementar un juego de bandas transportadoras
- Integrar la respuesta de sensores ópticos al circuito de mando
- Utilizar variables auxiliares para memorizar el estado del proceso

Materiales a utilizar:

- 6 relevadores a 24v
- 2 sensores fotoeléctricos
- 1 pulsador normalmente abierto (NA)
- 1 pulsadores normalmente cerrados(NC)
- 1 pulsador normalmente cerrado que desactive tres contactos independientes o puede sustituirse por 3 pulsadores (NC)
- 2 motores de 110v de muy baja rpm
- 6m de alambre
- Prototipo Físico Bandas.

Planteamiento:

Cuando se activa un pulsador O se debe energizar el motor que mueve la cinta C1, cuando el objeto transportado por C1 cae por la resbaladera R1 y pasa por el sensor F1 se debe detener C1 y energizarse el motor que mueve a C2 cuando el objeto cae por la resbaladera R2 y pasa por el sensor F2 se detiene C2 terminando así el ciclo básico de trabajo.

Diseñar el automatismo con ciclo automático de trabajo, incluyendo un pulsador E de emergencia que al activarse detiene a C1 y C2 inmediatamente y que después de su activación se puedan reanudar la operación con el pulsador O en el momento del ciclo básico de trabajo en que estaba el sistema al oprimirse E.

Para memorizar la orden de operación para que al llegar al final del ciclo básico se comience otro, sin necesidad de activar el pulsador O, se usará un contacto auxiliar X que se active al cierre de O y que permanezca activo hasta pulsar P.

Para reanudar el ciclo de trabajo en el que estaba el sistema cuando se pulsa E, se usa un contacto auxiliar Y que reanude en que etapa estaba el sistema. Y se activará cuando el sensor F1 se active recordando así que la etapa de trabajo ahora es la que corresponde al motor de C2 el cual se desactivará al igual que Y cuando el sensor F2 se activa (y se entrará en la activación de C1).

Variables a utilizar:

- O: Pulsador de arranque
- P: Pulsador de parada, para el sistema hasta que termina el ciclo actual
- E: Pulsador de emergencia, para inmediatamente el sistema
- F1: Sensor f1 en la cinta o banda 1
- F2: Sensor f2 en la cinta o banda 2
- X: Contacto auxiliar para el arranque

Y: Contacto auxiliar para recordar en que etapa estaba el sistema

C1 y C2 dependen de X y Y.

X depende de O

Y dependerá de F1 y F2

Actividades:

- Encontrar ecuaciones lógicas para el automatismo
- Elaborar el circuito de mando y de control
- Implementar el automatismo y realizar pruebas
- Conducir a cerca del sistema anterior
- Modificar el diseño para que al presionar P finalicen las dos etapas y se detenga el circuito.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO I

A pesar de que la tecnología ha avanzado grandemente en la parte de automatización industrial a tal punto que poco a poco la lógica cableada va siendo sustituida, no podemos pasar por alto de que este es un muy buen método, ya que es funcional y económico, para aquellos automatismos que no sufrirán modernizaciones. Además este método nos ayuda a entender muy bien el funcionamiento de los relés y contactores así como los diagramas de control y de potencia. Por lo cual el método de lógica cableada es la base para entender el funcionamiento de métodos de diseño más recientes de tal manera que no es recomendable pasarlo por alto.

2 AUTOMATISMOS CON LOGICA PROGRAMADA

2.1 INTRODUCCION

Las fábricas automatizadas deben proporcionar en sus sistemas, alta confiabilidad, gran eficiencia y flexibilidad. Una de las bases principales de estas fábricas es un dispositivo electrónico llamado Controlador Lógico Programable (PLC). Este dispositivo fue inicialmente introducido en 1970 y fue evolucionando con nuevos componentes electrónicos, tales como Micro-procesadores de alta velocidad, agregándole funciones especiales para el control de procesos más complejos.

El PLC ha dado paso a los automatismos de lógica programada, por ello en este capítulo abordamos los conceptos teóricos de los PLCs, luego nos concentramos en el mini PLC LOGO desde sus aspectos de conexiones hasta su programación, para cerrar el capítulo presentamos prácticas de laboratorio en las cuales se emplea el LOGO.

2.2 ESTRUCTURA DEL PLC.

Se entiende por controlador lógico programable (PLC) a toda máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real (en lo posible) y en un medio industrial procesos secuenciales. Sin embargo, esta definición está quedando obsoleta, ya que han aparecido los micro PLCs, destinados a pequeñas necesidades y al alcance de cualquier persona. Tal como comentamos, un PLC suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción variables.
- Procesos de producción secuenciales.
- Instalaciones de procesos complejos.

- Necesidad de chequeo de programación centralizada en las partes del proceso

De esta manera, son ampliamente utilizados en el control de maniobras de máquinas, maniobra de instalaciones y en aplicaciones de señalización y control. No podemos dejar de lado los pequeños PLC's para uso más personal (que se pueden emplear, incluso, para automatizar procesos en el hogar, como la puerta de una cochera o las luces de la casa).

Todos los PLCs comerciales poseen una estructura externa compacta en la que están todos los elementos (en un solo). Sin embargo, podemos decir que existen básicamente dos formas externas de presentación de los PLCs, una modular y la otra compacta.

En cuanto a la estructura modular existen:

- § Estructura americana: separa las E/S del resto del autómata.
- § Estructura europea: cada módulo es una función (fuente de alimentación, CPU, E/S, etc.). ver Figura 2.1.



Figura 2.1 - Estructura europea de un PLC

Los micros PLCs suelen venir sin caja, en formato kit, ya que su empleo no es determinado y se suele incluir dentro de un conjunto más grande de control o dentro de la misma maquinaria a que se debe controlar.

En la figura 2.2, se muestra el diagrama en bloques correspondiente a la estructura interna de un PLC típico, en la parte inferior del diagrama podemos observar la comunicación del PLC con el exterior, así tenemos Registros de entrada y salida de datos y puertas de expansión. A ellas se conectan las secciones de entrada y de salida.

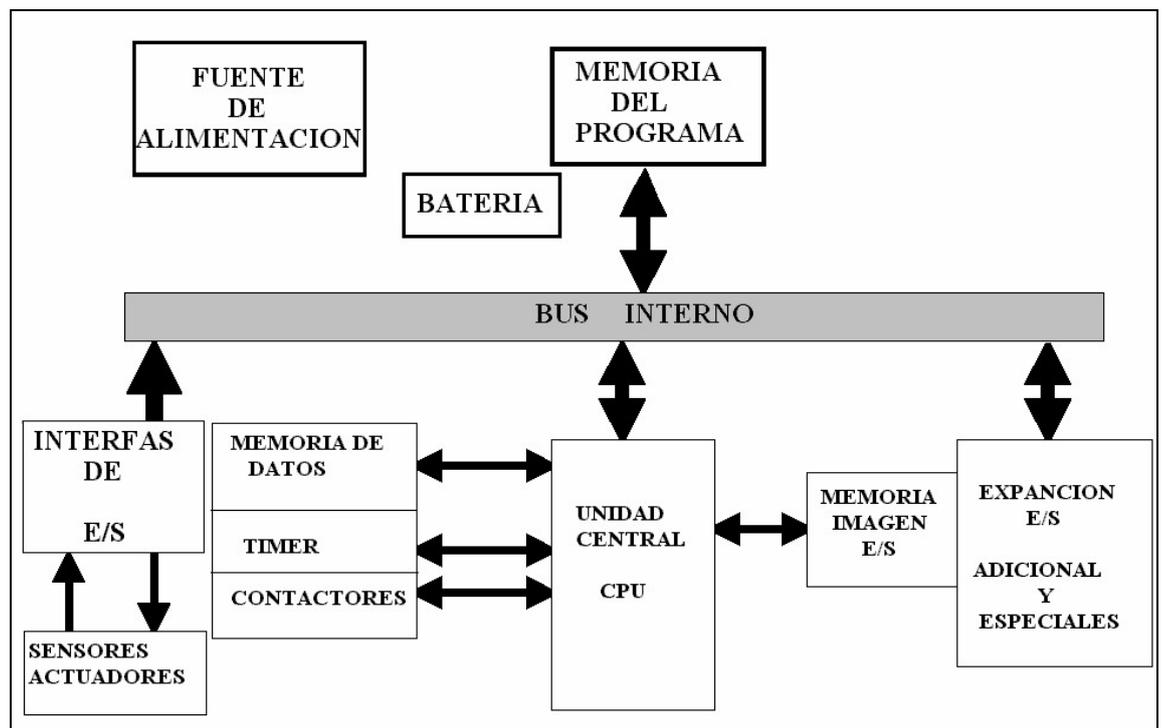


Figura 2.2 - Estructura interna de un PLC típico.

§ Sección de entradas: se trata de líneas de entrada, las cuales pueden ser de tipo digital o analógico. En ambos casos se tienen rangos de tensión característicos, los cuales se encuentran en las hojas de especificaciones dadas por el fabricante. A estas líneas conectaremos los sensores, y las líneas de transmisión.

§ Sección de salidas: son una serie de líneas, que también pueden ser de carácter digital o analógico. A estas líneas conectaremos los actuadores.

Tanto las entradas como las salidas están aisladas de la CPU según el tipo de autómata que utilizemos. Normalmente se suelen emplear opto acopladores en las entradas y relé/vectores/opto acopladores en las salidas.

Un elemento importante es el microprocesador que forma parte del "corazón" de la PLC.

La unidad central de proceso (CPU) se encarga de procesar el programa de usuario que se le introduce. Para ello disponemos de diversas zonas de memoria, registros, e instrucciones de programa (parte superior del diagrama en bloques).

Adicionalmente, en determinados modelos más avanzados, podemos disponer de funciones ya integradas en la CPU; como reguladores PID, control de posición, etc.

Muchos equipos poseen una unidad de alimentación (algunas CPU la llevan incluida). También se dispone de una unidad o consola de programación que nos permitirá introducir, modificar y supervisar el programa de usuario. Los dispositivos periféricos, como nuevas unidades de E/S, más memoria, unidades de comunicación en red, etc., y las interfaces facilitan la comunicación del autómata mediante enlace serie con otros dispositivos (como un PC).

2.3 PROGRAMACIÓN DE LOS PLC

Al momento de programar un PLC, se debe seguir un método estructurado de diseño del programa que será alojado en la memoria del PLC, definir las tareas a realizar y el lenguaje de programación a usar.

2.3.1 Diseño programable

Para un programa a ejecutarse en PC o PLC, se deben seguir los siguientes pasos:

- Definir condiciones físicas

- Obtener tabla de verdad simplificada del funcionamiento si el automatismo es combinatorial, o bien una tabla de estados si el proceso es secuencial, obtener un diagrama de flujo o el algoritmo (o diagrama similar) que describa gráficamente el funcionamiento según estándares internacionales.
- Escribir el programa que realiza el algoritmo o el diagrama escalera correspondiente si es posible y si el programa residirá en un PLC se hará de acuerdo con las instrucciones o elementos de programación disponibles para el modelo particular. Si el programa residirá en una PC, se hará en el lenguaje ensamblador o en un lenguaje de alto nivel.

El estándar también define una nueva arquitectura para la organización e iteración de tareas con PLC. Una tarea controla la ejecución de un programa ejecutándolo periódicamente o en respuesta a un evento específico. Para optimizar los recursos del controlador, una aplicación puede ser fragmentada en un número pequeño de programas, concretos. Cada programa está bajo el control de una tarea que se ejecuta a la velocidad que requiera la E/S asociada.

2.3.2 Lenguaje de programación

El aumento de la complejidad en la programación de los autómatas programables requiere más que nunca de la estandarización de la misma. Bajo la dirección del IEC el estándar IEC 1131-3 (IEC 65) ha sido definido para la programación de PLC's.

Alcanzo el estado de Estándar Internacional en agosto de 1992. Los lenguajes gráficos y textuales definidos en el estándar son una fuerte base para entornos de programación potentes en el PLC's. Con la idea de hacer el estándar adecuado para un gran abanico de aplicaciones, cinco lenguajes han sido definidos en total:

- § Texto estructurado
- § Diagrama de funciones lógicas
- § Lista de instrucciones (LDI)
- § Diagrama de contactos (Ladder)
- § Gráfico secuencial de funciones (Grafcet)

2.3.2.1 Texto estructurado

El texto estructurado (Structured Text o ST) es un lenguaje de alto nivel estructurado por bloques que posee una sintaxis parecida al PASCAL. El ST puede ser empleado para realizar rápidamente sentencias complejas que manejan variables con un amplio rango de diferentes tipos de datos, incluyendo valores analógicos y digitales.

2.3.2.2 Diagrama de funciones lógicas.

El diagrama de funciones (Function Block Diagram o FBD) es un lenguaje gráfico que permite programar los elementos que aparecen como bloques para ser cableados entre sí de forma análoga al esquema de un circuito. FBD es adecuado para muchas aplicaciones que involucran el flujo de información o datos entre componentes de control. Este es el lenguaje de programación del Logix230RC.

2.3.2.3 Lista de instrucciones (LDI)

Este lenguaje consiste en elaborar una lista de instrucciones o neumáticas que se asocian a los símbolos y se combinan en un circuito eléctrico a contactos.

La lista de instrucciones (IL) es un lenguaje de bajo nivel, similar al lenguaje ensamblador. Con IL solo una operación es permitida por línea (Ej. Almacenar (store) cargar un valor de registro). Este lenguaje es adecuado para pequeñas aplicaciones y optimizar partes de una aplicación, este lenguaje es uno de los más difundidos.

En los autómatas de gama baja, es el único modo de programación. Cabe mencionar que este lenguaje es, en algunos casos, la forma más rápida de programación e incluso la más potente.

2.3.2.4 Diagrama de contactos (Ladder)

El nombre de este método de programación (que significa escalera en inglés) proviene de su semejanza con el diagrama del mismo nombre que se utiliza para la documentación de circuitos eléctricos de máquinas. Cabe mencionar que en estos diagramas la línea vertical a la izquierda representa un conductor con tensión, y la línea vertical a la derecha representa el neutro.

El diagrama de contactos (Ladder Diagram LD) es un lenguaje que utiliza un juego estandarizado de símbolos de programación. En el estándar IEC los símbolos han sido racionalizados (se ha reducido su número).

El lenguaje Ladder o de escalera junto con el neumático son los más utilizados convencionalmente. En la figura 2.3 se presenta la similitud entre un diagrama eléctrico y un diagrama de escalera o Ladder y, además, las instrucciones en neumático.

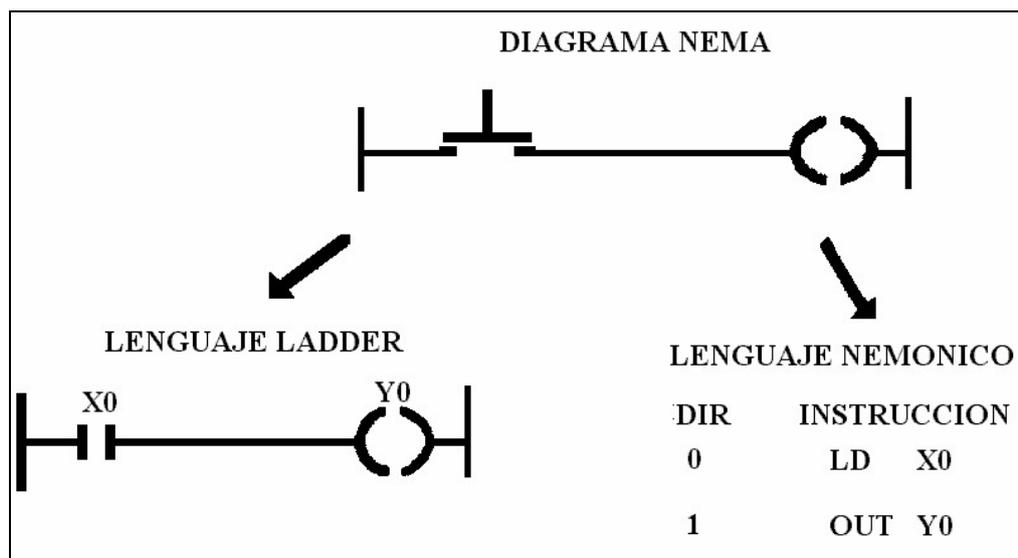


Figura 2.3 - Similitud entre Diagramas Nema y Ladder.

Los contactos y bobinas básicas que se utilizan son:

Tipo de Contacto	Visualización	Pasa corriente cuando...
Normalmente abierto		La referencia está ON
Normalmente cerrado		La referencia está OFF

Tabla 2.1 - Contactos típicos de Ladder

Tipo de Bobina	Visualización	¿Corriente a la bobina?	Resultado
Normalmente abierta		Si	Referencia ON
		No	Referencia OFF
Inversa		Si	Referencia OFF
		No	Referencia ON
Transición Positiva		No → Si	Ref. ON durante un barrido
Transición Negativa		Si → No	Ref. OFF durante un barrido
Set		Si	Ref. ON hasta que se apague con "R"
		No	Sigue igual
Reset		Si	Ref. OFF hasta que se active con "S"
		No	Sigue igual

Tabla 2.2 - Bobinas típicas de Ladder

Con este tipo de diagramas se describe normalmente la operación eléctrica de distintos tipos de máquinas, y puede utilizarse para sintetizar un sistema de control.

2.3.2.5 Gráfico secuencial de funciones (Grafcet)

El gráfico secuencial de funciones (STL, SFC o Grafcet) es un lenguaje gráfico que proporciona una representación en forma de diagrama de las secuencias del programa de control.

Soporta selecciones alternativas de secuencia y secuencias paralelas. Los elementos básicos son etapas y transiciones, las etapas consisten de piezas de programa que son inhibidas hasta que una condición especificada por las transiciones es válida. Como consecuencia de que las aplicaciones industriales funcionan en forma de pasos, el SFC es la forma lógica de especificar y programar al más alto nivel gráfico un programa para PLC.

Grafocet es un gráfico que representa el funcionamiento de sistemas lógicos secuenciales permitiendo unir la descripción del proceso para técnicos de diferentes áreas desde el ingeniero de producción, que define las necesidades del automatismo, pasando por el diseñador del sistema, hasta el técnico de mantenimiento, independiente de la tecnología usada en el diseño final.

Grafocet es llamado Gráfico de Orden Etapa Transición, ha sido especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales.

Las acciones están asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir en las transiciones. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos.

Muchos de los autómatas que existen en el mercado permiten la programación en GRAFCET, tanto en modo gráfico o por lista de instrucciones.

2.3.2.5.1 Principios de aplicación de Grafocet.

§ El Grafocet inicial se concentra en la función que debe realizar el automatismo independientemente de los componentes que lo integran finalmente.

§ Un sistema de control automático se divide en dos partes

- i. La parte de control: (comprende todo lo que contribuye a la automatización del proceso, incluyen subsistemas realimentados o de lazo cerrado)
- ii. La parte operativa: (comprende actuadores y sensores)

Las dos partes se relacionan con el medio exterior a través de interacciones con el operador y por intercomunicaciones con otros sistemas automáticos

2.3.2.5.2 Etapas en Grafcet.

En el diagrama Grafcet se definen dos tipos de etapas:

- 1 - Macro etapa: se define una operación en forma global, por ejemplo taladrar
- 2 - Etapa simple: corresponde a cada operación fundamental en que se divide una macro etapa para que esta se ejecute.

Todo un proceso secuencial descrito inicialmente en una macro etapa se debe dividir en etapas simples, que se caracterizan porque la acción que se realiza en ellas depende solo de relaciones controladas entre variables de entrada y salida en el sistema que realiza la operación global requerida, y porque son representadas por variables lógicas de estado.

El automatismo se especifica gráficamente con macro etapas condiciones de transición entre ellas.

Las macro etapas se descomponen en etapas simples estableciendo un gráfico de evolución que indica la secuencia entre etapas y las condiciones lógicas para pasar de una etapa a otra (estas condiciones se definen como condición de transición).

Esto permite obtener ecuaciones lógicas que representan cada etapa para describir secuencialmente al automatismo.

Para cada etapa simple se establecen ecuaciones lógicas combinatoriales entre las entradas y salidas, usando si es necesario, otras variables internas combinatoriales, como por ejemplo una variable de control.

El automatismo se diseña para cada variable de estado (etapa), usando flip-flop, listado de instrucciones, gráfico de bloques, etc y luego se cablea el circuito o se programa en un PLC.

Para profundizar más en el método de diseño gráfico remítase al curso de automatización industrial impartido por la escuela de ingeniería eléctrica.

2.4 INTRODUCCIÓN AL mini PLC LOGO

Es un módulo lógico universal o mini PLC de Siemens, este dispositivo lleva integradas funciones como Control o CPU, unidad de visualización y operación (LCD y teclado), Fuente de alimentación, módulo para poder conectarse a la computadora vía puerto serial, posee también funciones lógicas de programación predefinidas y dependiendo del modelo de equipo posee diferentes entradas y salidas, ya sea analógicas o digitales a 24 o 115 voltios.

2.4.1 Manejo y cableado de LOGO.

Antes de comenzar a usar el mini PLC, se debe conocer como cablear físicamente sus entradas y salidas, para el desarrollo de este trabajo de graduación se cuenta en existencia del modelo 230RC, el cual es la versión de 1157/230 Vac con salidas de relé de 10 amperes, con 6 entradas y 4 salidas integradas en 72 x 90 x 55 mm.

Al montar y cablear LOGO! se deben observar las directrices siguientes:

- § Utilice conductores con la sección adecuada para la respectiva intensidad de corriente.
- § No apriete excesivamente los bornes de conexión.
- § Los conductores han de tenderse siempre lo más cortos posible.
- § Cerciórese de que los conductores poseen el alivio de tracción necesario.
- § No conecte una fuente de alimentación externa a una carga de salida en paralelo a una salida de c.c. En la salida podría surgir una corriente inversa si no se prevé en la estructura un diodo o un bloqueo similar.
- § Para cablear LOGO!, se debe utilizar un destornillador plano de 3 mm, en los bornes nos es necesario usar terminales, usar alambre desnudo.

2.4.1.1 Conectar la alimentación de LOGO!

Para el caso del LOGO! 230 se puede conectar a la red con valor nominal de 115 V c.a. y 230 V c.a. y las variantes de LOGO! 24/12 para tensiones de alimentación de 24 V c.c., 24 V c.a. ó 12 V c.c..

En la figura 2.4 se muestra como se realiza la conexión de LOGO! 230 y 24 a la red de alimentación. Se debe poner atención que en la versión 230RC, no es necesario la adición de fusibles, sin embargo en la versión de 24 voltios el fabricante recomienda utilizar fusibles de 0,8 amperes para la versión 24RC y de 2,0 amperes para la versión a 24 Vdc.

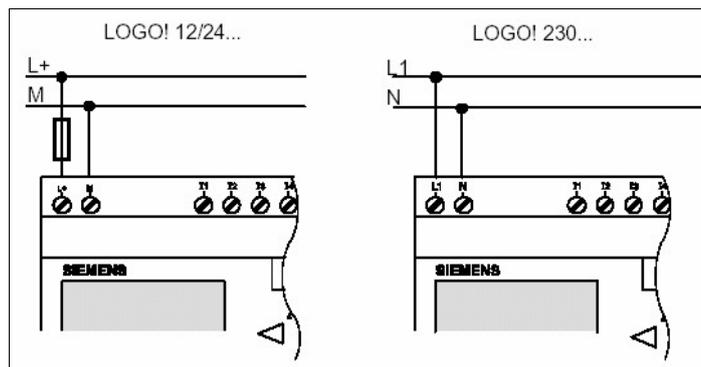


Figura 2.4 - Diagramas de conexión de la alimentación de LOGO!

2.4.1.2 Cableado de las entradas.

Las 4 entradas del LOGO! 230R, son del tipo digitales a 115 voltios AC, lo que significa que pueden reconocer los niveles lógicos 0 y 1 (Hi y Low), en ellas se pueden conectar sensores como: pulsadores, comutadores, contactos de relé, barreras fotoeléctricas, interruptores de luminosidad, o cualquier dispositivo que genere las condiciones de Hi y Low. Cabe mencionar que se puede añadir módulos de entradas y salidas extra al sistema básico, estos módulos poseen 6 entradas y 4 salidas.

En la tabla 2.3 se muestran las propiedades de las entradas digitales del LOGO! 230R, una propiedad a tomar muy en cuenta es el tiempo de cambio del estado de conmutación 0 a 1 y 1 a 0, Al cambiar del estado de conmutación 0 al 1 y del estado 1 al 0 debe estar aplicado por lo menos durante un ciclo del programa el estado de conmutación 1 ó el estado de conmutación

0, respectivamente, para que LOGO! reconozca el nuevo estado de conmutación. Según datos del fabricante este tiempo típicamente se encuentra alrededor de los 50 milisegundos, y depende de la magnitud del programa que se está ejecutando.

También el fabricante indica que para LOGO! 230R la máxima frecuencia a detectar en una entrada es de 5 hertzios, o que la señal debe mantener en alto o bajo por lo menos 200 milisegundos, para que LOGO! pueda reconocer el nivel de H o Low.

En la figura 2.5 se muestra un diagrama de conexión de interruptores a las entradas de LOGO! 230R.

También existen versiones de LOGO! con entradas analógicas de 24 voltios, dicha versión no se dispone para la realización del presente trabajo, por lo cual el enfoque se hace hacia la versión de LOGO! 230R.

	LOGO! 230 RC/RCo
Estado de conmutación 0	< 40 V c.a.
Intensidad de entrada	< 0,03 mA
Estado de conmutación 1	> 79 V c.a.
Intensidad de entrada	> 0,08 mA

Tabla 2.3 - Propiedades de los niveles de entrada.

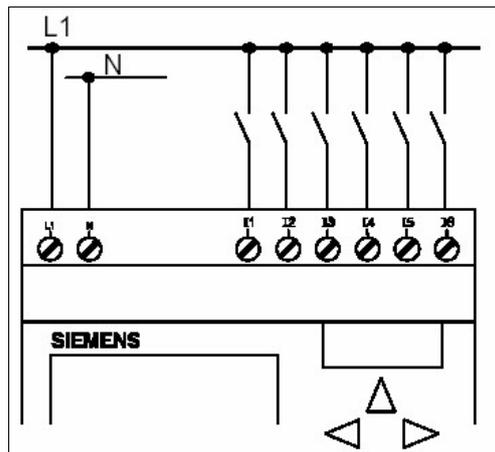


Figura 2.5 Esquema de conexión de las entradas de LOGO! 230RC

2.4.1.3 Cableado de las salidas.

Para la versión de LOGO! 230RC se dispone de 4 salidas, dichas salidas son contactos de relé que están separados de las tensiones de alimentación y entrada, funcionando como las salidas de un relé normal.

A las salidas pueden conectarse distintas cargas, por ejemplo lámparas, tubos fluorescentes, motores, contactores, etc. La carga conectada a LOGO! ...R... debe poseer las propiedades siguientes:

- § La máxima corriente de conmutación depende de la clase de carga y de la cantidad de maniobras deseadas
- § En el estado conectado ($Q = 1$) puede circular como máximo una corriente de 10 amperios (8 A para 230 V c.a.) en caso de carga óhmica, y como máximo 3 amperios (2 A para 12/24 V c.a./c.c.) en caso de carga inductiva.

En la figura 2.6 se muestra un esquema de conexión de la carga a la salida del LOGO! 230RC, el valor del fusible depende de la corriente demandada.

Cabe mencionar que también existen versiones de LOGO! con salidas a transistor, que funcionan igual que las salidas a relé, pero solo manejan como máximo 0,3 amperes.

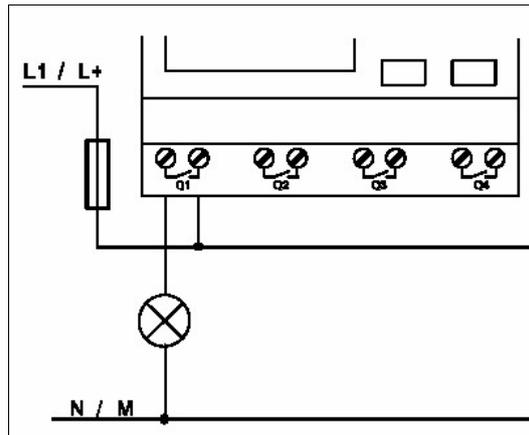


Figura 2.6 - Conexión de carga a la salida de LOGO! 230 RC.

2.4.2 Programación del LOGO! 230RC.

En este apartado se tratará lo referente a la programación del mini PLC LOGO!, para la función o aplicación que se desee realizar, por programación se entiende aquí la introducción de un circuito esquemático a la memoria de LOGO!, este circuito se debe construir utilizando lógica digital, usando para ello funciones o bloques básicos y especiales, los cuales trae integrados el mini PLC. La programación para LOGO! se realiza en lenguaje gráfico, lo que significa que no es necesario introducir ninguna sentencia o código, sino seleccionar el 'BLOQUE' adecuado para la función que se desea realizar.

Cabe mencionar que la programación de LOGO! se puede realizar de dos maneras, por medio del teclado y pantalla LCD que posee el sistema o por medio de la PC, usando el paquete de programación llamado LOGO! Soft Comfort y conectando el sistema al PC vía puerto serie. LOGO! Soft Comfort es ejecutable en sistemas operativos: Windows 95/98/Me/2000/Xp, Linux y Mac.

Este paquete de software incluye las facilidades siguientes:

- § Creación offline de programas para su aplicación
- § Simulación de su circuito (o su programa) en la PC
- § Transferencia del programa desde LOGO! al PC
- § Transferencia del programa desde el PC a LOGO!

2.4.2.1 Bloques de programación

Como se dijo la programación de LOGO! es de forma gráfica, lo cual quiere que el programador solo debe seleccionar bloques que realizan funciones específicas y luego conectarlos entre si dependiendo de aplicación global.

Un bloque es en LOGO! una función que convierte informaciones de entrada en informaciones de salida, estas pueden ser funciones básicas de la álgebra de Bode, por ejemplo AND, OR, etc. Y también funciones especiales como relevadores de tiempo, flip-flops, etc. También de dispone de bloques que realizan funciones con datos o entradas analógicas, pero estas no se encuentran disponibles para la versión de LOGO! con que se cuenta.

Las entradas físicas de LOGO! se identifican como bloques marcados con la letra In donde n indica el número de entrada, y las salidas de LOGO! se indican como bloques marcados On.

A continuación se describen los bloques de funciones disponibles para el LOGO! 230RC, en total se dispone de 27 bloques para la realización de nuestros programas, además la cantidad máxima de bloques por programa que nos permite LOGO! es de 130, o una memoria de 2 Kbytes. Cabe mencionar que se usa la simbología europea para la representación de los bloques de función.

2.4.2.2 Bloques de funciones básicas.

2.4.2.2.1 AND o Y

El bloque de función AND, como su nombre indica realiza la función lógica Y (multiplicación), lo que significa que su salida será 1 o H, cuando todas sus entradas estén en 1 o H.

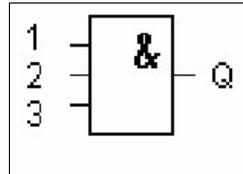


Figura 2.7 Símbolo de la función AND en L001

2.4.2.2.2 OR

El bloque OR realiza la función lógica O (suma), su salida toma el estado 1 cuando al menos una de sus entradas esta en 1.

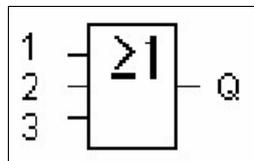


Figura 2.8 - Símbolo de la función OR

2.4.2.2.3 NOT.

En el bloque NOT o inversor la salida ocupa el estado 1 cuando la entrada tiene estado 0. El bloque NOT invierte el estado en la entrada.

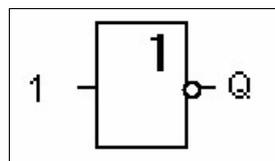


Figura 2.9 - Símbolo del bloque de función NOT.

2.4.2.2.4 Bloques de funciones especiales.

Las funciones especiales se distinguen a primera vista de las funciones básicas en la denominación diferente de sus entradas. Las funciones especiales abarcan funciones de tiempo, remanencia y múltiples posibilidades de parametrización para adaptar el programa a sus necesidades individuales.

Las entradas de las funciones especiales se designan según el tipo de función que realiza el bloque, por ejemplo:

§ S (set): A través de la entrada S se puede activar la salida a "1".

§ R (reset): La entrada de reposición R tiene preferencia sobre las demás entradas y repone salidas a "0".

§ Trg (trigger): A través de esta entrada se inicia la ejecución de una función.

§ Cnt (count): A través de esta entrada se reciben impulsos de cómputo.

§ Fre (frequency): Las señales de frecuencia a evaluar se aplican a la entrada con esta designación.

§ Dir (direction): A través de esta entrada se determina el sentido en que p.ej. debe contar un contador.

§ En (enable): Esta entrada activa la función de un bloque. Si la entrada está en "0", son ignoradas las demás señales del bloque.

§ Inv (invert): La señal de salida del bloque es invertida al activarse esta entrada.

§ Ral (reset all): Son repuestos todos los valores internos.

Si se cablea con el borne x entradas de funciones especiales, se prevé para las mismas el valor 0. Es decir, que dichas entradas llevan aplicada una señal low.

En ciertas entradas no se aplican señales, sino que se parametriza el bloque de función con determinados valores.

- § Par (parameter): Esta entrada no es cableada. Aquí se ajustan parámetros para el bloque.
- § T (time): Esta entrada no es cableada. Aquí se ajustan tiempos para un bloque.
- § Nb (number): Esta entrada no es cableada. Aquí se ajustan intervalos de tiempo.
- § P (priority): Esta entrada no es cableada. Aquí se asignan prioridades.

2.4.2.2.4.1 Retardo de activación

Mediante el retardo de activación se interconecta la salida sólo tras un tiempo parametrizable. Ósea la salida toma el valor de 1 o estado HI al transcurrir cierto periodo de tiempo.

Al pasar de 0 a 1 el estado en la entrada Trg se inicia el tiempo T_a . Si el estado de la entrada Trg permanece en 1 por lo menos mientras dure el tiempo parametrizado T , la salida es conmutada a 1 al terminar el tiempo T (la salida es activada posteriormente a la entrada). Si el estado en la entrada Trg pasa nuevamente a 0 antes de terminar el tiempo T , es repuesto el tiempo. La salida se repone nuevamente a 0 si la entrada Trg se halla en el estado 0. Tras una caída de red se repone nuevamente el tiempo ya transcurrido.

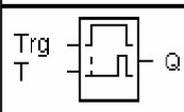
Símbolo en LOGO!	Cableado	Descripción
	Entrada Trg	A través de la entrada Trg (trigger) se inicia el tiempo para el retardo de activación.
	Parámetro T	T es el tiempo tras el que debe activarse la salida (la señal de salida pasa de 0 a 1).
	Salida Q	Q se activa una vez transcurrido el tiempo T parametrizado, si está activada aún Trg.

Figura 2.10 - Símbolo y entradas del bloque Retardo de activación

2.4.2.2.5 Retardo de Desactivación

En el retardo de desactivación la salida pasa a 0 o Low sólo tras un tiempo parametrizable. Cuando la entrada Trg ocupa el estado 1, la salida Q se conmuta nuevamente al estado 1. Al pasar de 1 a 0 el estado en la entrada Trg, se inicia de nuevo en LOGO! la hora actual Ta y la salida permanece en 1. Cuando Ta alcanza el valor ajustado mediante T ($T_a=T$), se repone la salida Q al estado 0 (desactivación diferida). Si vuelve a activarse y desactivarse la entrada Trg, se inicia nuevamente el tiempo Ta. A través de la entrada R (Reset) se repone el tiempo Ta y la salida antes de que termine el tiempo Ta. Tras una caída de red se repone nuevamente el tiempo ya transcurrido.

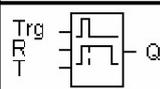
Símbolo en LOGO!	Cableado	Descripción
	Entrada Trg	Con el flanco descendente (cambio de 1 a 0) en la entrada Trg (trigger) se inicia el tiempo para el retardo de desactivación.
	Entrada R	A través de la entrada R se repone el tiempo para el retardo de desactivación y se conmuta la salida a 0.
	Parámetro T	T es el tiempo tras el que debe desactivarse la salida (la señal de salida pasa de 1 a 0).
	Salida Q	Q se activa con Trg y permanece activada hasta que haya transcurrido T.

Figura 2.11 - Símbolo y entradas del bloque Retardo de desactivación

2.4.2.2.6 Rel evador de parada automática.

Este bloque funciona como un flip-flop RS. La salida Q es activada a través de una entrada S. La salida es puesta en 0 nuevamente a través de otra entrada R.

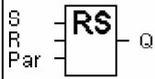
Símbolo en LOGO!	Cableado	Descripción
	Entrada S	A través de la entrada S se conmuta la salida Q a 1.
	Entrada R	A través de la entrada R se repone la salida Q a 0. Si tanto S como R son 1, es repuesta la salida.
	Parámetro Par	Con este parámetro se activa y desactiva la remanencia. Rem: off = sin remanencia on = estado almacenable con remanencia
	Salida Q	Q se activa mediante S y permanece activada hasta que lo sea la entrada R.

Figura 2.12 - Símbolo y entradas del bloque RS.

S_n	R_n	Q	Significado
0	0	x	Estado inalterado
0	1	0	Reposición
1	0	1	Activación
1	1	0	Reposición (la reposición tiene prioridad ante la activación)

Tabla 2.4 Tabla de estados del bloque RS.

2.4.2.2.7 Rel evador de Impulsos.

La activación y la reposición de la salida se realizan aplicando cada vez un breve impulso a la entrada. Cada vez que pasa de 0 a 1 el estado en la entrada Trg, la salida Q cambia su estado, es decir, que es activada o desactivada. A través de la entrada R se repone el rel evador de impulsos a su estado inicial, es decir, que la salida se conmuta a 0.

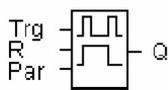
Símbolo en LOGO!	Cableado	Descripción
	Entrada Trg	A través de la entrada Trg (trigger) se activa y desactiva la salida Q.
	Entrada R	A través de la entrada R se repone el relé de impulsos y se conmuta la salida a 0.
	Parámetro Par	Con este parámetro se activa y desactiva la remanencia. Rem: off = sin remanencia on = estado almacenable con remanencia
	Salida Q	Q se activa con Trg y se desactiva con la próxima Trg.

Figura 2.13 - Símbolo y entradas del Relé de impulsos.

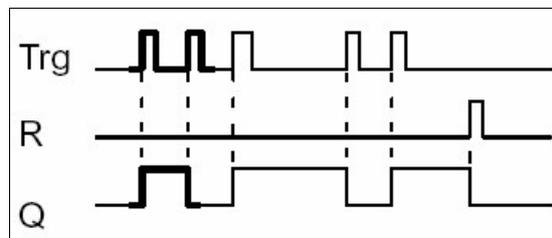


Figura 2.14 - Diagrama de tiempos del bloque.

2.4.2.3 Circuitos en LOGO.

Como se vio existen diferentes bloques de funciones que se pueden utilizar para realizar los programas de aplicación, para poder realizar estos programas se debe representar los circuitos de lógica cableada a la simbología gráfica del LOGO, en este apartado se desarrolla un ejemplo básico de cómo pasar del esquema de contactos a la programación en bloques, sin embargo el programador con la práctica puede obviar el paso del esquema de contactos e implementar su idea directamente usando programación gráfica.

Se asume que el estudiante ya conoce como realizar circuitos de Lógica Cableada (Esquema de Contactos). He aquí un ejemplo básico:

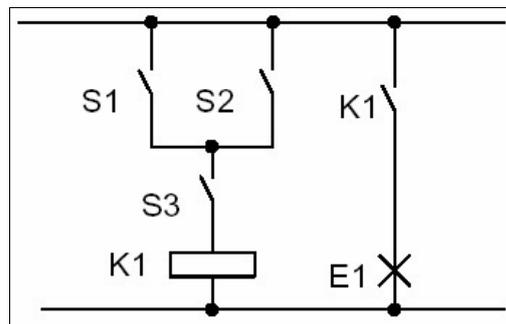


Figura 2.15 -Esquema de contactos del ejemplo

Se ve del esquema que la carga E1 es activada y desactivada a través de los interruptores), Se excita el relé K1 al cerrarse S1 ó S2 y además S3.

De las nociones básicas de Lógica Cableada sabemos que 'el elementos en paralelo representan a las variables sumadas' y 'el elementos en serie significa que las variables se multiplican'.

Por lo tanto podríamos decir : $K1=S3(S1+S2)$ o la carga E1 se activa con (S1 OR S2) AND S3

En la programación gráfica de LOGO, este circuito se realiza interconectando bloques, para realizar la conversión del esquema de bloques, se comienza por la salida, la salida es la carga o relevador que debe efectuar la conmutación, recordemos que esta salida se representa como un bloque marcado con una Q1.

Esta salida Q1 va seguida de una conexión en serie del contacto de cierre S3 con otro elemento del circuito. Esta conexión en serie equivale a un bloque AND.

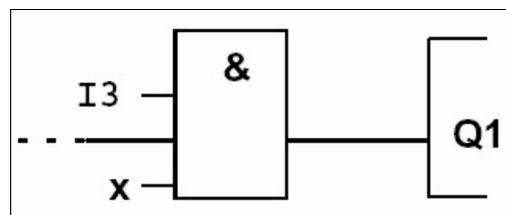


Figura 2.16 – Conexión de Salida

La salida Q1 es precedida por la multiplicación (AND) de la entrada S3 (I3) y otro elemento, note que la tercera entrada del bloque AND no se utiliza, se marca con una x. Luego se esto falta conectar el elemento con el cual I3 se esta multiplicando, como S1 y S2, están conectados en paralelo, esta conexión en paralelo equivale a un bloque OR. Por lo tanto el elemento es la suma de estas entradas, así:

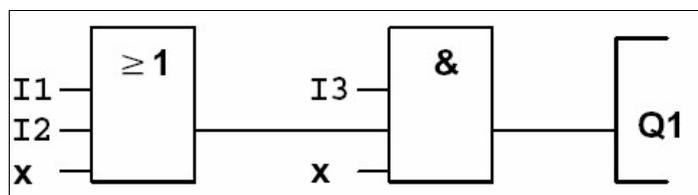


Figura 2.17 - Aquí se muestra el circuito completo, Q1 se activa con I3 AND (I1 OR I2).

Luego para que el circuito funcione se deben cablear los interruptores y carga al LOGO, S1 al borne I1, S2 al borne I2, S3 al borne I3 y la carga directamente conectada a la salida Q1.

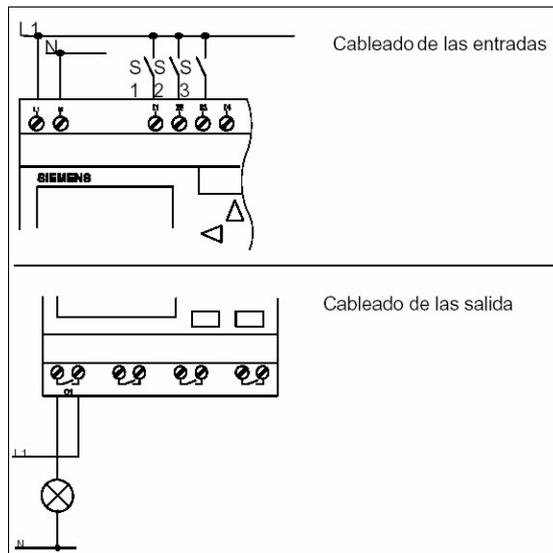


Figura 2.18 - Cableado de las entradas y salida para el ejemplo

En este punto solo falta la introducción de el programa a la memoria de LOGO!, para esto existen dos formas de realizarlo: por medio del teclado y pantalla LCD que posee LOGO! o vía computadora usando el software de programación.

2.4.3 Software de LOGO!

Para la introducción del circuito (programa) a la memoria de LOGO! se dispone del paquete de computación denominado LOGO! Soft Comfort, este programa se proporciona en un CD incluido, además es ejecutable a partir de Windows 95/98/Me/2000/Xp, Linux y Mac.

Las facilidades que nos brinda este programa son:

- § Creación offline de programas para su aplicación
- § Simulación de su circuito (o su programa) en la PC
- § Transferencia del programa
 - desde LOGO! al PC
 - desde el PC a LOGO!

Como primer paso para transferir el programa, se debe conectar LOGO! a la PC, esto se hace vía puerto serie, usando el cable de transferencia incluido.

Retire de la parte frontal de LOGO! la tapa de revestimiento o el módulo de programa/tarjeta y enchufe el cable en el receptáculo. El otro extremo del cable se enchufa en la interfase en serie de su PC.

Luego para indicarle a LOGO! que se transferirá un programa, se usan las teclas frontales y la pantalla LCD, siguiendo los pasos:

1. Luego de conectar la alimentación de la red, Comute LOGO! al modo de servicio "Programación":

Usando las teclas ← →, y OK simultáneamente

2. Seleccione 'PC/Card': Teclas ↑ o ↓

3. Pulse OK.

4. Seleccione 'PC -- LOGO!': Teclas ↑ o ↓

5. Pulse OK.

LOGO! se halla ahora en el modo de transferencia "PC a LOGO!" y visualiza en el LCD:

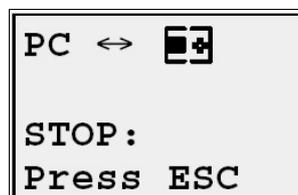


Figura 2.19 - Pantalla de LOGO! esperando transferencia.

Después de la descarga, para poner en funcionamiento o correr el programa de debe seguir lo siguiente:

1. Comutar LOGO! al modo "Run".

2. Posicionar el cursor en "START" y presionar OK.

3. El programa comenzara a ejecutarse y LOGO! mostrara en la pantalla la palabra "RUN".

2.4.3.1 Uso del LOGO! Soft Comfort.

Luego de la instalación del paquete en el PC, se esta listo para crear y editar programas. Al momento de iniciar

el programa debemos seleccionar con el tipo de LOGO! a trabajar, esto se realiza automáticamente al tener conectado el LOGO! al PC, usando la tecla F2.

En la figura siguiente se describen las partes de la pantalla del LOGO! Soft.

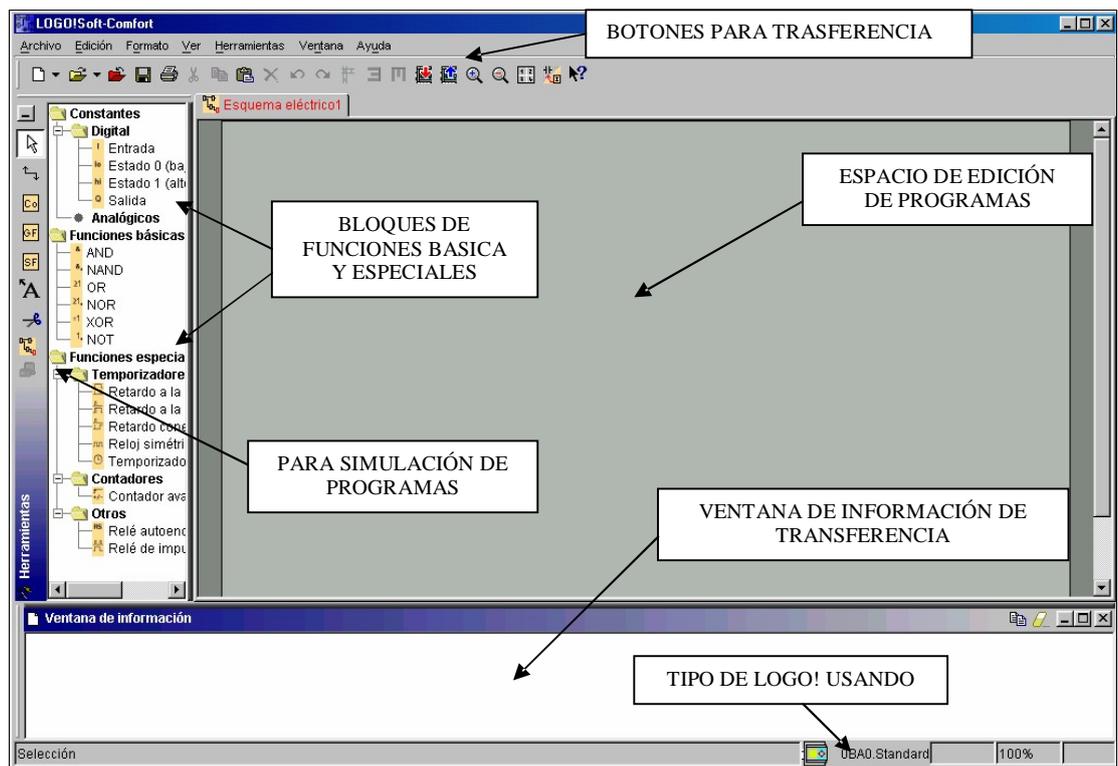


Figura 2 20 - Descripción de las partes de la pantalla de LOGO! Soft.

A continuación se desarrollara un ejemplo de creación de un programa, retomando el esquema siguiente:

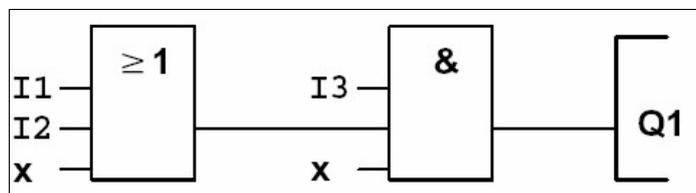


Figura 2 21 Esquema de Ejemplo

Como primer paso abriremos un documento nuevo, presionando el botón de página en blanco de la esquina superior izquierda de la pantalla, seleccionamos del menú de la izquierda los bloques que conforman nuestro circuito, para luego enlazar las entradas y salidas de acuerdo a nuestro diseño, esto

Lo hacemos usando el botón de conexión o F5. Hay que recordar que las entradas y salidas del LOGO! se representan como bloques.

Además al usar bloques especiales, podemos definir parámetros de estos, (como tiempo, frecuencia, conteo, etc), haciendo una pulsación doble sobre el bloque a parametrizar.

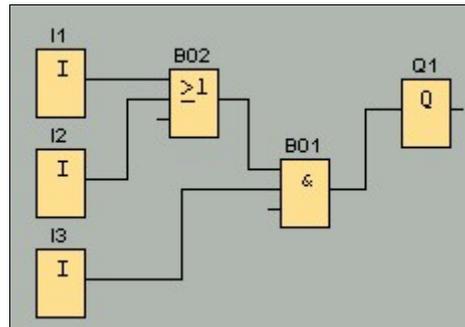


Figura 2.22 - Diagrama en LOGO! Soft.

Luego de haber dibujado nuestro circuito, solo resta transferirlo al LOGO! y ejecutarlo.

2.4.3.2 Simulación en LOGO! Soft.

Antes de la transferencia final de nuestro programa a LOGO!, podemos realizar una simulación en el PC, teniendo nuestro esquema dibujado en el LOGO! Soft, presionamos en la tecla de SIMULACIÓN (extrema izquierda) o bien en F3. Aparecerá en la parte inferior una pantalla indicando las entradas y salidas que se estén usando, las entradas se representan como interruptores y las salidas como lámparas.

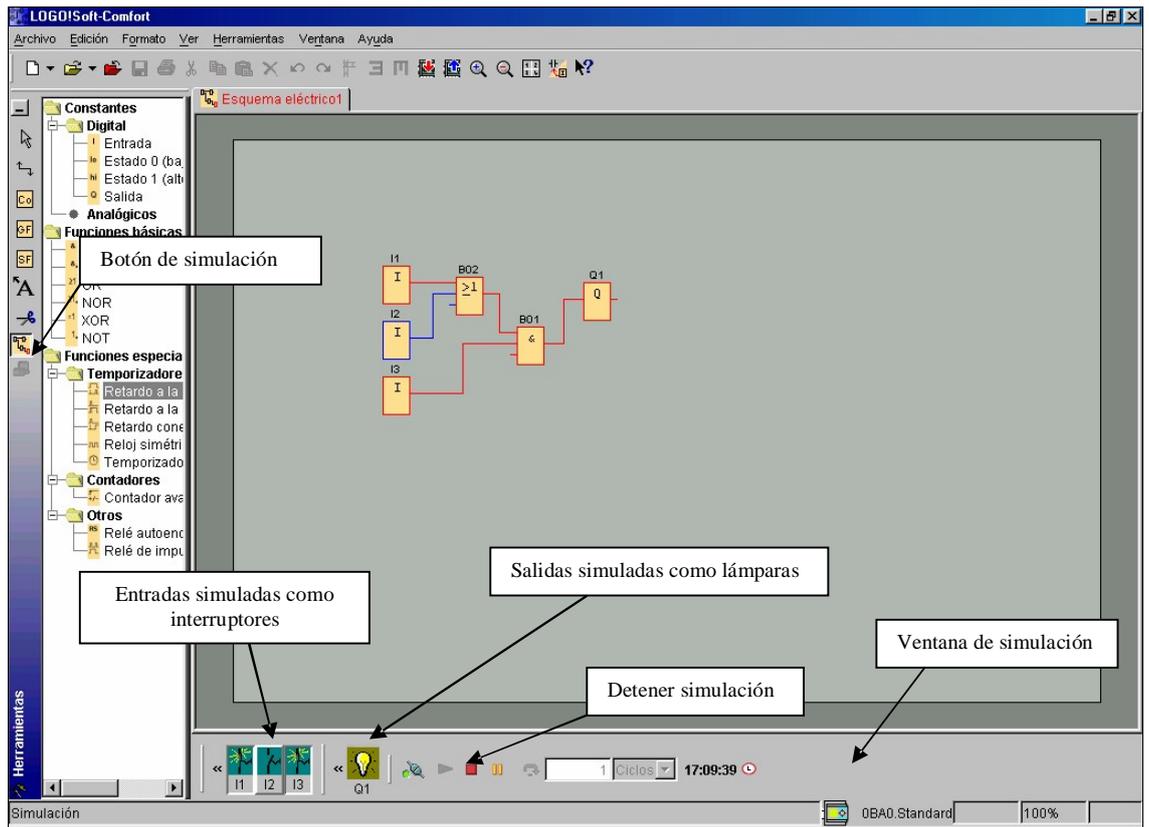


Figura 2.23 - Pantalla de simulación

2.5 PRACTICAS DE AUTOMATISMO CON LÓGICA PROGRAMADA

2.5.1 CONTROL MANUAL DE ARRANQUE Y PARO DE UN MOTOR

Objetivo:

Familiarizarse con el mini PLC LOGO230RC y usarlo para controlar un motor trifásico.

Planteamiento:

Disñar un automatismo que controle el arranque y paro de un motor, considerando un push-botton para el arranque y otro para el paro. El push-botton de paro debe tener prioridad sobre el de arranque, para que al presionar ambos el automatismo responda al de paro.

Equipo a Usar:

- o LOGO230RC
- o Módulo de conexiones del LOGO230RC.
- o Computadora
- o Motor Trifásico
- o Multímetro
- o Alambre

Desarrollo:

El automatismo debe responder al siguiente esquema Grafcet:

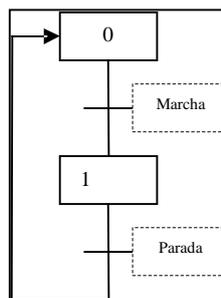


Figura 2.24 - Grafcet para el automatismo de la práctica 1.

Descripción de etapas:

0: Etapa de inicio motor estático

1: Motor en marcha

Descripción de Transiciones:

Marcha: Push Boton, normalmente abierto

Parada: Push Boton, normalmente abierto

Desarrollo de la practica:

- o Obtener el correspondiente circuito de bloques y circuito de contactos usando la programación grafica de Logo
- o Programe el LOGO230RC e implemente el circuito.
- o Escriba sus conclusiones o/y observaciones.
- o Modificar el Grafcet para poder arrancar en giro horario o anti horario, especifique componentes requeridos e implemente el circuito.

2.5.2 ARRANQUE MANUAL Y PARO AUTOMÁTICO DE UN MOTOR

Objetivo:

Disñar el circuito y Programar el mini PLC LOGO230RC para poder controlar el arranque manual y paro automático de un motor.

Equipo a Usar:

- o LOGO230RC
- o Mddulo de conexi ones del LOGO230RC
- o Computadora
- o Motor Tri fásico
- o Mul ti metro
- o Alambre

Planteamiento:

Disñar un automati smo que arranque un motor por medio de un pulsador, y que la parada se lleve acabo al finalizar cierto tiempo de conteo que se inicia cada vez que el motor arranque. El tiempo debe ser configurable por el usuario cuando el lo desee.

El Grafcet que modela el automati smo es:

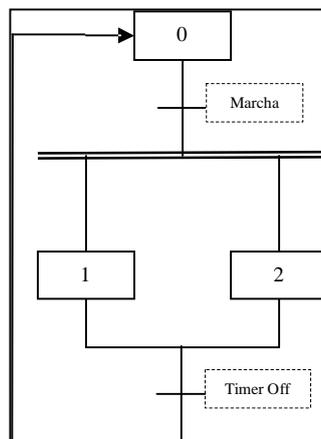


Figura 2.25 Grafcet para el automati smo de la practica 2

Descripción de Etapas:

0: Motor Parado

1: Conteo de Tiempo accionado

2: Motor en Marcha

Descripción de Transiciones:

Marcha: Push Boton, activado

Timer Off: Conteo de tiempo finalizado, para nuestro caso el control vía software.

Desarrollo de la practica:

- o Obtener el correspondiente circuito de bloques y circuito de contactos usando la programación grafica de Logo.
- o Programe el LOGO230RC e implemente el circuito.
- o Escriba sus condiciones o/y observaciones.
- o Modificar el Graficet para poder arrancar automáticamente luego de un lapso de tiempo configurable por el usuario, programe el Logo e implemente el circuito.

2.5.3 CONTROL DE UN SEMÁFORO SIMPLE

Objetivo:

Diseñar un automatismo para que controle un semáforo simple, usando el LOGO230RC.

Equipo a Usar:

- o LOGO230RC
- o Módulo de conexiones del LOGO230RC
- o Módulo de relés
- o Fuente de poder
- o Módulo de focos de colores
- o Computadora
- o Motor Trifásico
- o Multímetro
- o Alambre

Planteamiento:

Diseñar un automatismo para que controle un semáforo simple de tal manera que se genere la siguiente secuencia: Rojo-Verde-Amarillo y cuando se complete la primera secuencia se siga generando mientras no haya desconexión del sistema, cada tiempo de encendido de luz debe ser configurable por el usuario.

El Grafcet que modela el automatismo es:

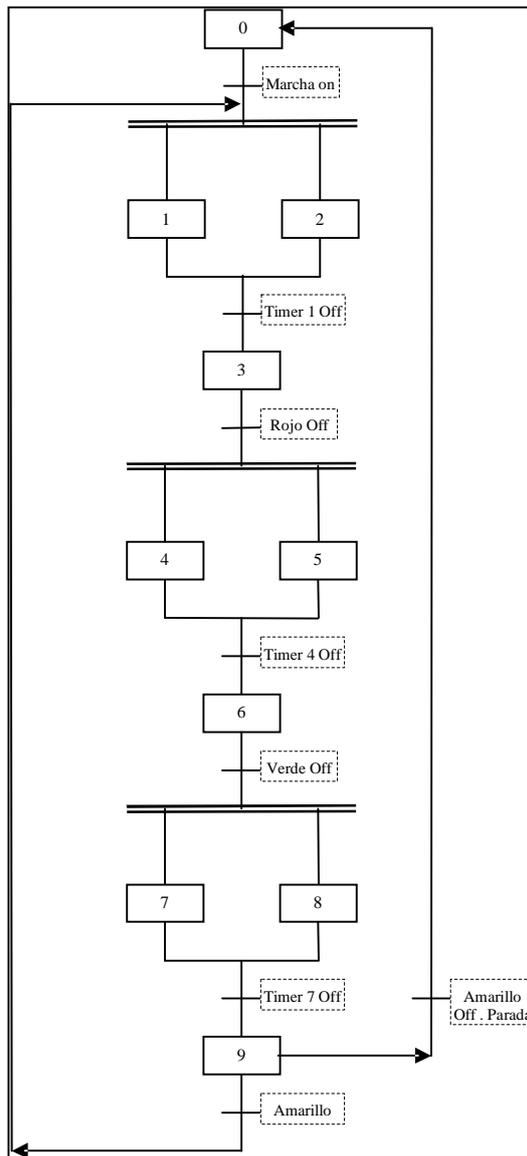


Figura 2.26 – Esquema Grafcet para la práctica 3.

- 0: Inicio, sistema apagado
- 1: Timer On, inicio del conteo de timer para luz roja
- 2: Rojo On, luz roja encendida
- 3: Rojo off, luz roja apagada
- 4: Timer On, inicio del conteo para luz verde
- 5: Verde On, luz verde encendida
- 6: Verde off, luz verde apagada
- 7: Timer On, inicio de conteo para luz amarilla
- 8: Amarillo On, luz amarilla encendida
- 9: Amarillo Off, luz amarilla apagada

Descripción de Transiciones:

Marcha on: Activa el ciclo de encendido rojo-verde-amarillo

Parada On: Push Boton, finaliza el ciclo rojo-verde-amarillo y apaga el sistema.

Timer Off: Conteo de tiempo finalizado, la detección de todos los timer off se hace para nuestro caso vía software.

Rjo off: Luz roja apagada, este control se hace vía software

Verde off: Luz verde apagada, este control se hace vía software

Amarillo off: Luz amarilla apagada, este control se hace vía software

Desarrollo de la practica:

- o Obtener el correspondiente circuito de bloques y circuito de contactos usando la programación grafica de Logo
- o Programe el LOGO230RC e implemente el circuito.
- o Escriba sus conclusiones o/y observaciones.
- o Modificar el Grafcet para que la secuencia de encendido sea inversa ósea Amarillo-Verde-Rjo, programe el Logo e implemente el circuito.

2.5.4 CONTROL DE ALUMBRADO DE PASILLOS

Objetivo:

Diseñar un automatismo para que controle el alumbrado de un pasillo, usando el LOGO230RC.

Equipo a Usar:

- o LOGO230RC
- o Módulo de conexiones del LOGO230RC
- o Módulo de relé de bobinas
- o Fuente de poder
- o Módulo de focos
- o Computadora
- o Motor Trifásico
- o Multímetro
- o Ambiente

Planteamiento:

Diseñar un automatismo que controle el alumbrado de pasillos, de tal manera que cumpla con los siguientes requisitos:

- Se debe utilizar solo un pulsador, cualquiera
- Accionando una vez el pulsador se activa el alumbrado, el cual se apaga después de transcurrir cierto tiempo que debe ser configurable por el usuario
- Accionando dos veces el pulsador se activa el alumbrado continuo
- Manteniendo accionado 2 segundos el pulsador se apaga el alumbrado, no importando si ha sido activado presionando una o dos veces el pulsador.

El Graficet que modela el automatismo es:

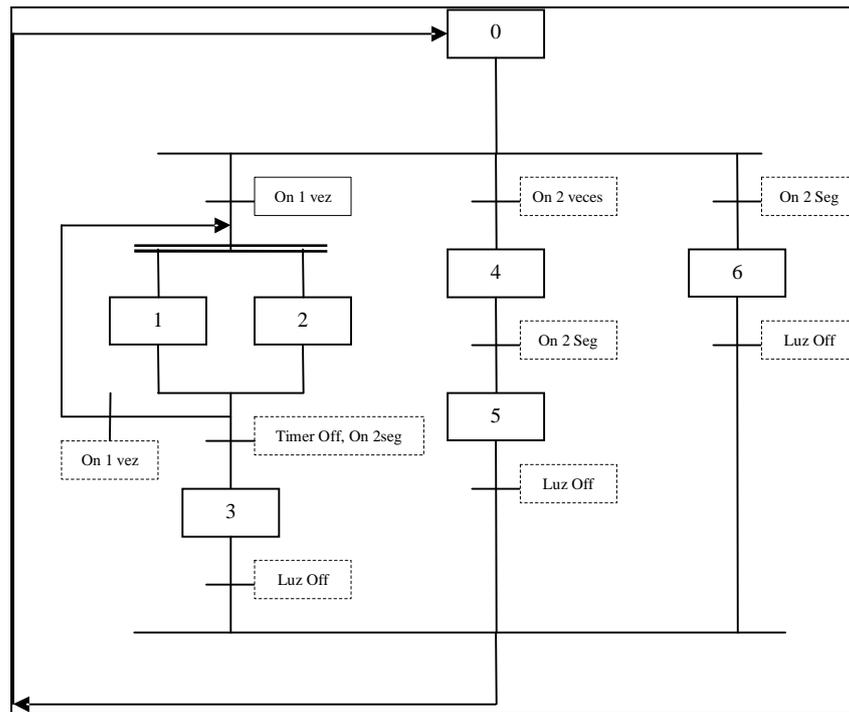


Figura 2.27 – Esquema Grafocet de la práctica 4

Descripción de Etapas:

- 0: Inicio, al umbrado apagado
- 1: Timer On, inicio de conteo de tiempo
- 2: Luz On, al umbrado activado
- 3: Luz Off, al umbrado desactivado
- 4: Luz On, al umbrado activado
- 5: Luz Off, al umbrado desactivado
- 6: Luz Off, al umbrado desactivado

Descripción de Transiciones:

- On 1 Vez: Accionar 1 vez el pulsador, detección vía software
- On 2 Veces: Accionar 2 veces el pulsador, detección vía software
- On 2 Seg: mantener accionado 2 veces el pulsador, detección vía software
- Timer Off: Conteo de tiempo finalizado, detección vía software
- Luz Off: Al umbrado desactivado, detección vía software.

Desarrollo de la practica:

- o Obtener el correspondiente circuito de bloques y circuito de contactos usando la programación grafica de Logo
- o Programe el LOGO230RC e implemente el circuito.
- o Escriba sus conclusiones o/y observaciones.
- o Modificar el Grafcet para que al pulsar tres veces el pulsador se active la iluminación intermitentemente, programe el Logo e implemente el circuito.

2.5.5 ASCENSOR DE 3 NIVELES

Objetivo:

Diseñar un automatismo para que controle un elevador, usando el LOGO230RC.

Equipo a Usar:

- o LOGO230RC
- o Módulo de conexiones del LOGO230RC
- o Módulo de relevadores
- o Fuente de poder
- o Módulo de elevador
- o Computadora
- o Motor Trifásico
- o Multímetro
- o Alambre

Planteamiento:

Diseñar un automatismo que controle un ascensor de 3 niveles, deben usarse 3 pulsadores independientes para el control de cada piso y tres finales de carrera para la detección de la cabina en cada nivel. El automatismo debe detectar en cual nivel se encuentra la cabina y luego cuando el usuario presione un pulsador, debe mover la cabina hacia donde el usuario lo desee. Se debe tener en cuenta que si la cabina se encuentra en un piso determinado y el usuario presiona el pulsador que controla ese piso, la cabina no se debe mover. La activación del motor se da por medio de los pulsadores y la desactivación por medio de los finales de carrera.

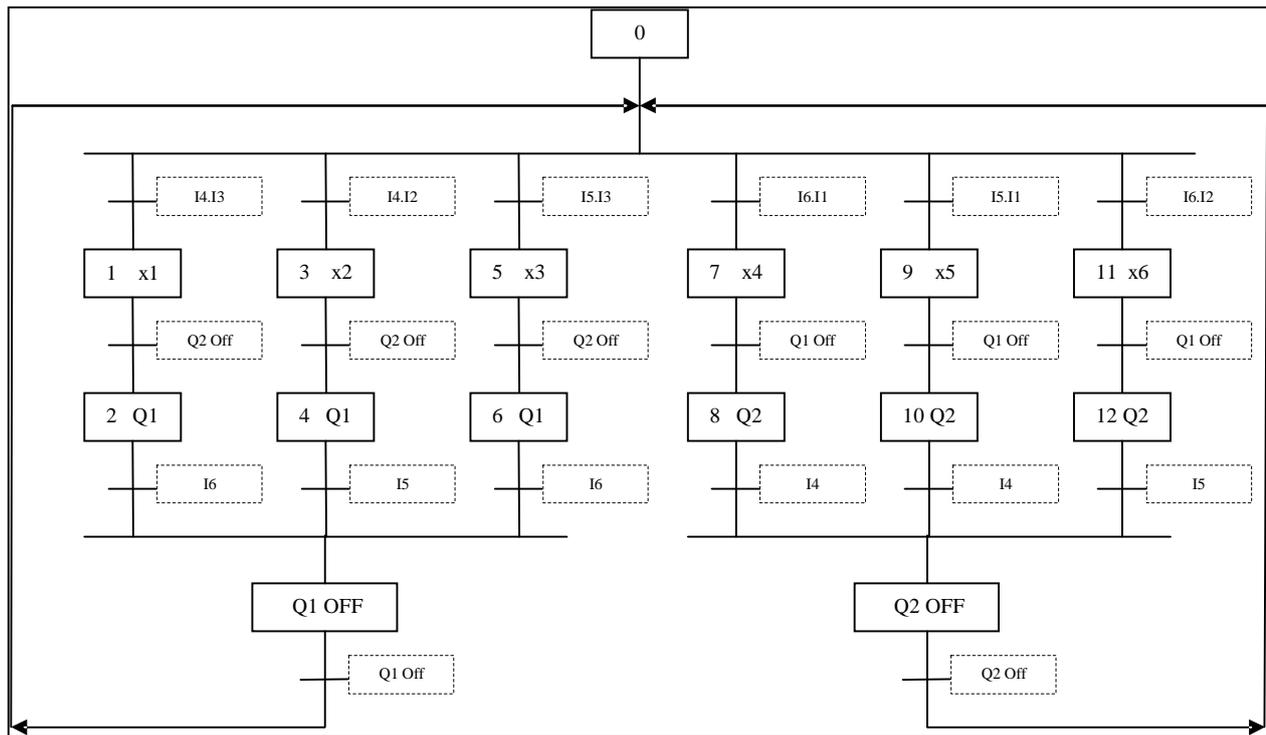


Figura 2.28 – Esquema Grafcet de la práctica 5

- I 1: Push Boton para llamada al piso 1
- I 2: Push Boton para llamada al piso 2
- I 3: Push Boton para llamada al piso 3
- I 4: Sensor que detecta cabina en piso 1
- I 4: Sensor que detecta cabina en piso 1, final de carrera
- I 5: Sensor que detecta cabina en piso 2, puede ser final de carrera o vía software
- I 6: Sensor que detecta cabina en piso 3, final de carrera

Descripción de Etapas:

- 1 x1, 3 x2, 5 x3, 7 x4, 9 x5, 11 x6: Son etapas intermedias que no realizan nada.
- 2 Q1, 4 Q1, 6 Q1: Activación del motor hacia arriba.
- 8 Q2, 10 Q2, 12 Q2: Activación del motor hacia abajo.
- Q1 OFF, Q2 OFF: Motor hacia arriba y hacia abajo apagados respectivamente

Descripción de transiciones:

I4.I3: Cabi na en pi so 1 y l l amada al pi so 3

I4.I2: Cabi na en pi so 1 y l l amada al pi so 2

I5.I3: Cabi na en pi so 2 y l l amada al pi so 3

I5: Cabi na en pi so 2 detectada

I6: Cabi na en pi so 3 detectada

Q2 off: Mtor haci a abajo desacti vado, control ví a software

I6.I1: Cabi na en pi so 3 y l l amada al pi so 1

I5.I1: Cabi na en pi so 2 y l l amada al pi so 1

I6.I2: Cabi na en pi so 3 y l l amada al pi so 2

Q1 off: Mtor haci a arriba desacti vado, control ví a software.

Desarrollo de la practica:

- o Obtener el correspondiente circuito de bloques y circuito de contactos usando la programación gráfica de Logo
- o Programe el LOGO230RC e implemente el circuito.
- o Escriba sus condiciones o/y observaciones.
- o Modificar el Graficet para controlar un elevador de cuatro niveles y diseñe el programa para LOGO230RC.

2.5.6 PUERTA AUTOMÁTICA

Objetivo:

Disñar un automatismo para que controle la apertura y cierre de una puerta, usando el LOGO230RC.

Equipo a Usar:

- o LOGO230RC
- o Módulo de conexiones del LOGO230RC
- o Módulo de relés
- o Fuente de poder
- o Módulo de puerta automática
- o Computadora
- o Motor Trifásico
- o Multímetro
- o Alambre

Planteamiento:

Disñar un automatismo que controle a una puerta automática que debe de realizar las siguientes funciones:

- La puerta debe abrirse automáticamente al acercarse una persona
- La puerta debe permanecer abierta mientras se halla una persona en la zona de acceso
- Cuando ya no halla una persona en la zona de acceso, debe cerrarse automáticamente la puerta tras un breve tiempo de espera.

El Grafcet que modela el automatismo es:

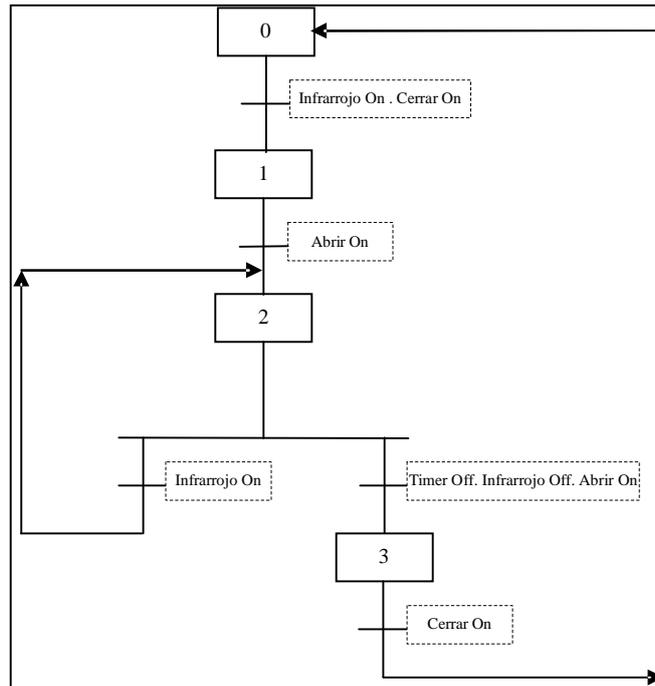


Figura 2.30 – Esquema Grafoet de la practica 6

Infrarrojo On: Sensor Óptico que detecta personas en zona de acceso

Cerrar On: Sensor electromecánico que detecta la puerta cerrada

Abrir On: Sensor electromecánico que detecta la puerta abierta

Descripción de Etapas:

0: Etapa de inicio, puerta cerrada

1: Abrir puerta

2: Timer, activación de conteo de tiempo de espera

3: Cerrar puerta

Descripción de Transiciones:

Infrarrojo On . Cerrar On: Infrarrojo detectando personas en zona de acceso y Sensor detectando puerta cerrada.

Abrir On: Sensor detectando Puerta abierta

Timer Off: Finalización de tiempo de espera

Infrarrojo Off: No hay personas en zona de acceso

Timer Off. Infrarrojo Off. Abrir On: Tiempo de espera finalizado y no hay personas en zona de acceso y la puerta esta abierta.

Cerrar On: Detección de puerta cerrada

Desarrollo de la practica:

- o Obtener el correspondiente circuito de bloques y circuito de contactos usando la programación grafica de Logo
- o Programe el LOGO230RC e implemente el circuito.
- o Escriba sus conclusiones o/y observaciones.
- o Modificar el Graficet para que al estar abierta la puerta se detecta otra persona en la zona de acceso se debe adicionar tiempo para el cierre de la puerta, programe el Logo e implemente el circuito.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO I I

La lógica programada para el desarrollo de automatismos no es una cosa nueva, lleva muchos años de evolución y perfeccionamiento, comenzando desde tarjetas programables hasta los autómatas más sofisticados de la actualidad.

Pero para poder desarrollar los automatismos es necesario el conocimiento de métodos de diseño que para el caso de la lógica programada aplica el método Grafcet, el cual es un método muy entendible y versátil, ya que los automatismos que se diseñan con dicho método pueden ser implementados con Flip Flops, programación con contactos (ladder), y programación vía bloques según lo permitan algunos autómatas. Por la aplicación del método en algunos automatismos, podemos decir que los fundamentos teóricos de este son aplicables y de mucho uso en la práctica.

3. CONTROL AUTOMÁTICO

INTRODUCCIÓN

El control automático es de mucha aplicación para el manejo de sistemas que necesitan reajustar sus salidas ante posibles cambios que afecten su funcionamiento, en este capítulo presentamos de forma breve una descripción del control automático, luego abordamos la modernización del Laboratorio de control vía una tarjeta de adquisición de datos (mini LAB 1008) de la cual se da una descripción de funcionamiento y finalmente presentamos prácticas de Laboratorio para estudiantes del curso de control automático.

3.1 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL

Para responder a la pregunta ¿Qué es un sistema de control?, se puede decir que en la vida diaria existen numerosos objetivos que necesitan cumplirse. Hace tiempo que se ha reconocido que en muchas situaciones se logran ventajas particulares usando la salida de un sistema para controlar o modificar la entrada.

Por ejemplo, en transportación se requiere controlar un automóvil o un aeroplano para que se mueva de un lugar a otro de forma segura y exacta. La búsqueda para alcanzar tales "objetivos" requiere normalmente utilizar un sistema de control que implemente ciertas estrategias de control.

Los sistemas físicos constan de elementos interconectados. Al analizar un sistema físico, el objetivo es determinar su comportamiento cuando es sometido a entradas específicas, de manera que el estudiante puede adquirir conocimientos suficientes, para adiestrarse en el diseño y construcción de nuevos sistemas, para encontrar un determinado grupo de condiciones y especificaciones, o

para mejorar las características de fabricación de los sistemas existentes.

En el análisis de sistemas el primer paso es obtener un modelo matemático del mismo, el cual solo es una colección de relaciones matemáticas entre las entradas y las salidas o excitaciones y respuestas de un sistema dado. Esto se obtiene al juntar de una manera lógica los modelos matemáticos de las distintas componentes de que consta el sistema.

3. 1. 1 COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA DE CONTROL

Los componentes básicos de un sistema de control se pueden describir mediante:

- Objetivos de control o entradas
- Componentes del sistema de control
- Resultados o Salidas

La relación básica entre estos tres componentes se ilustra en la figura 3.1. En términos más técnicos, los objetivos se pueden identificar como entradas, o señales actuantes U , y los resultados también se llaman salidas, o variables controladas Y .

En general, el objetivo de un sistema de control es controlar las salidas en alguna forma prescrita mediante las entradas a través de los elementos del sistema de control.

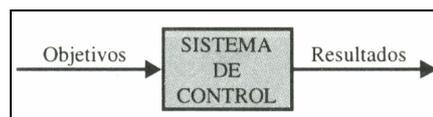


Figura 3.1 Sistema de control

Para profundizar en la teoría de control consulte los libros sugeridos en la sección de bibliografías.

3.2 MODERNIZACIÓN DEL LABORATORIO DE CONTROL AUTOMÁTICO UTILIZANDO LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS mini LAB 1008

Es momento de entrar en detalle de la parte física del control automático, para ello se realizan prácticas de laboratorio tales como: Investigación del canal de error, control de posición de lazo abierto, lazo cerrado, control de velocidad, control de velocidad de lazo cerrado, control de velocidad reversible, banda muerta, respuesta transitoria, entre otras.

Para ello nos auxiliamos de la computadora ya que muchos de estos controles se hacen vía instrumentación virtual utilizando LabVIEW. Para la digitalización de datos se hace mediante una tarjeta de adquisición de datos llamada "mini LAB 1008".

Corresponde ahora conocer la "mini LAB 1008" para ello se presenta la siguiente guía.

3.2.1 INTRODUCCIÓN A LA mini LAB 1008

La mini LAB 1008 es un dispositivo USB a baja velocidad de entrada y salida de datos tanto analógicos como digitales, este dispositivo es soportado bajo los siguientes sistemas operativos Windows 98 segunda edición, Windows ME, Windows 2000 y Windows XP. La mini LAB es compatible con los puertos USB 1.1 y USB 2.0.

La mini LAB 1008 dispone de 8 entradas analógicas de 12 bits y hasta 28 entradas-salidas digitales. Es energizada por la fuente de 5V que provee el puerto USB, por lo cual no requiere de una fuente de energía externa.

Dos columnas de terminales con rosca proporcionan la conexión para ocho entradas analógicas, dos salidas analógicas de 10 bits, cuatro entradas o salidas digitales y un contador externo de 32 bit. Usted puede configurar

Las conexiones analógicas vía software como cuatro pares u ocho canales diferentes. Todas las conexiones analógicas se encuentran en las terminales de rosca.

Un puerto periférico estándar programable de interface 82C55 proporciona 24 entradas o salidas digitales que se encuentran en un conector de 37 pines.

El dispositivo USB mini LAB 1008 es mostrado en la Figura 3.2

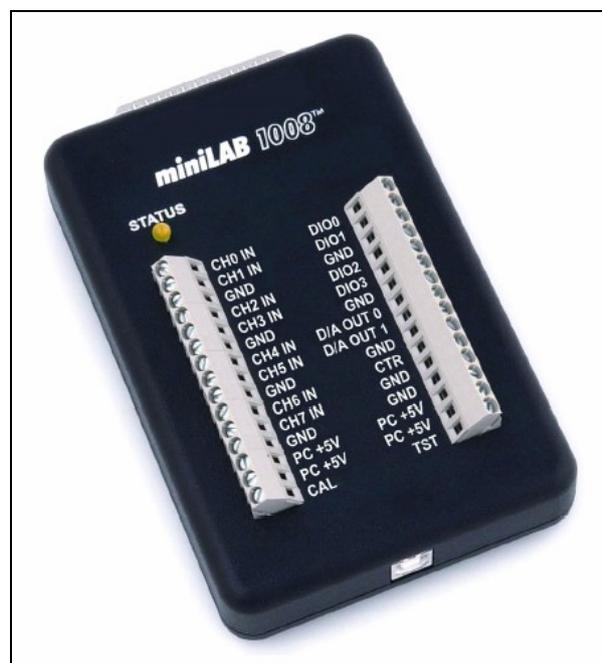


Figura 3.2 mini LAB 1008

3.2.1.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA mini LAB 1008

El funcionamiento de la mini LAB es ilustrado en el diagrama de bloques que se muestra aquí figura 3.23

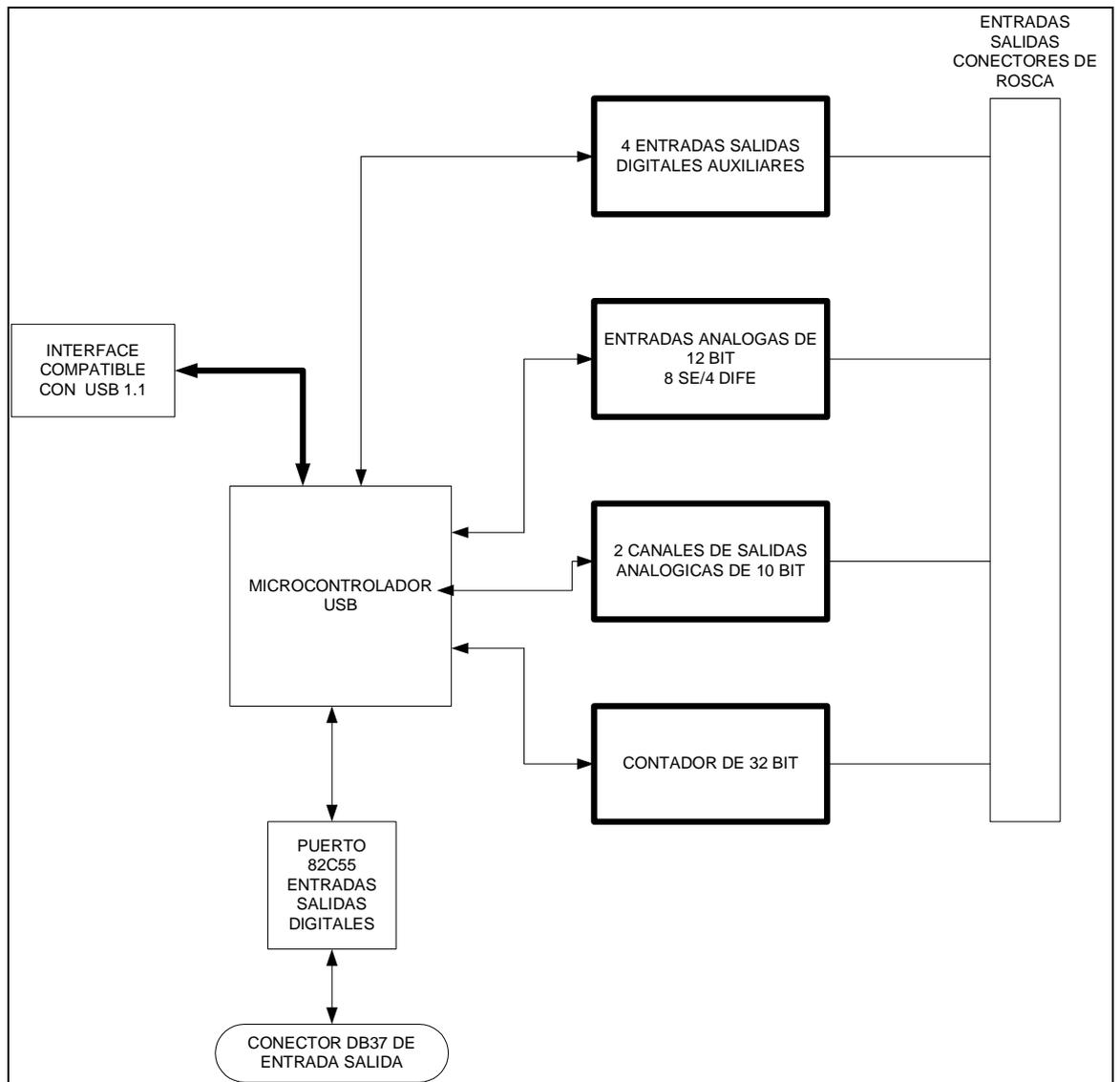


Figura 3.3 Diagrama de bloques de la mini LAB 1008

3.2.1.2 COMPATIBILIDADES DE SOFTWARE

La mini LAB trabaja con el siguiente software:

1. InstaCal este software se utiliza para la instalación, calibración y para realizar pruebas a la tarjeta.
2. TracerDAQ consola de instrumentación virtual, se utiliza para el trazado de formas de onda de corriente y voltaje.
3. Software este es un lenguaje de programación que se ejecuta bajo la consola de Visual Studio (hay que instalarlo por separado), aclarando que las licencias y el software de Visual Studio no vienen con la tarjeta.
4. MCC DAQ para VS.NET este es el software de adquisición de datos, se instala automáticamente junto con el software.
5. mini LAB es compatible con LabVIEW por medio de las librerías universales para LabVIEW que vienen en un CD junto con la tarjeta.

En nuestras prácticas utilizaremos instrumentación virtual por medio de LabVIEW, por lo cual explicamos el procedimiento para establecer la compatibilidad de la tarjeta con LabVIEW.

1. Instale una versión superior a la 6.0 de LabVIEW
2. Instale las librerías universales MCC para LabVIEW
3. Al ejecutar LabVIEW habiendo realizado los pasos 1 y 2 usted encontrada ya instaladas las librerías de measurement computing para LabVIEW MCC en el icono user Libraries tal como se ilustra en la siguiente gráfica 3.24.

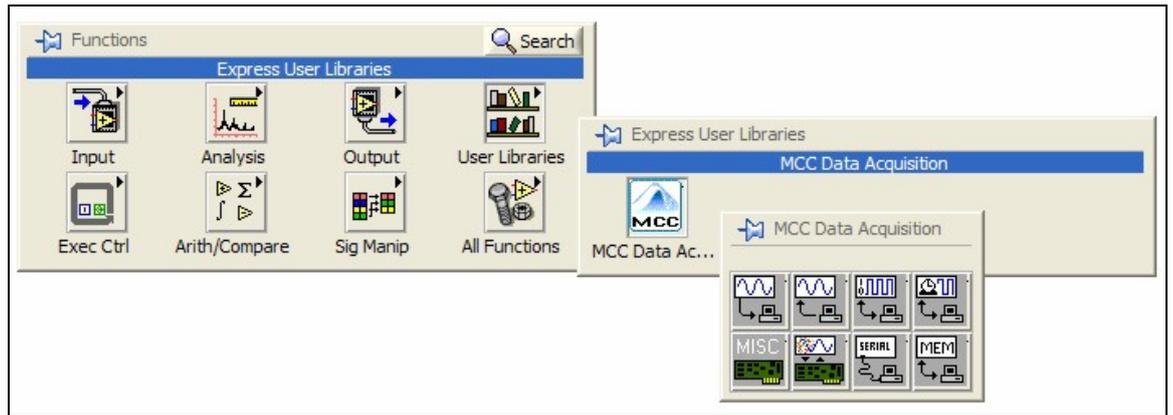
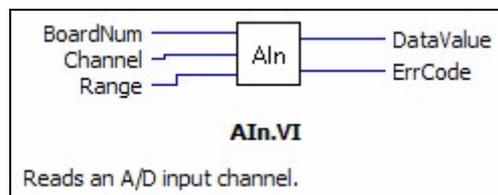


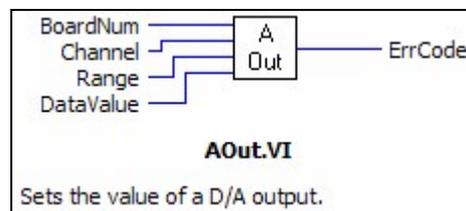
Figura 3.4 Iconos de librerías de MCC

Estas librerías que se encuentran en MCC son de vital importancia ya que nos ayudan a entrar o sacar datos digitales o analógicos de o a la computadora. Además existe otro grupo de ellas para el procesamiento y manipulación de datos, una vez instaladas las librerías se usan como el resto de las propias de LabVIEW pudiendo realizar programas solo con las librerías MCC o combinadas con las de LabVIEW.

Por ejemplo para entrar un dato analógico use la librería AIn



Para sacar un dato analógico de la computadora use la librería AOut



El uso que se le da a las librerías va de acuerdo a la finalidad del programador, para tener mayor conocimiento de estas librerías MCC consulte la sección de anexos de esta tesis o puede revisar el disco de librerías universales, también de una manera interactiva solicitando

La ayuda dentro de LabVIEW. Hacemos esta sugerencia ya que no es nuestro objetivo enseñar a programar en LabVIEW debido a que en las prácticas nosotros ya elaboramos los programas y los usuarios de dichas prácticas de laboratorio solo tendrán que ejecutarlos.

3.2.1.3 Componentes externos

- o El miniLAB tiene los siguientes componentes externos
- o Conector USB
- o LED de status
- o Conector digital I/O
- o Dos bancos de terminales de tornillo

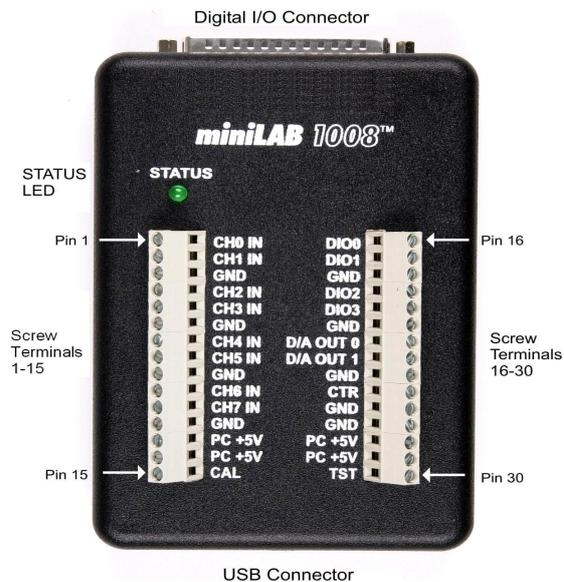


Figura 3.4 Componentes externos

3.2.1.4 Conector USB

El conector USB está localizado en un extremo del mini LAB este conector provee +5V de poder y comunicación. El voltaje suministrado a través del USB es dependiente del sistema y puede ser menor que +5V.

Precaución el pin de +5V en el conector DB37 es una salida. No conectar una fuente externa o puede dañarse el mini LAB 1008 ó hasta la computadora

3.2.1.5 LED

El estado del LED en la parte frontal de la mini LAB 1008 indica el estado de la comunicación. El LED usa hasta 5mA de corriente y no puede ser deshabilitado. La tabla 3.1 explica el funcionamiento del LED en la mini LAB.

Estado del LED	Indica
Encendido constante	La computadora está conectada a la computadora o a un hub USB externo
Parpadea continuamente	Los datos están siendo transferidos
Parpadea tres veces	La comunicación inicial entre la mini LAB y la computadora es establecida
Parpadea lentamente	La entrada analógica es configurada para disparo externo. El LED deja de parpadear y se ilumina en verde constante cuando el disparo es recibido.

Tabla 3.1 Iluminación del LED

3.2.1.6 Conector de I/O digital y pin out

La conexión digital de I/O se hace con el conector DB37 en el extremo del mini LAB 1008 Figura 3.26. Este conector provee 24 líneas de conexión digital (puerto A0 hasta puerto C7) 6 conexiones a tierra y una salida de +5V USB.

Conexión digital (puerto desde A0 hasta C7)

Las 24 pines digital de I/O (puerto A0 -A7, puerto B0-B7 y puerto C0-C7) son niveles compatibles TTL. Cada pin contiene un resistor pull-up de hasta 47K Ω y está configurado como entrada por default.

Precaución

Desde el puerto A0 hasta C7 no tienen protección por sobrecarga o corto circuito. No exceder los límites de voltaje o podría dañar el pin o el mini LAB 1008. Para proteger estos pines se recomienda usar resistores en serie.

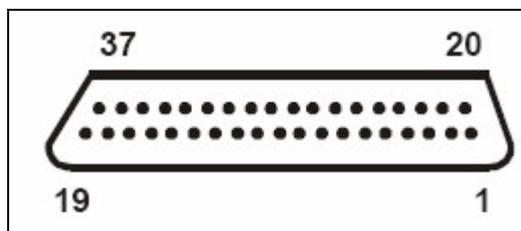


Figura 3.6 Conector Digital I/O

Pin	Signal Name	Pin	Signal Name
1	n/c	20	USB +5 V
2	n/c	21	GND
3	Port B7	22	Port C7
4	Port B6	23	Port C6
5	Port B5	24	Port C5
6	Port B4	25	Port C4
7	Port B3	26	Port C3
8	Port B2	27	Port C2
9	Port B1	28	Port C1
10	Port B0	29	Port C0
11	GND	30	Port A7
12	n/c	31	Port A6
13	GND	32	Port A5
14	n/c	33	Port A4
15	GND	34	Port A3
16	n/c	35	Port A2
17	GND	36	Port A1
18	n/c	37	Port A0
19	GND		

Tabla 3.2 Pin out del conector DB37

3.2.1.7 Al ambrado de conectores de Rosca

El mini LAB 1008 tiene dos filas de terminales de rosca.

Cada fila contiene 15 conexiones. La numeración de los pines están identificados en la siguiente figura 3.27.

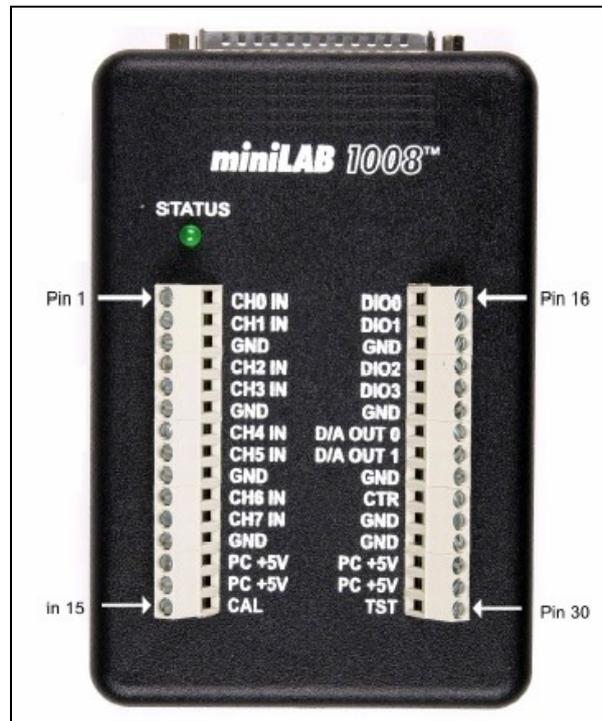


Figura 3.7 Muestra los terminales de rosca

Los pines están marcados para 8 canales en modo de operación single-ended

Terminales de rosca del 1-15

Son las terminales del lado izquierdo del mini LAB 1008 esta fila provee las siguientes conexiones;

Ocho conexiones de entradas analógicas (CH0 IN a CH7 IN)

Cuatro conexiones a tierra (GND)

Una Terminal de calibración (CAL)

Dos conexiones de poder (PC +5V)

Terminales de rosca del 16 – 30

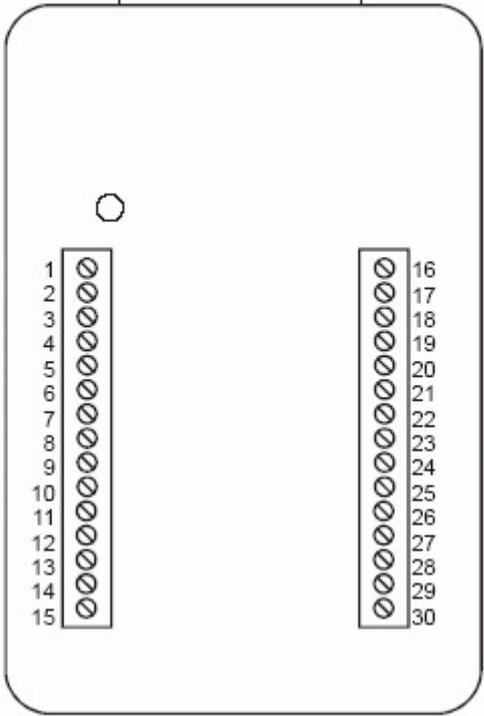
Son las terminales del lado derecho del mini LAB 1008 esta fila provee las siguientes conexiones:

Cuatro conexiones I/O digitales (DIO0 a DIO3)

- Dos conexiones de salidas analógicas (D/A OUT 0 a D/A OUT 1)
- Una Terminal de prueba y calibración (CTR)
- Cinco conexiones a tierra (GND)
- Dos conectores de poder (PC +5 V)

Conector principal y pin out

CONECTORES PRINCIPALES Y SU PIN OUT figura 3.8

Tipo de conectores	Terminal es de rosca
Dimensión de alambre para terminal es	16 AWG hasta 26 AWG
<p>Pin Out para el modo diferencial de 4 canales</p> <p>Note que los pines estan etiquetados para el modo single-ended en la mini LAB</p>	 <p>Diagram showing the pin out for the connector. The pins are numbered 1 through 30. The labels for each pin are as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1: CH0 IN HI 2: CH0 IN LO 3: GND 4: CH1 IN HI 5: CH1 IN LO 6: GND 7: CH2 IN HI 8: CH2 IN LO 9: GND 10: CH3 IN HI 11: CH3 IN LO 12: GND 13: PC +5 V 14: PC +5 V 15: CAL 16: DIO0 17: DIO1 18: GND 19: DIO2 20: DIO3 21: GND 22: D/A OUT0 23: D/A OUT1 24: GND 25: CTR 26: GND 27: GND 28: PC +5 V 29: PC +5 V 30: TST

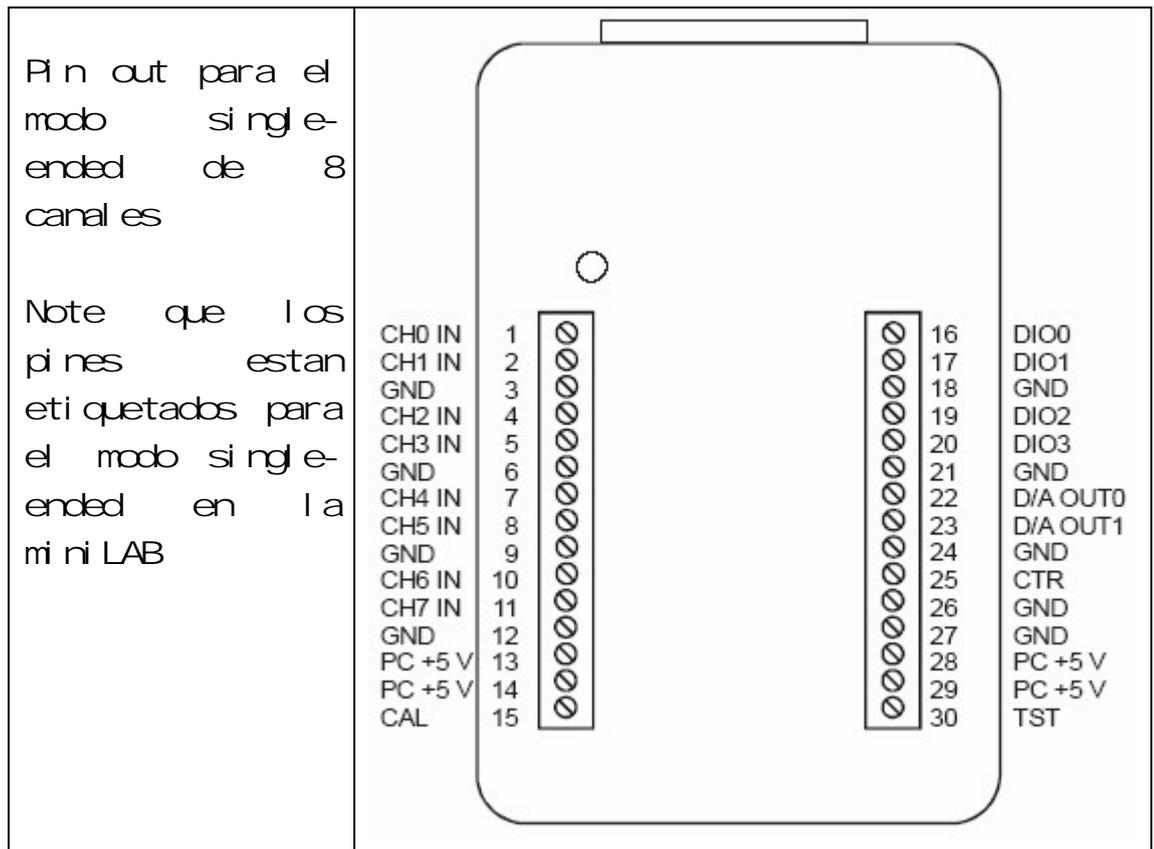


Figura 3. 28 Conectores principales y su pin out

3. 2. 1. 8 TERMINALES DE ENTRADAS ANALÓGAS

Estas entradas se pueden configurar como ocho canales single-ended ó cuatro canales diferenciales. Cuando se configura para el modo diferencial cada entrada analógica tiene 12-bit de resolución, cuando configuramos para el modo single-ended cada entrada analógica tiene 11-bit de resolución debido a las restricciones impuestas por el convertidor A/D

3. 2. 1. 9 CONFIGURACIÓN SINGLE-ENDED

Cuando todas las entradas analógicas están configuradas para el modo single-ended tenemos disponibles ocho entradas analógicas. En el modo single-ended las señales de entrada están referenciadas a tierra.

El rango de entrada para el modo single-ended es $\pm 10V$ max. Con una ganancia de 2. En este modo no soporta otra ganancia

Mediciones single-ended usando el modo diferencial
Para hacer mediciones en el modo single-ended usando canales diferenciales conecte el voltaje a una entrada analógica con número par y conecte a tierra la correspondiente pareja impar del canal.

3.2.1.10 CONFIGURACIÓN MODO DIFERENCIAL

Cuando todos los canales de entrada analógica están configurados en modo diferencial solo cuatro canales analógicos están disponibles. En modo diferencial la señal de entrada es medida con respecto a la señal más baja.

Los canales numerados con número par son considerados señales altas y los canales con número impar son señales bajas

Cuando usar el modo diferencial
Cuando hay aplicaciones en ambientes ruidosos o cuando la fuente de la señal está referida a otro potencial más que al tierra de la PC.

Requerimientos en modo diferencial

Cualquier entrada analógica puede permanecer en un rango -10 a $+20V$ con respecto a tierra todo el tiempo

La máxima diferencia de voltaje en cualquier par de entradas debe permanecer dentro del rango seleccionado

3.2.2 PRACTICAS DE CONTROL AUTOMATICO.

3.2.2.1 PRACTICA 1

FAMILIARIZACIÓN CON EL KIT FEEDBACK, REALIZACIÓN VELOCIDAD GANANCIA, DEMOSTRACIÓN DEL CANAL DE ERROR, CONTROL DE LAZO ABIERTO

Probablemente esta sea la primera vez que trabajemos con el kit feedback para control automático, por ello es importante que conozcamos al menos de sus componentes.

Suministro de Potencia PS150E

Figura 3.29. Esta unidad suministra 24 V DC y 2 A constantes al motor a través de un conector de 8 vías que va al servo amplificador, dado que el servo es quien controla el motor.

En la panel frontal existen dos grupos de conectores de 4 mm que proporcionan $\pm 15V$ DC, que sirven para alimentar los diferentes módulos según sea la necesidad.

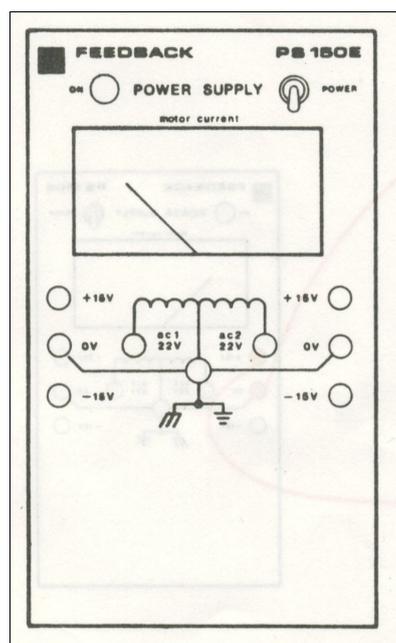


Figura 3.9 Suministro de potencia

Las salidas ac son usadas en asignaciones especiales.

MOTOR 150F

Figura 3.30 Esta unidad se compone de tres partes, un motor DC de campo dividido con el devanado en serie, el cual tiene un eje alargado y sobre el cual puede fijarse el freno magnético o disco de inercia.

Integrado a la unidad está un generador taquímetro DC con salida en la parte superior de la unidad, para hacer mediciones de voltaje se puede hacer entre los terminales 1 (+) y 2 (-) esta polaridad se intercambia dependiendo del sentido de giro del motor, para hacer mediciones con referencia de tierra se debe conectar el conector de 0V con la referencia de tierra de la fuente de alimentación PS150E.

Para experimentos de control, existe un eje a baja velocidad manejado por una caja de engranajes con reducción de 30:1, con un acoplamiento especial se puede unir el potenciómetro de salida 150K a este eje.

La alimentación es obtenida del servo amplificador a través del conector de 8 vias.

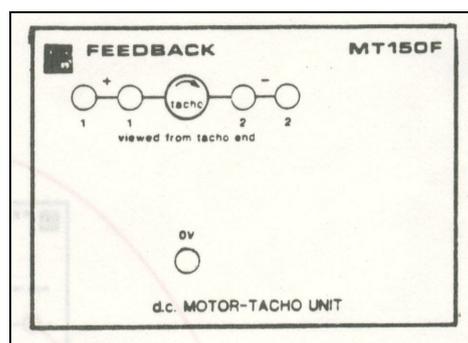


Figura 3.10 Motor

SERVO AMPLIFICADOR 150D

Figura 3.11 Esta unidad contiene los transistores que controlan la dirección de giro del motor, los modos de interconexión de armadura se hacen en el panel frontal.

Para evitar sobrecargar el motor, existe un medidor de corriente de motor con un indicador de sobrecarga y protección de 2 A.

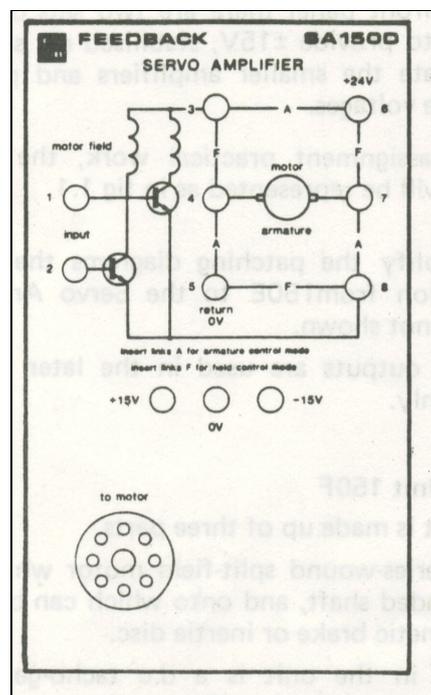


Figura 3.11 Servo Amplificador

ATENUADOR 150B

Figura 3.12 Esta unidad contiene dos potenciómetros variables de 10 K Ω . La proporción de la resistencia seleccionada es indicada por una perilla graduada desde 0 a 10.

La unidad puede proporcionar un voltaje de referencia cuando se conecta a una fuente de DC o es usado como un control de ganancia cuando se conecta a la salida de un amplificador.

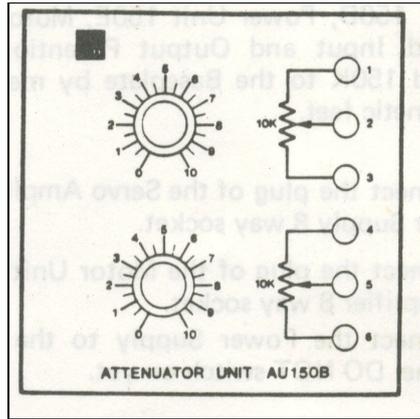


Figura 3.12 Atenuador

POTENCIOMETROS DE ENTRADA Y SALIDA 150H Y 150K

Figura 3.33 El potenciómetro de entrada 150H tiene $\pm 150^\circ$ de giro, mientras el potenciómetro de salida 150K no tiene mecanismo que lo limite, así que no puede ser dañado por rotación continua.

El potenciómetro de entrada es usado para establecer un voltaje de referencia y el potenciómetro de salida es conectado al eje de baja velocidad del motor por medio de un acoplamiento a presión.

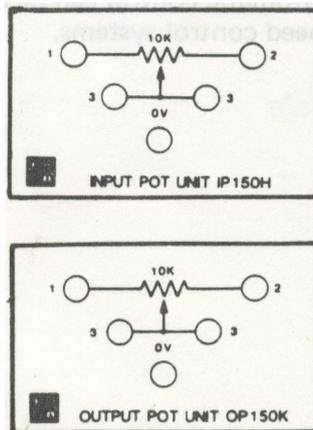


Figura 3.13 Potenciómetros de entrada y salida

PRE-AMPLIFICADOR 150C

Figura 3.14 Este proporciona la señal correcta para energizar el servo amplificador SA150D.

Si una señal positiva es aplicada a cualquier entrada causa que la salida superior 3 se vuelva positiva, la otra salida permanece cercana a cero. Una entrada negativa causa que la salida inferior 4 se vuelva positiva, la otra permanece cercana a cero. Si a las entradas se aplica una combinación de señales positivas y negativas, la salida 3 se vuelve positiva si a las entradas existe una señal positiva mas grande en magnitud que la negativa, y la salida 4 se vuelve positiva si a las entradas predomina una señal negativa sobre las positivas. Así el accionamiento bidireccional del motor es obtenido cuando estas salidas estan conectadas a las entradas del servo amplificador, de tal manera que el motor pueda girar en los dos sentidos.

Un interruptor de palanca articulada permite el uso de una de las dos redes de compensación interna u opera en la condición normal.

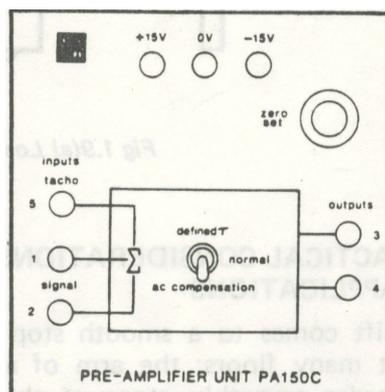


Figura 3.14 Pre amplificador

AMPLIFICADOR OPERACIONAL 150A

Figura 3.15 Este proporciona una ganancia invertida de voltaje y es una manera de sumar dos o más señales, así como también en facilidades para la introducción de redes de compensación.

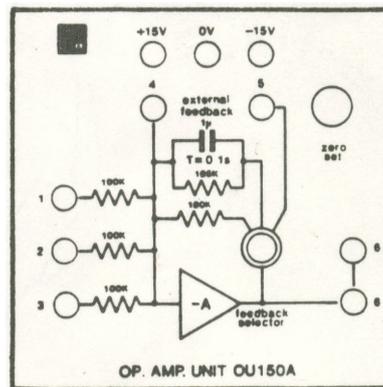


Figura 3.15 amplificador operacional

UNIDAD DE CARGA 150L

Figura 3.36 Un disco de aluminio puede ser montado en el eje del motor y cuando este rote entre los polos del magneto de la unidad de carga, las corrientes parásitas generadas tienen el efecto de un freno. La fuerza del freno magnético puede ser controlada por la posición del magneto. Las notas del circuito muestran el torque para diferentes posiciones a 1000 rev/min, mientras para otras velocidades el torque será proporcional.

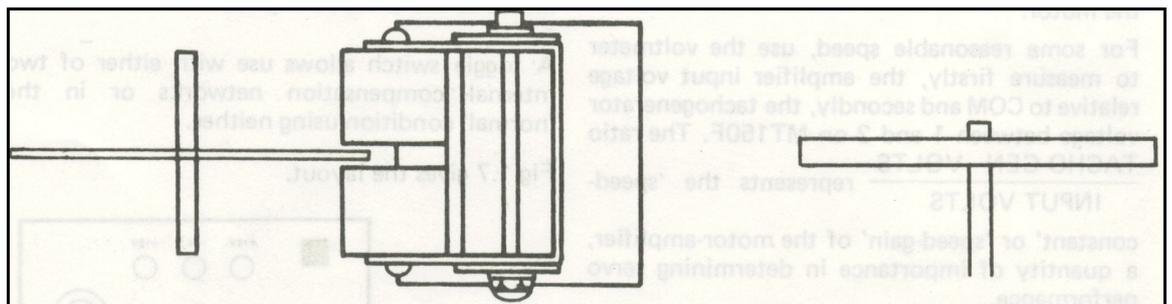


Figura 3.16 Unidad de carga

PRACTICA 1A REALACION VELOCIDAD GANANCIA

OBJETIVO

1. Familiarizarse con los módulos y su funcionamiento, así también con los conceptos.
2. Aprender a extraer datos a la computadora por medio de la mini LAB 1008.

EQUIPOS REQUERIDOS	
CANTIDAD	EQUIPO
1	Unidad Atenuadora 150B
1	Unidad Servo amplificador 150D
1	Suministro de potencia 150E
1	Mini Lab 1008
1	Módulo de acople para entrada de datos a Mini Lab 1008, MA1008

DISCUSION Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

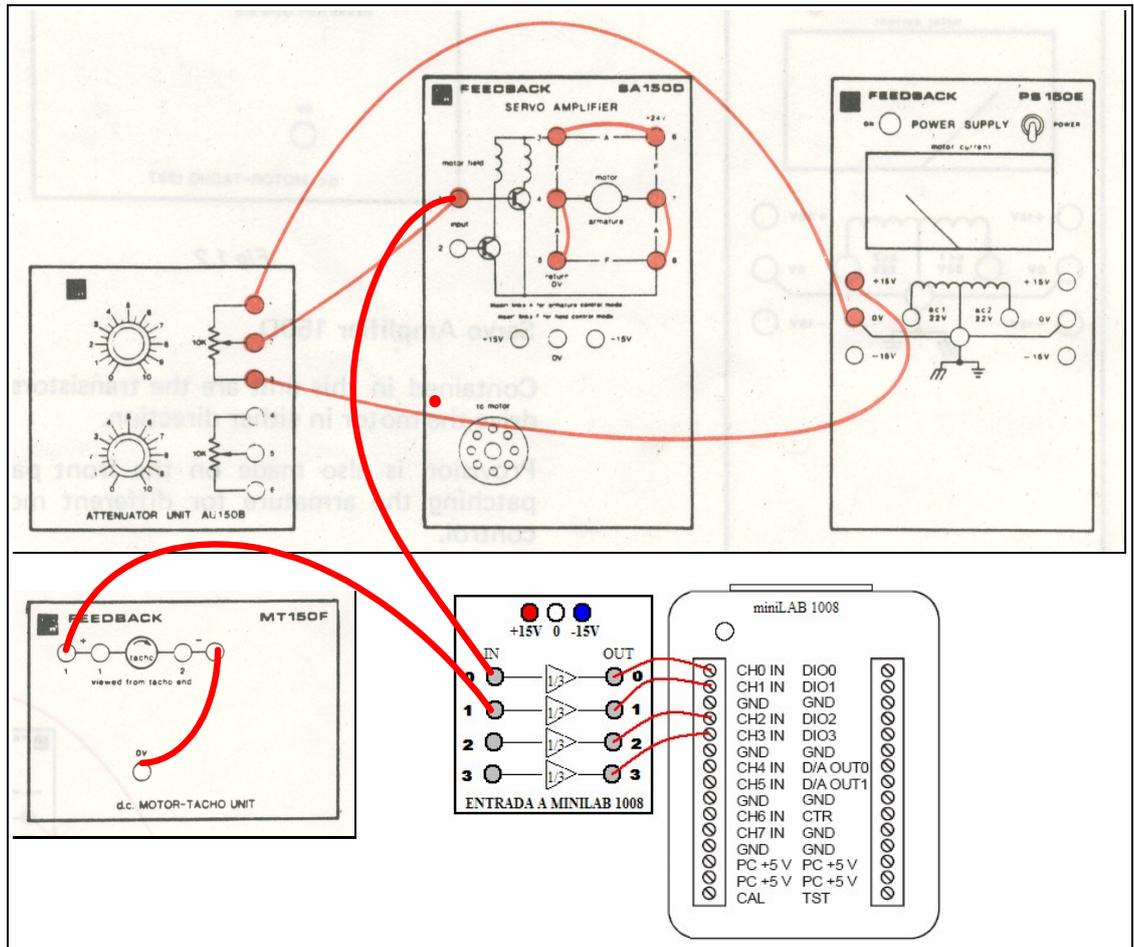
La dirección de giro del motor depende de cual de las dos bobinas de campo se energiza, y la velocidad depende de la cantidad de voltaje aplicado a las entradas del servo amplificador.

La relación $\frac{V_{GEN_TAQUIMETRO}}{V_{ENTRADA}}$ representa la constante de

velocidad o relación velocidad-ganancia del motor-amplificador, una cantidad importante en la determinación del desempeño del motor.

PROCEDIMIENTO PRELIMINAR

1. Fijar el atenuador 150B, servo amplificador 150C, suministro de potencia 150E, motor 150F, módulo de acople para entrada de datos y la mini lab 1008 a la base magnética.
2. Conecte el enchufe del servo amplificador al conector de 8 vías de la fuente de suministro.
3. Conecte el enchufe del motor al conector de 8 vías del servo amplificador.
4. Realice las conexiones de tal manera de implementar el circuito que se muestra en la figura 3.37
5. Conecte la mini lab a la computadora observe que enciende la luz verde de la mini lab, luego cargue el software instalando y configure la mini lab al modo 8 si es necesario.
6. La mini lab trabaja con pares de canales para referencia de 0V, es decir ch0 y ch1 tienen su propia referencia GND, donde las lecturas de esos canales particulares son referenciados a ese pin, para todas las prácticas los sistemas tienen una sola referencia de 0V proporcionada por la fuente de alimentación, asegúrese de referenciar bien en todos los sistemas para obtener lecturas correctas, en algunos circuitos se ha debido el alambrado de referencia de voltaje para evitar confusiones con excesivas líneas en las imágenes, cuando esto suceda este atento a unir todos los conectores de 0V.
7. Abra Labview y cargue el programa Guía1A RELACION VELOCIDAD GANANCIA y configure los números de Board y Canales de la mini lab según se especifica en la pantalla gris en la ejecución del programa.
8. Conecte el suministro de potencia a la línea principal de energía, encienda luego de asegurarse que las conexiones y los pasos anteriores están bien realizados.
9. Ejecute el programa cargado en Labview, al hacer esto aparecerá la siguiente pantalla figura 3.38.



Fi gura 3. 17 Conexi ón de Practi ca 1A

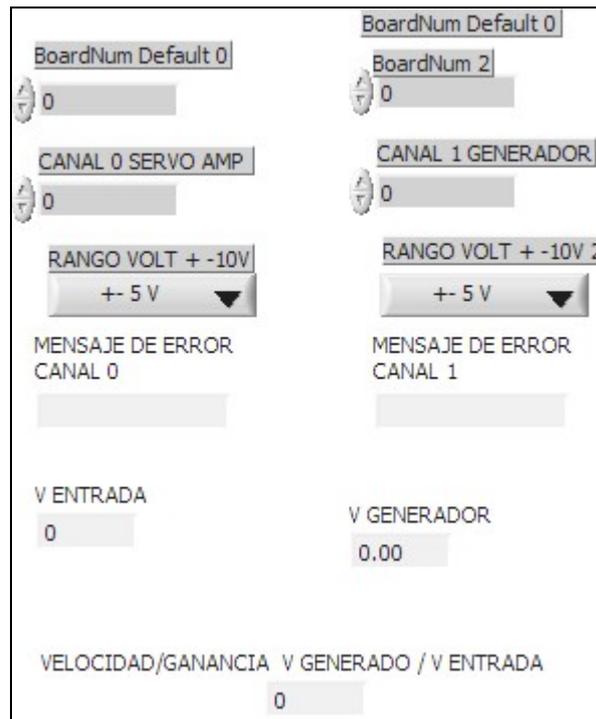


Figura 3.18 Programa de Practica 1A

Obtenga la relación velocidad ganancia para diferentes puntos de voltaje de entrada, el voltaje de entrada lo controla por la perilla del atenuador.

¿Qué puede concluir de esta relación, a bajas y altas velocidades del motor?

PRACTICA 1B

OBJETIVO

Mostrar como los potenciómetros montados en la entrada y en la salida de un sistema de control posicional pueden generar una señal de error.

EQUIPOS REQUERIDOS	
CANTIDAD	EQUIPO
1	Amplificador Operacional OU 150A
1	Suministro de potencia PS 150E
1	Potenciometro de entrada IP 150H
1	Potenciometro de salida OP 150K
1	MiniLab 1008
1	Modulo de acople para entrada de datos a MiniLab 1008, MAI 1008

PROCEDIMIENTO PRELIMINAR

- Fijar el OU 150A, PS 150E, IP 150H, OP 150K, miniLab 1008 y MAI 1008 a la base.
- Conecte el PS 150E a la línea de suministro principal. No lo encienda todavía

DISCUSIÓN Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Podemos usar un amplificador de alta ganancia para producir una salida de voltaje V_o que es la suma de los voltajes de entrada (V_1+V_2). Esto se logra conectando a través del amplificador una resistencia de retroalimentación R_2 , que multiplica el voltaje de salida

por el factor $K = -\frac{R_2}{R_1}$, donde R_1 es la resistencia de

entrada.

Para llevar a cabo este experimento, se debe tener cuidado inicialmente en fijar la salida del amplificador lo más cerca posible a cero.

P1.1 ¿Por qué se debe fijar la salida a cero?

P1.2 ¿Qué pasaría si V_2 tiene polaridad opuesta a V_1 ?

Si como en la fig 3.39, hacemos que V_2 sea de polaridad opuesta a V_1 , esto es invertir V_2 , al conectar estos voltajes al amplificador, la salida de voltaje será: $V_0 = K(V_1 - V_2)$ [Vd ti os]

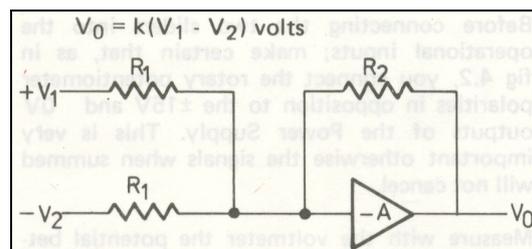


Fig 3.19 Circuito de un amplificador

Ahora tenemos un dispositivo que puede comparar dos voltajes y a menos que uno de los voltajes sea exactamente igual y opuesto al otro, el amplificador tendrá una salida proporcional a la diferencia.

Si las entradas V_1 y V_2 son alimentadas por potenciómetros circulares con sus deslizadores acoplados a un cursor que atraviesa una escala marcada en grados, podemos añadir juntas las entradas de voltaje para formar un canal de error simple que represente la diferencia en la posición angular de los dos cursores.

Armar el circuito de la figura 3.20 pero aun no conecte las puntas de las dos entradas del amplificador.

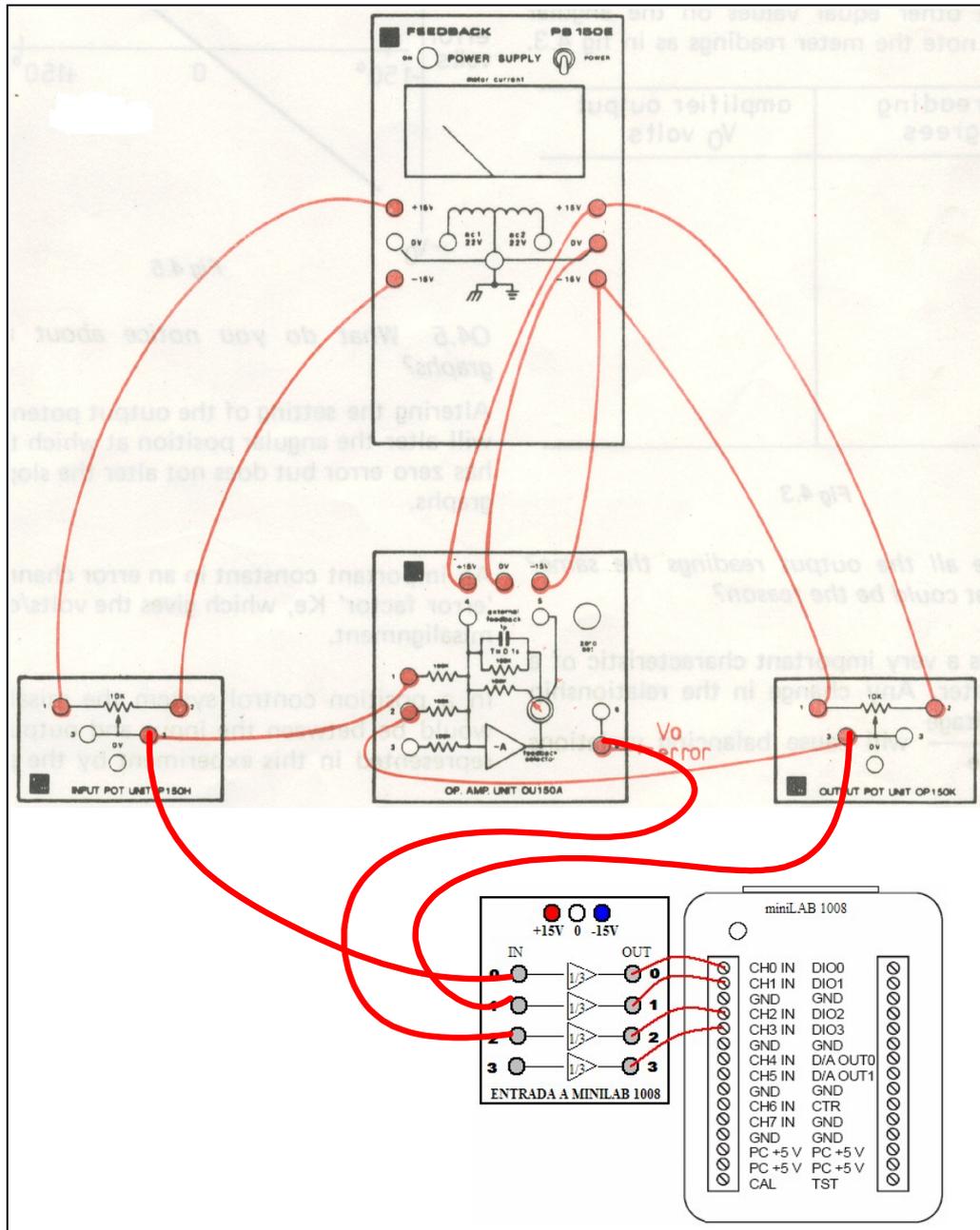


Fig. 3.20 Circuito de Práctica 1B

DEMOSTRACION DEL CANAL DE ERROR

Ajustar el switch selector del resistor de retroalimentación en 100 KΩ. Conecte el voltímetro a la salida del amplificador operacional, energícelo y ajuste el conector set lo más cercano posible a cero.

Antes de conectar los dos deslizadores (potenciómetros) en las entradas del operacional, asegúrese que como en la fig 3.40 se halla conectado las polaridades del potenciómetro en oposición a las salidas de $\pm 15V$ y $0V$ de la fuente de alimentación. Esto es muy importante para que cuando la señal es se sumen no se cancelen.

Mida el voltaje entre cada deslizador y el común, rotando el cursor hasta que la lectura sea cero. Si esto no corresponde con el cero de la escala angular, entonces ajuste el cursor y haga un ajuste hasta que corresponda, auxíliase de un voltímetro.

P1.3 ¿Cuál sería la razón de no coincidencia de cero de la escala angular, con el valor medido?

Configure la mini lab al modo 8 si sigue ended a través del instalador, luego cargue el programa GUI A 1B DEMOSTRACION DEL CANAL DE ERROR SOLO CAPTURANDO DATOS en la abview, ejecute el o y obtenga los siguientes datos.

Al ejecutar el programa aparecerá en la computadora la siguiente pantalla figura 3.21.

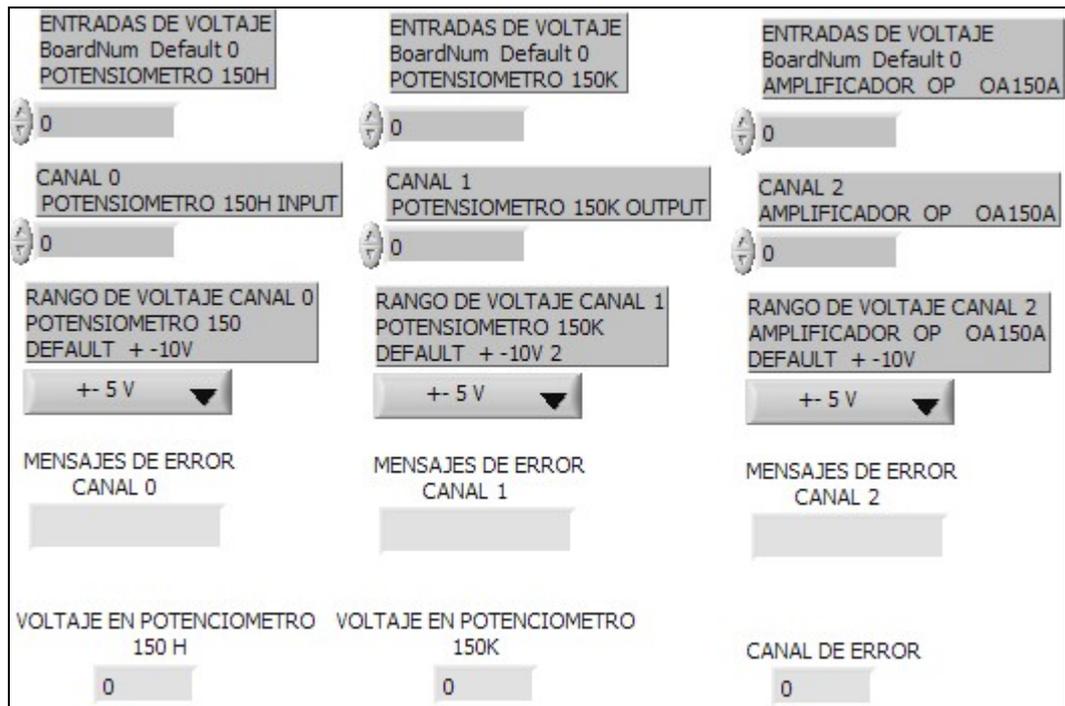


Figura 3.21 Programa Practica 1B

Rote los dos cursores 30° y anote la medición que observa en pantalla, ahora rote los dos cursores a otro valor igual en la escala angular y anote las lecturas en una tabla 1B.1 (También debe hacerlo a partir de 0° en el otro sentido para lograr tener un barrido de 180°)

Escala Leída en grados	Salida del Amplificador

Tabla 1B.1

P1.4 ¿Son todas las lecturas iguales? Si no ¿Cuál podría ser la razón?

Ajuste el potenciometro de salida a cero y rote el potenciometro sobre su rango. Tabule sus resultados sobre la tabla 1B.2

Grados potenci ómetro de entrada	Sal i da del Ampl i fi cador

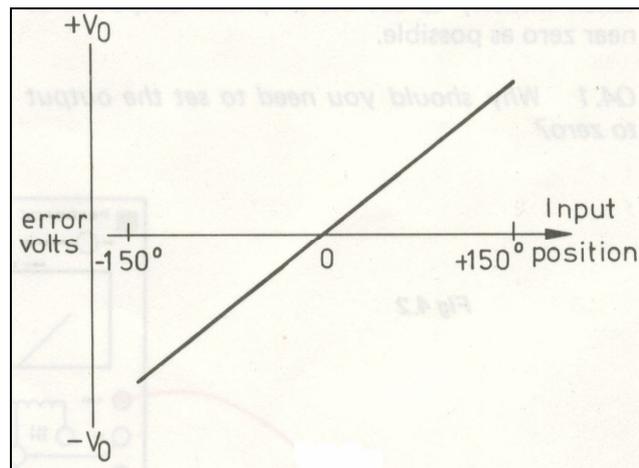
Tabl a 1B 2

Ahora repi ta sus l ecturas aj ustando el potenci ómetro de sal i da a -60°

Grados potenci ómetro de entrada	Sal i da del Ampl i fi cador

Tabl a 1B 3

Grafi que l os resul tados como el l a fi gura 3. 22



Fi gura 3. 42 Grafi ca vol taje error contra grados de entrada

P1. 5; Que nota ud de l os dos úl ti mos gráfi cos?

Por medi o de l os cál cul os y de l as pendi entes de l as curvas determi ne el val or de K_e

PRACTICA 1C

DEMOSTRACION DEL CANAL DE ERROR POR COMPUTADORA

Esta practica básicamente es instrumentación virtual aprovechando las facilidades que nos ofrece LabVIEW, el control del potenciómetro de entrada y de salida de la practica 1B se hace vía computadora además tenemos control sobre la ganancia.

Aquí desarrollamos la simulación de la guía anterior, no se utiliza el kit los potenciómetros aparecerán en pantalla.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Cargue el programa GUI A 1C DEMOSTRACION DEL CANAL DE ERROR POR COMPUTADORA en LabVIEW, ejecútelo y obtenga los siguientes datos.

Al ejecutar el programa aparecerá en la computadora la siguiente pantalla figura 3.23.

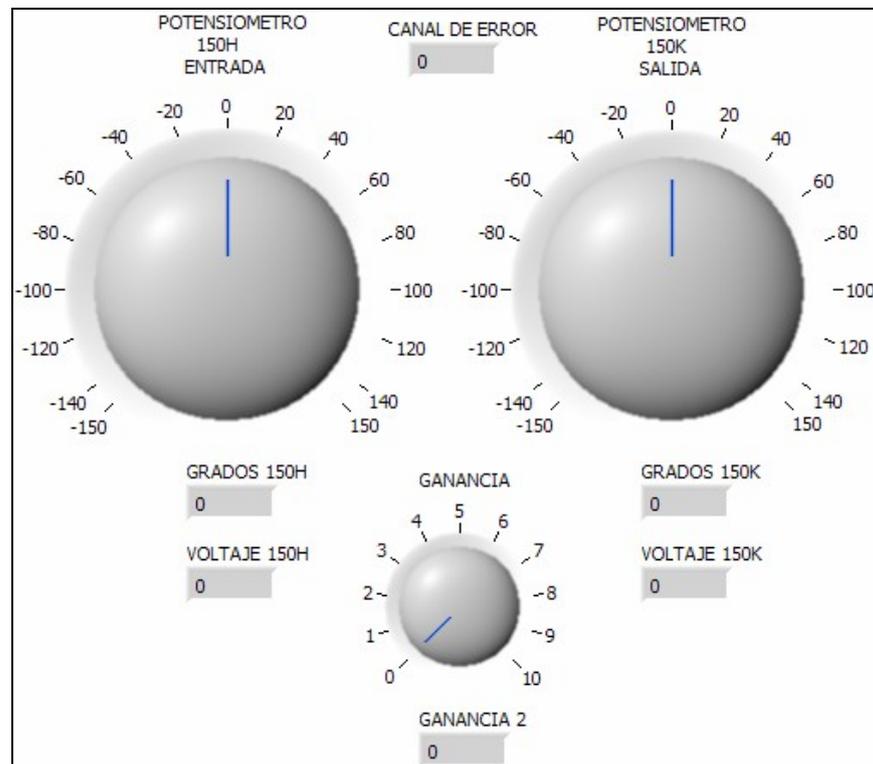


Figura 3.23 Programa Practica 1C

Rote los dos cursores 30° y anote la medición que observa en pantalla, ahora rote los dos cursores a otro valor igual en la escala angular y anote las lecturas en una tabla 1C.1 (También debe hacerlo a partir de 0° en el otro sentido para lograr tener un barrido de 180°)

Escala Leída en grados	Salida del Amplificador

Tabla 1C.1

P1.4 ¿Son todas las lecturas iguales? Si no ¿Cuál podría ser la razón?

Ajuste el potenciómetro de salida a cero y rote el potenciómetro sobre su rango. Tabule sus resultados sobre la tabla 1C.2

Grados potenciómetro de entrada	Salida del Amplificador

Tabla 1C.2

Ahora repita sus lecturas ajustando el potenciómetro de salida a -60°

Grados potenciómetro de entrada	Salida del Amplificador

Tabla 1C.3

Grafique los resultados como en la figura 3.24

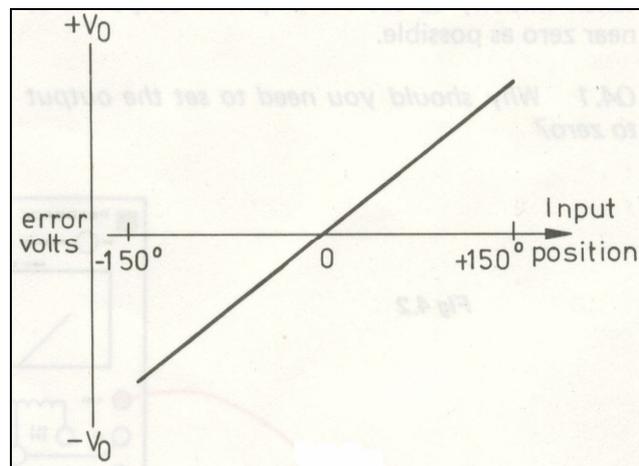


Figura 3.24 Gráfica de voltaje de error contra grados de entrada

P1.5 ¿Qué nota ud de los dos últimos gráficos?

Por medio de los cálculos y de las pendientes de las curvas determine el valor de K_e

PRACTICA 1D

CONTROL DE LAZO ABIERTO

OBJETIVO

Uso de un motor en un sistema de control de lazo abierto.

EQUIPOS REQUERIDOS	
CANTIDAD	EQUIPO
1	Servo Amplificador 150D
1	Suministro de potencia PS 150E
1	Potenciómetro de salida OP 150K
1	Motor 150F
1	MiniLab 1008
1	Módulo de adquisición para entrada de datos a MiniLab 1008, MAI 1008
1	Módulo de adquisición para salida de datos de MiniLab 1008, MAO 1008

PROCEDIMIENTO PRELIMINAR

- Fijar las unidades SA150D, PS150E, MT150F, OP150K, MAI 1008, MAO 1008 y miniLab a la base
- Coloque el conector del 150D en el suministro de potencia 150E
- Coloque el conector del 150F en el servo amplificador 150D.
- Realice las conexiones de tal manera de implementar el circuito que se muestra en la figura 3.45
- Use el acoplamiento de presión para unir el eje de baja velocidad de la caja de engranaje del motor al eje del potenciómetro de salida.
- Conecte la miniLab a la computadora observe que enciende la luz verde de la miniLab, luego cargue el software instalado y configure la miniLab al modo 8 si sigue encendido.

- g. Abra Labview y cargue el programa Gui a1D CONTROL DE LAZO ABIERTO y configure los números de Board y Canales de la miniLab según se especifica en la pantalla gris.
- h. Conecte el suministro de potencia hacia la línea principal de energía, encienda luego de asegurarse que las conexiones y los pasos anteriores están bien realizados.
- i. Ejecute el programa cargado en Labview, al hacer esto aparecerá la siguiente pantalla figura 3.26.

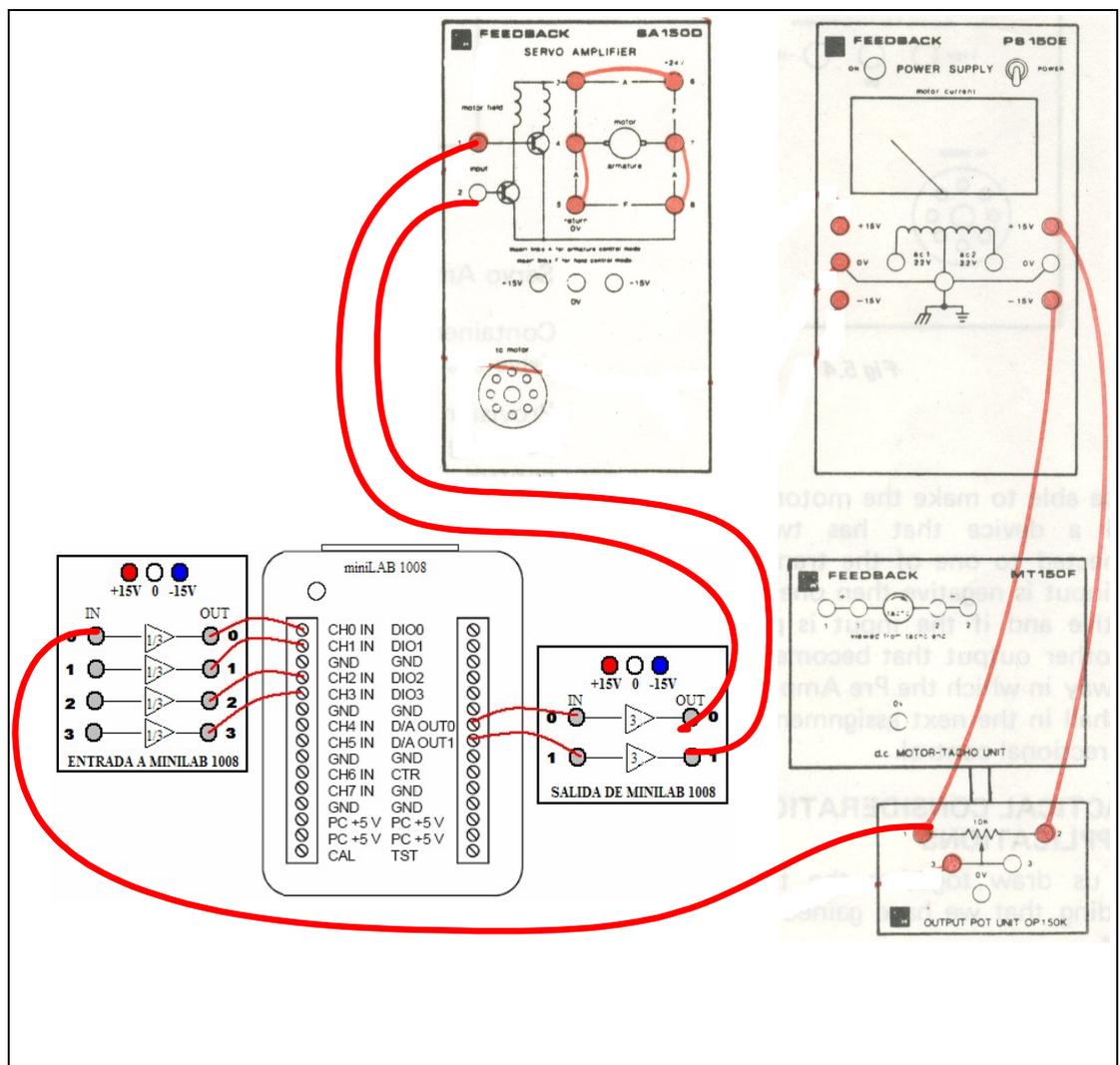


Figura 3.25 Conexiones Práctica 1D

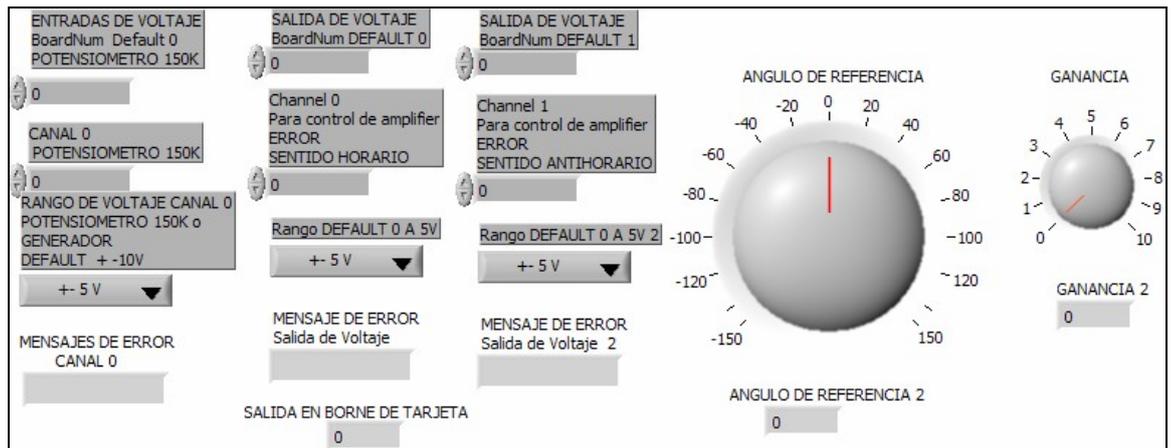


Figura 3.26 Programa Practica 1D

Mueva la perilla de ganancia hasta que el motor empiece a girar y anote la posición y escala a la cual el motor empezó a girar _____(1), la dirección en la cual se mueve el potenciómetro de salida _____(2).

Regrese el potenciómetro de salida a cero.

Escija una posición en la dirección _____(2) en la cual desee que el potenciómetro gire y luego rote la perilla de la ganancia a la posición en (1). A medida que el cursor se aproxima al ángulo requerido reduzca la señal de entrada de manera que el cursor vuelva al reposo cercanamente al punto requerido.

Repi ta uti l i z a n d o se ñ a l e s de entrada que se incrementen gradualmente a la posición (1).

P1 ¿Qué pasa mientras trata de lograr que el cursor llegue al reposo en el ángulo requerido?

Escija una posición contraria a la dirección (2) en la perilla del ángulo de referencia.

P2 ¿Qué resultados obtiene en el control del motor?

P3 ¿Qué relación existe entre el potenciómetro de entrada con el giro del motor?

P4 ¿Qué relación existe entre el ángulo de referencia y el potenciómetro de salida?

3.2.2.2 PRACTICA 2 SISTEMAS DE CONTROL DE POSICION DE LAZO CERRADO

OBJETIVO

La utilización de un motor en un sistema de control automático posicional.

EQUIPOS REQUERIDOS	
CANTIDAD	EQUIPO
1	Amplificador Operacional OU 150ª
1	Unidad Atenuadora 150B
1	Unidad Preamplificador 150C
1	Unidad de Servo Amplificador 150D
1	Suministro de Potencia 150E
	Motor 150F
	Potenciómetros de entrada y salida 150H y 150K
1	Minilab 1008
1	Modulo de acople para entrada de datos a Minilab 1008, MAI 1008

PROCEDIMIENTO PRELIMINAR

1. Fije el atenuador 150ª, preamplificador 150C y suministro de potencia 150E, minilab y modulo de entrada de datos MAI 1008 a la base.
2. Conecte el suministro de potencia a la línea principal de energía. No encender todavía.

DIAGNOSIS Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En la práctica anterior descubrimos que nuestra señal de entrada podía variar de positiva a negativa pero que no podíamos usar su polaridad como un medio para determinar la dirección de rotación del motor, la magnitud de la señal controlaba la velocidad de rotación. Examinando los devanados de campo descubrimos que un transistor energiza un devanado para trabajar en una dirección, y el otro causa rotación en reversa. Ahora el preamplificador es capaz de proveer este tipo de control ya que si hay un voltaje positivo en cualquiera de sus entradas, entonces una de sus salidas se vuelve positiva, mientras que si una de sus entradas se vuelve negativa, entonces la otra salida se vuelve positiva.

Antes de usar el preamplificador para controlar el motor de manera que este pueda girar en ambas direcciones, desarrollaremos una práctica para descubrir las características del preamplificador.

PARTE A

ENCONTRAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL PREAMPLIFICADOR

Implemente el circuito de la figura 3.27

Ejecute el programa GUIA 2A, al hacer esto aparecerá la siguiente pantalla la figura 3.28.

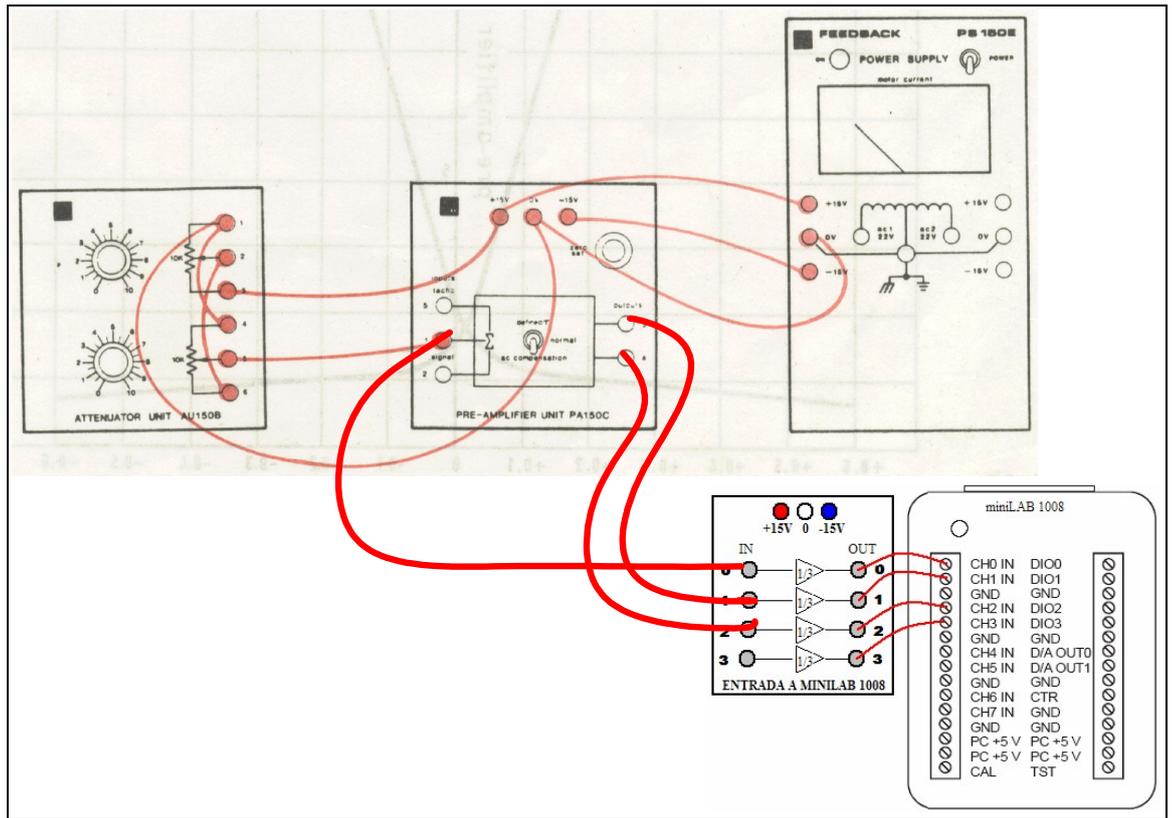


Figura 3.27 Conexiones Práctica 2A

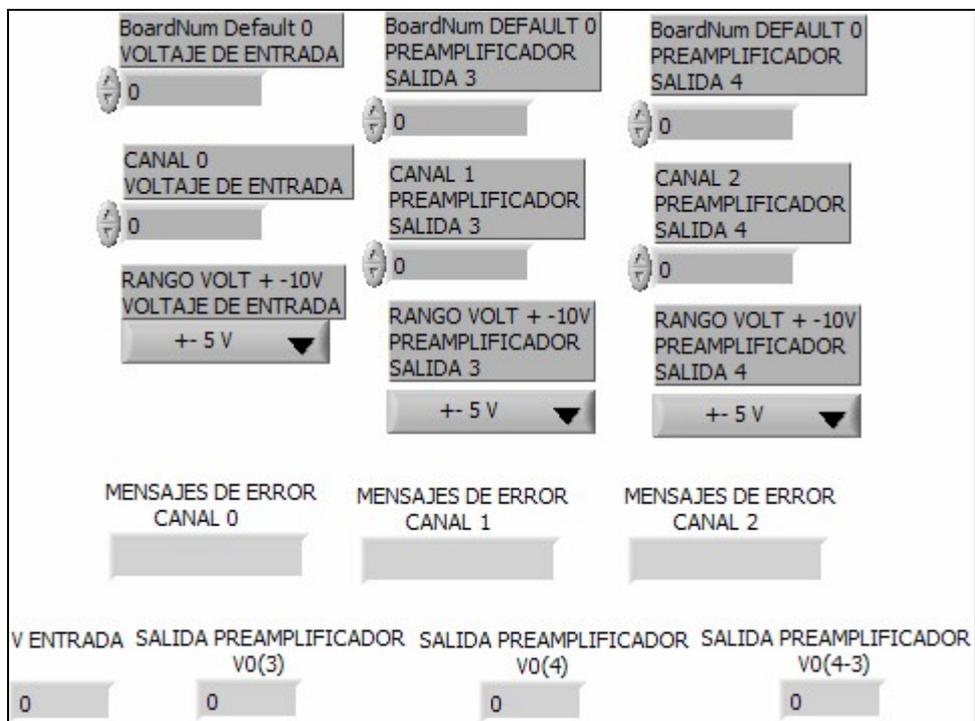


Figura 3.28 Programa Práctica 2A

En el potenciómetro 1 de la unidad atenuadora, ajuste la salida entre el deslizador y 0V a +1V

Para ser capaces de obtener lecturas exactas necesitamos de un control muy fino, por lo que utilizaremos el potenciómetro 2 para obtener fracciones del voltio que hemos seleccionado.

Conectar el Terminal 6 del potenciómetro 2 al deslizador del potenciómetro 1. Esto significa que las posiciones 1 a 10 nos dan valores de entrada en decimos de voltio.

Ahora nos encontramos en la capacidad de tomar valores de salida del preamplificador para diferentes valores de entrada y así observar como se comporta el amplificador.

Para cada posición del deslizador en el potenciómetro 2 tome lecturas entre cada una de las salidas del preamplificador y 0V. Después de haber hecho esto repita para diferentes entradas, pero esta vez midiendo entre las dos terminales de salida de preamplificador

Ahora conecte la Terminal 3 del potenciómetro 1 a -15V y repita sus lecturas tabla 2A 1.

Señal de entrada V_i	Salida del Preamplificador		
	$V_o(3)$	$V_o(4)$	$V_o(4-3)$

Tabla 2A 1

Dibuje los gráficos de los voltios de entrada contra los voltios de salida como en la figura 3.29 y en la figura 3.30.

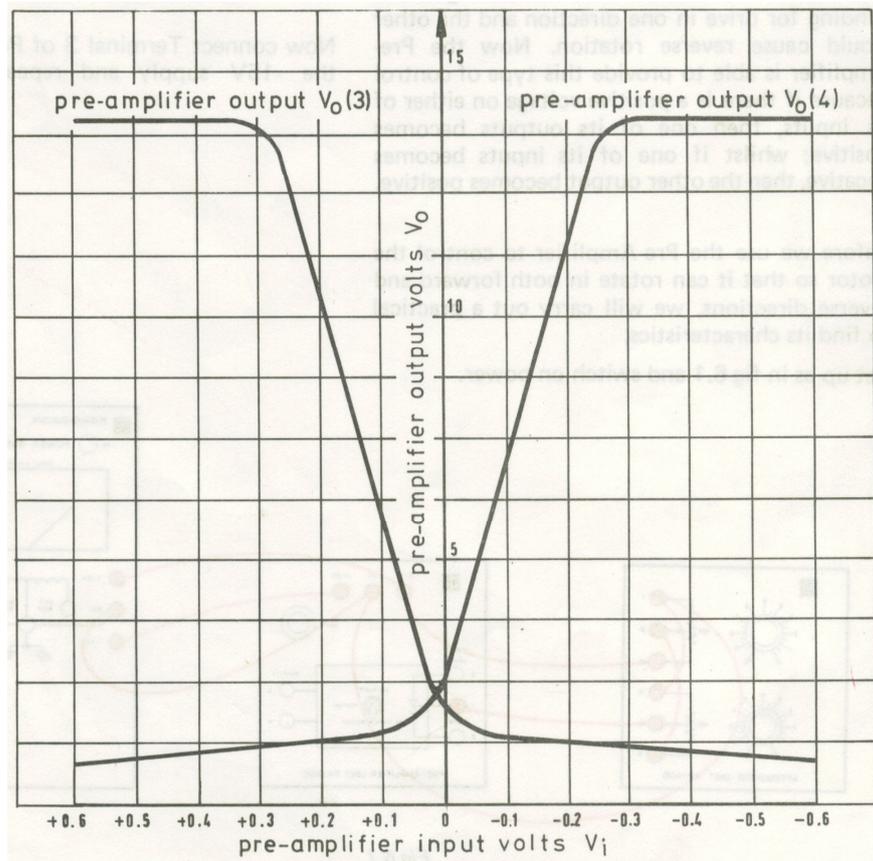


Figura 3.29 Voltaje de entrada contra salida del preamplificador

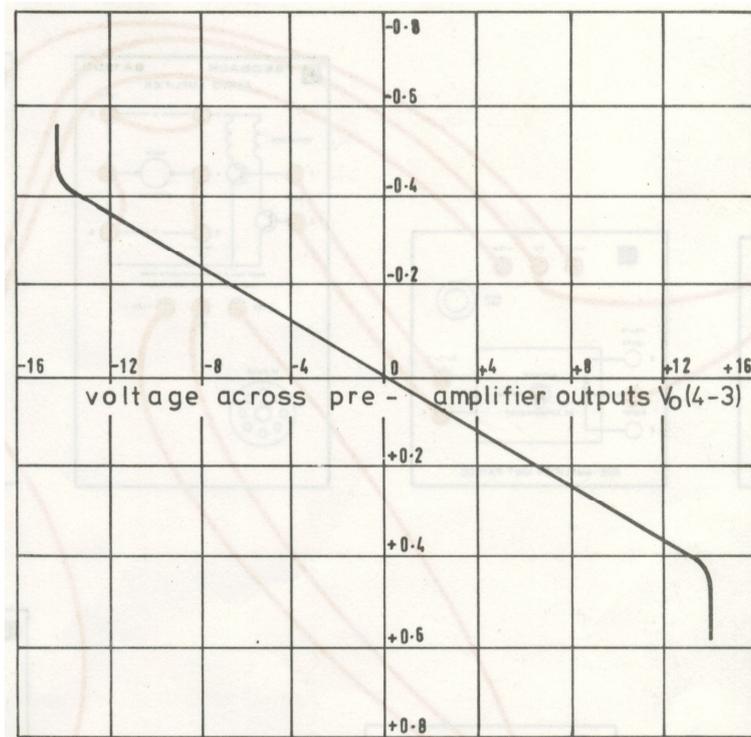


Figura 3.30

La razón del voltaje de salida V_0 al voltaje de entrada V_i da la ganancia K ; utilizando la parte lineal de las curvas determine la ganancia del preamplificador.

P1 ¿Mencione porque debemos medir la ganancia del preamplificador en la parte lineal de la curva?

P2 ¿Explique las razones por la cual existen partes no lineales en las curvas?

P3 ¿Explique el rango de señal es que usted piensa que la entrada debería mantener?

P4 ¿Qué valor de voltaje en la entrada causarí a un voltaje nulo en la salida?

Ahora estamos en la capacidad de utilizar las salidas del preamplificador para controlar la rotación del motor y proveerle a este una señal de error desde el amplificador operacional.

PARTE B

DEMOSTRACION DEL UN SISTEMA DE CONTROL DE POSICION DE LAZO CERRADO PARA UN MOTOR

EQUIPOS REQUERIDOS	
CANTIDAD	EQUIPO
1	Amplificador Operacional OU 150 ^a , no use el modulo ya que se simula vía software
1	Unidad Atenuadora 150B, no use el modulo ya que se simula vía software
1	Unidad Preamplificadora 150C
1	Unidad de Servo Amplificador 150D
1	Suministro de Potencia 150E
	Motor 150F
	Potenciómetros de entrada 150H, no use el modulo ya que se simula vía software
1	Potenciómetro de salida 150K
1	Minilab 1008
1	Modulo de acople para entrada de datos a Minilab 1008, MAI 1008

Ahora utilizaremos la señal de salida de error V_o del amplificador operacional (vía software) para manejar el potenciómetro de salida por medio del preamplificador y el motor.

Implemente el circuito de la figura 3.31.

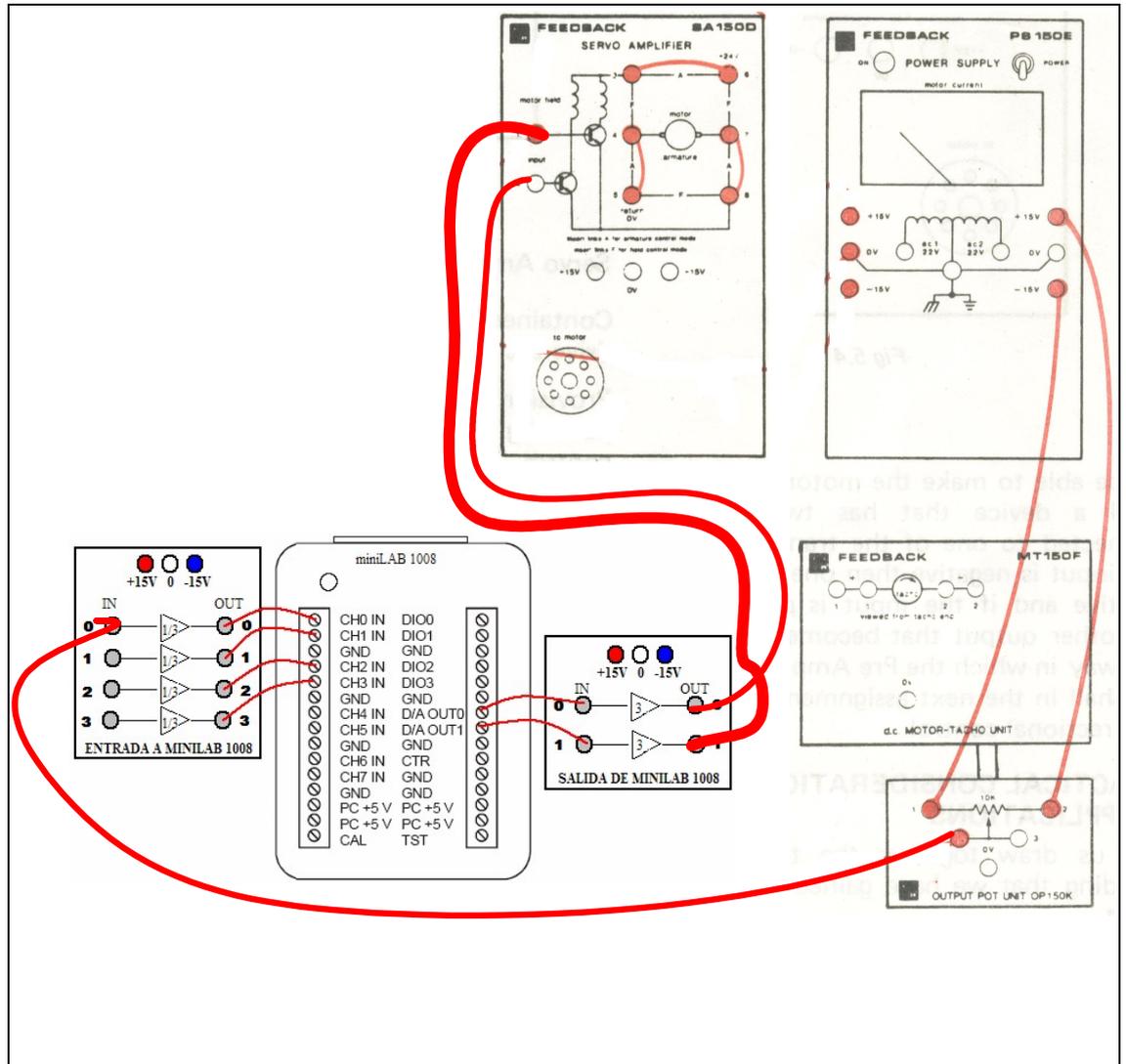


Figura 3.31 Conexiones Práctica 2B

Ejecute el programa GUI A 2B, al hacer esto aparecerá la siguiente pantalla la figura 3.32

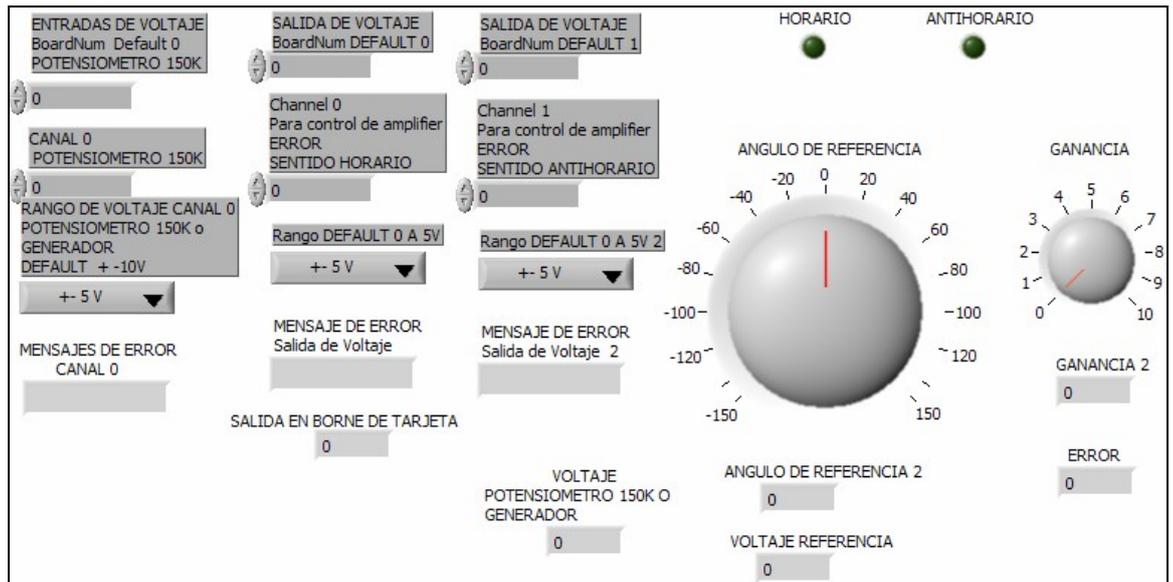


Figura 3. 32 Programa Practi ca 2B

Ajuste la perilla de ganancia a cero antes de energizar el circuito de modo que el motor no rote.

Fije la perilla de ángulo de referencia a un ángulo arbitrario e incrementemente el valor del potenciómetro del atenuador. El eje del potenciómetro de salida 150K debe rotar a un ángulo cercano al del eje de los potenciómetros de entrada

Si el cursor del de salida se detiene antes de llegar a la posición establecida, nos enfrentamos al hecho de que el sistema es tolerante a un error y el motor no responderá hasta que el error exceda cierto valor. En prácticas siguientes se estudiará este efecto que es conocido como banda muerta. Para los propósitos de esta práctica, incrementemente la ganancia de tal forma que la tolerancia sea superada y se obtenga una correcta alineación.

Tome los siguientes datos.

POSICIÓN DEL CURSOR DE SALIDA EN GRADOS		
REQUERIDO	ACTUAL	DIFFERENCIA

3.2.2.3 PRACTICA 3. SISTEMAS DE CONTROL DE VELOCIDAD

OBJETIVO

Ilustrar el desempeño de un motor que esta siendo controlado por un servo amplificador.

EQUIPOS REQUERIDOS	
CANTIDAD	EQUIPO
1	Unidad de carga 150L
1	Unidad Servo amplificador 150D
1	Suministro de Potencia 150E
1	Motor 150F
1	Tarjeta Mini Lab1008
1	Modulo de acople de entrada de datos MAI 1008
1	Modulo de acople de salida de datos MAI 1008

PROCEDIMIENTO PRELIMINAR

1. Fije los módulos a la base
2. Ajustar el disco de freno al eje del motor
3. Ahora fije el motor a la base magnética y conecte este al servo amplificador
4. Fije el freno magnético a la base, y posicione el o de tal forma que cuando el cursor este en la posición 10, el disco permanezca en la mitad de la abertura, y que su borde este a ras de la unidad de carga.
5. Conecte el servo a la unidad de alimentación
6. Conecte la unidad de alimentación a la línea principal, aun no lo energice.

DISCUSION Y PROCEDIMIENTO PRELIMINAR

En prácticas posteriores mostraremos como un motor eléctrico puede ser utilizado en sistemas de control de velocidad y posición.

Esta práctica ilustrará las características del motor y mostrará como este puede ser controlado por el servo amplificador.

El motor tiene un devanado de campo dividido con corrientes fluyendo en cada parte del núcleo y siendo controladas por un transistor. Esto significa que la dirección de la rotación puede ser invertida, con la entrada 1 del SA150D haciendo que el motor gire en una dirección y la entrada 2 en la otra como en la figura 3.33.

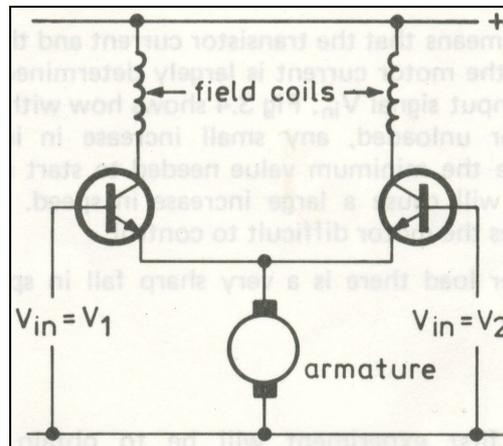


Figura 3.33 Control de armadura

A medida que el motor se acelera la armadura que será una fem invertida " V_a " se va incrementando, teniendo a oponerse al voltaje aplicado V_{in} . La corriente de armadura es apenas proporcional a $(V_{in} - V_a)$. Si la velocidad disminuye, debido a la carga, V_a se reduce, la corriente se incrementa y también el torque del motor. Esto tiene a oponerse a la disminución de la velocidad, esta forma de control se conoce como "control de armadura", y da una velocidad proporcional a V_{in} , como en la figura 3.34 a.

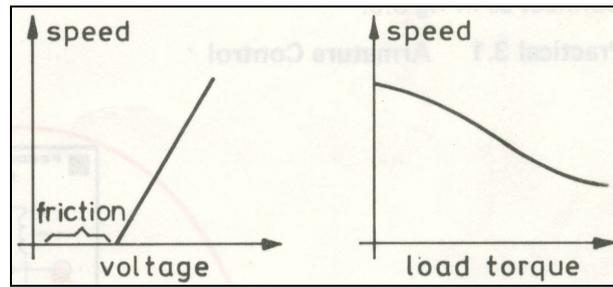


Figura 3.34 (a) Gráficas de velocidad- voltaje y (b) velocidad-torque

Debido a fricciones en las escobillas, cierta pequeña señal de entrada es necesaria para empezar la rotación del motor. La figura 3.54 b muestra como la velocidad varía con el torque de carga.

Las conexiones en el servo amplificador también permiten que la armadura sea conectada en los circuitos de colector de los transistores, como en la figura 3.35, a esta figura se hará referencia como "control de campo" de ahora en adelante. En este caso la fem invertida tendrá menos efecto sobre la corriente del motor.

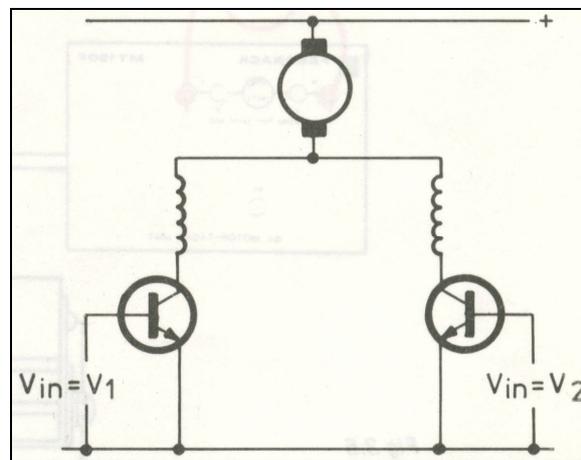


Figura 3.35 Control de campo

Esto significa que la corriente del transistor y por ende la corriente del motor, es mayormente determinada por la señal de entrada V_{in} . La figura 3.36 muestra como con el motor sin carga cualquier pequeño incremento en la entrada arriba del valor mínimo necesitado para empezar la

rotación, producirá un gran incremento en la velocidad. Esto hace que el motor sea difícil de controlar.

Bajo condiciones de carga, hay una caída en marcada en la velocidad.

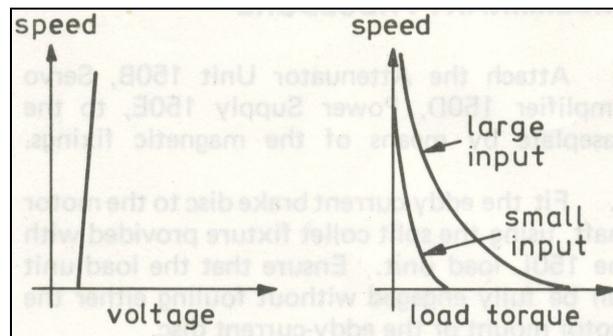


Figura 3.36 (a) Velocidad-voltaje (b) velocidad-torque

PARTE A

CONTROL DE ARMADURA

Implemente el circuito de la figura 3.37

Las conexiones del servo amplificador indicen que este será conectado para control de armadura.

Por medio de la computadora generaremos una señal de entrada variable V_{in} .

El kit de laboratorio provee un generador acoplado al motor. Para obtener valores de velocidad, es necesario calibrar este generador encontrando el factor K_g , que es los voltios generados por mil rev/min del eje del motor.

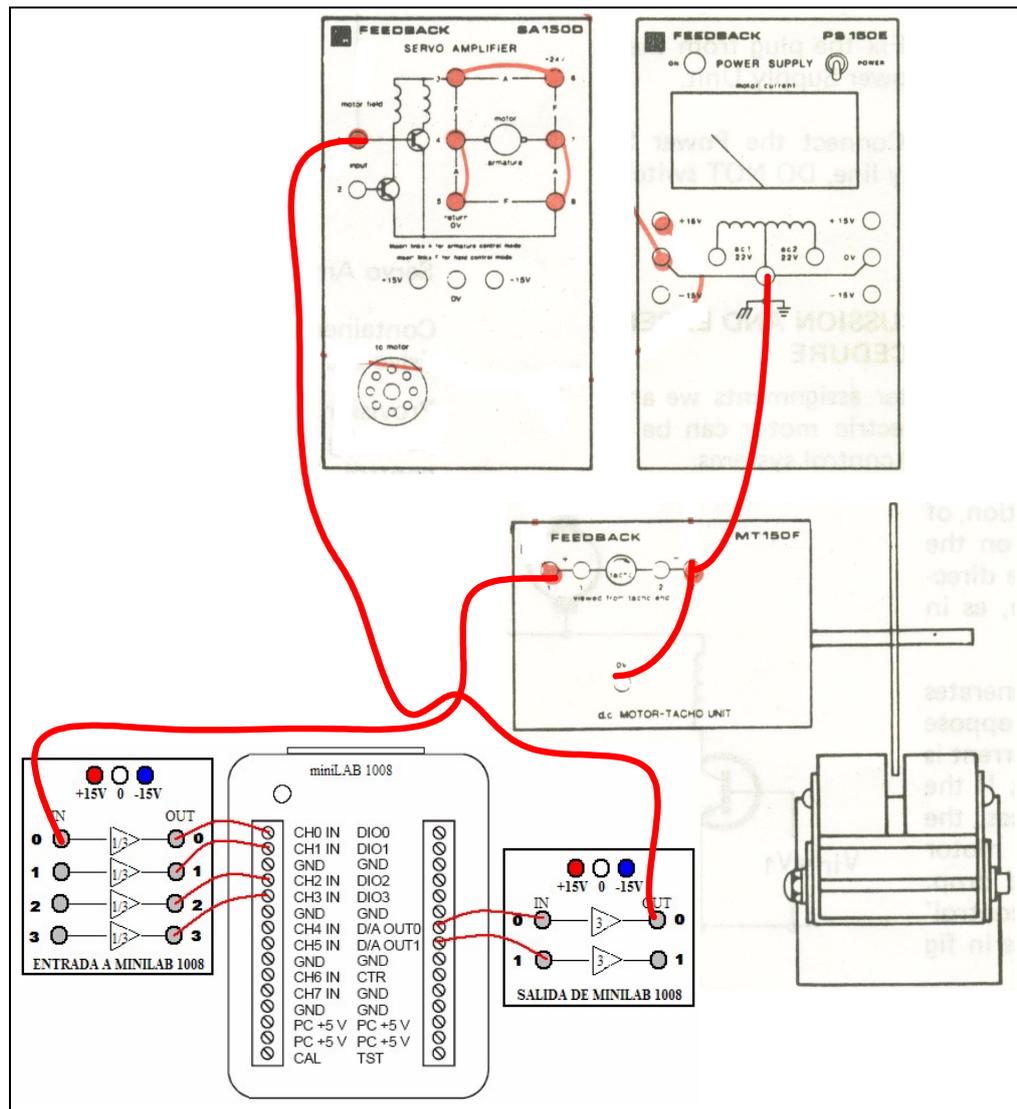


Figura 3.37 Conexi ones Practi ca 3A

Ejecute el programa GUI A 3A

Se desplegará en la computadora la siguiente pantalla a figura 3.38 :

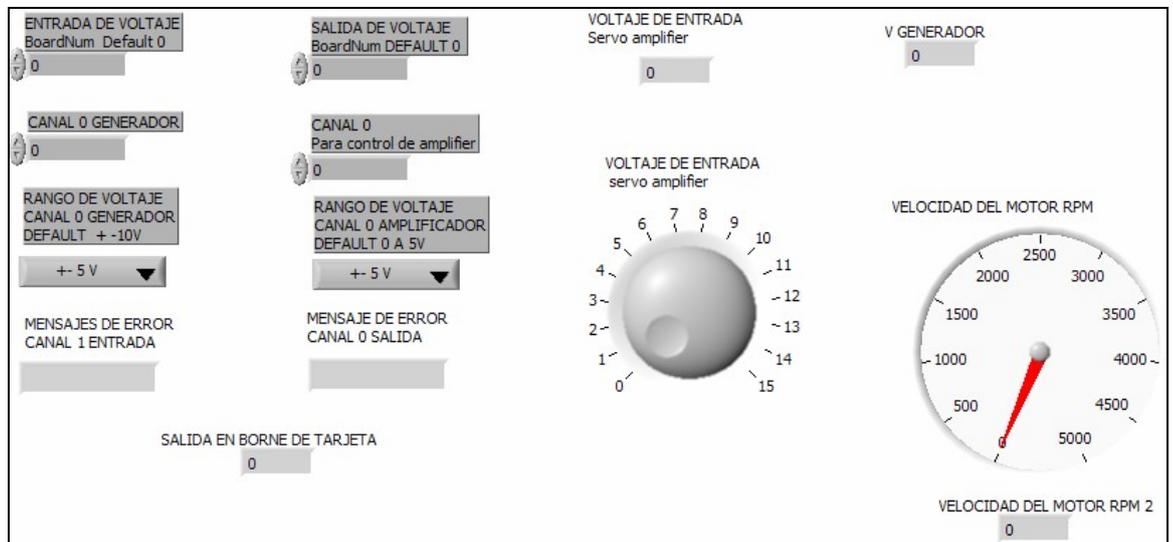


Figura 3.38 Programa Practica 3A

Coloque el freno magnético en la posición sin carga y tome una gran gama de juego de datos según lo indica la tabla 1

Vol taje del Generador	Vel ocidad rpm

Di buje un grafi co de resul tados como en la fi gura 3.39, vel oci dad contra vol taje en el generador.

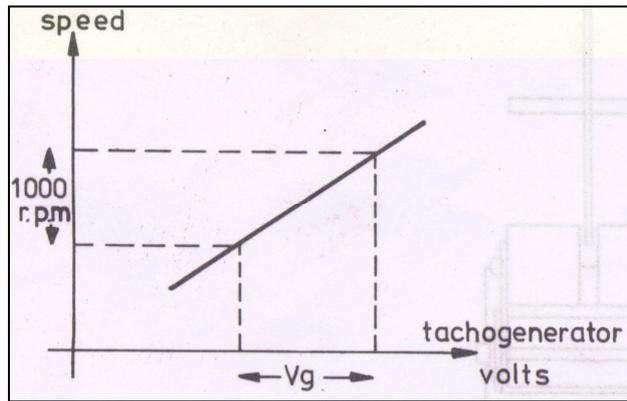


Figura 3.39 Velocidad contra voltaje del generador

El factor $K_g = V_g / N$ rev/mi n. Este debería estar entre 2.5V y 3V por 1000 rev/mi n.

Ahora, para encontrar la pendiente de la curva velocidad/voltios de entrada sin carga:

Reduzca el voltaje de entrada hasta que el motor apenas gire. Luego tome nota de este valor de entrada y del voltaje generado. Tabule sus resultados, incrementemente el voltaje de entrada en pasos de 1 volt, tome lecturas de la entrada de voltaje y voltaje del generador hasta que el motor esta girando a una velocidad de 6000 rev/mi n.

Vin	Vg	Velocidad rev/mi n

Tabla 3A.2

Grafique los voltajes de entrada contra velocidad, sus resultados deben ser como la figura 3.34.

Calcule la pendiente (Voltaje de entrada por 1000 rev/mi n)

Para medir las características de torque/velocidad, fije el freno de tal forma que este pase suavemente sobre el disco mientras el motor esta en marcha.

Luego coloque el freno en la posición 10 con el amperímetro del servo amplificador no excediendo los 2 amperios; anote el valor del voltaje de entrada. Tome

Lecturas del generador taquí metros sobre el rango del disco hasta su posición cero, tabule sus resultados como lo indica la siguiente tabla

Posición del Freno	Vg	Velocidad rev/mi n

Tabla 3. 3A

Ahora regrese el freno a su máxima posición y reduzca la señal de entrada de manera que el motor rote lentamente. Anote el valor actual del voltaje de entrada.

Tome lecturas sobre el rango del freno magnético tabulando los resultados como en la tabla anterior.

Dibuje los dos juegos de resultados de velocidad contra torque (posición del freno) para los dos valores de voltaje de entrada las gráficas serán como en la figura 3. 34.

PARTE B

CONTROL DE VELOCIDAD DE LAZO CERRADO SIMPLE

OBJETIVO: Uso del generador taquímetro en un sistema de control de velocidad

EQUIPOS REQUERIDOS	
CANTIDAD	EQUIPO
1	Unidad de amplificador operacional 150A
1	Unidad Atenuadora 150B
1	Unidad preamplificador 150C
1	Unidad de carga 150L
1	Unidad de servo amplificador 150D
1	Suministro de potencia 150E
1	Motor 150F
1	Tarjeta Mini Lab1008
1	Módulo de acople de entrada de datos MAI 1008

PROCEDIMIENTO PRELIMINAR

1. Fijar los módulos y el motor a la base
2. Conectar el servo amplificador a la alimentación
3. Conectar el motor al servo amplificador
4. Conectar la unidad de alimentación a la línea principal. Aun no energice el circuito

DISCUSIÓN Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Refiriéndonos a la parte A, sobre las características del motor, ustedes verán que dibujaron una curva de las señales de entrada del servo amplificador contra velocidad. Esto significa que sin ninguna carga ustedes pueden establecer que el motor marche a una velocidad específica determinando el valor de la señal de entrada.

P1 ¿Diga que clase de sistema de control de velocidad fue el de la parte A de la práctica?

P2 ¿Observando los gráficos de torque/velocidad de la parte A, diga que sucedería si una carga fuera colocada en el eje del motor y luego se variara?

Con un sistema de lazo abierto los resultados mostraron que puede haber control de velocidad razonable cuando se opera con o sin carga fija, pero el sistema se volvería muy inconveniente.

En esta práctica, se mostrará la mejora que resulta cerrando el lazo y usando la retroalimentación. Esto significa que, la velocidad actual será comparada con la velocidad requerida. Esto produce una señal de error que activa la salida del servo amplificador de manera que el motor mantenga una velocidad más constante.

Como un primer experimento, simplemente retroalimentaremos una señal proporcional a la velocidad, utilizando el generador taquímetro. Luego la compararemos con una señal de referencia de polaridad opuesta, de tal forma que la suma produzca una señal de entrada de un valor requerido en el servo amplificador. Como comparador utilizaremos un amplificador operacional.

Implemente el circuito de la figura 3.40 y ejecute el programa GUIA 3B

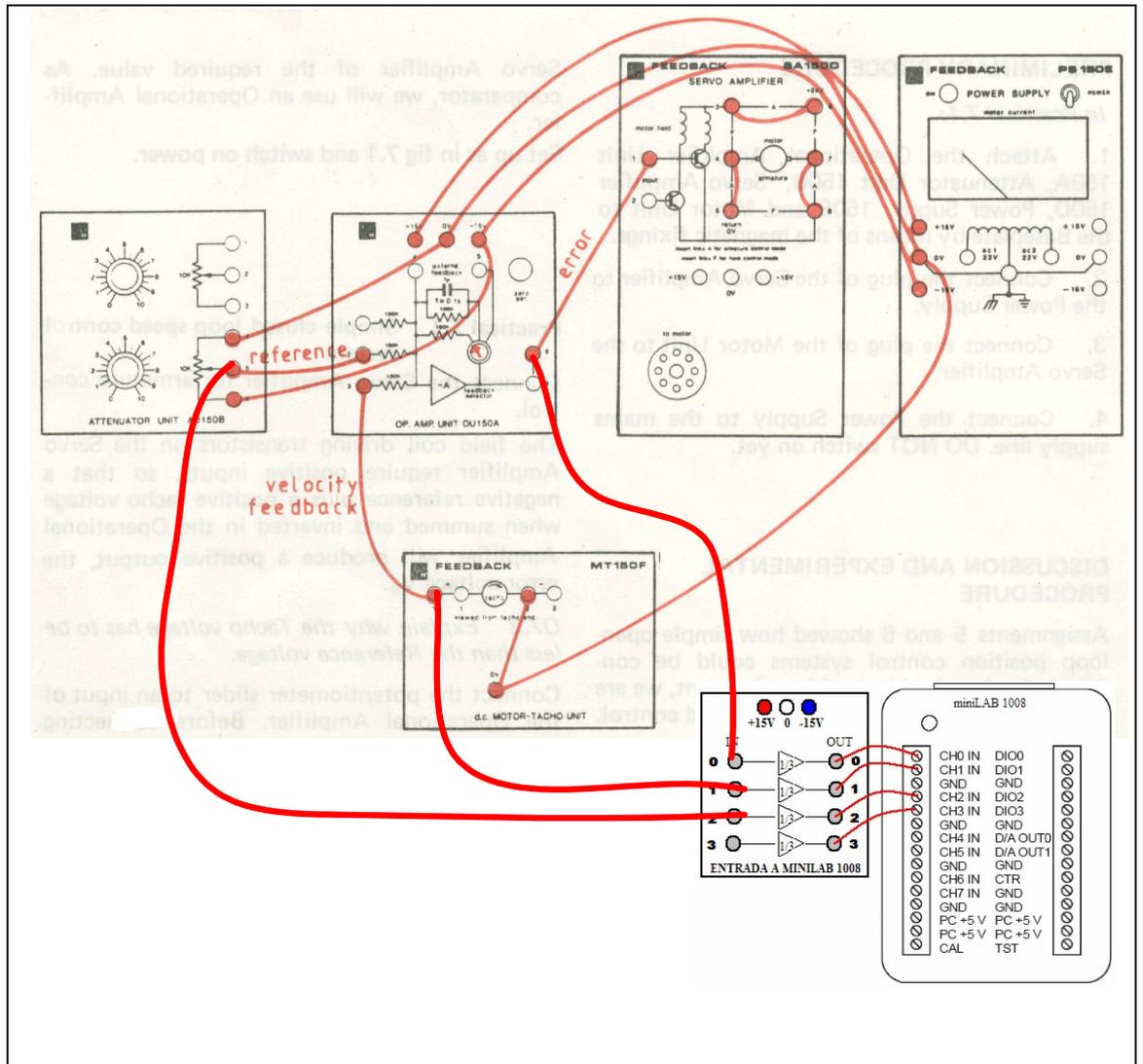


Figura 3. 40 Conexi ón de practica 3B

Se despegara una pantalla la como en la figura 3. 41.

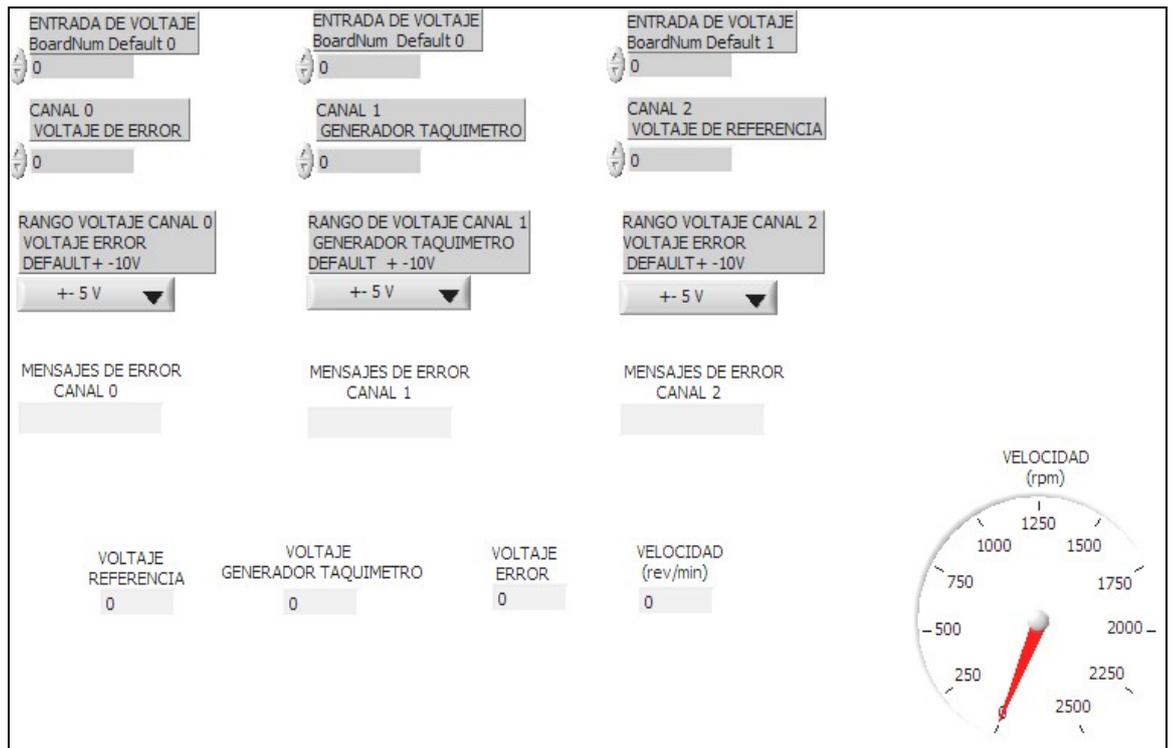


Figura 3. 41 Programa practica 3B

Conecte el servo amplificador para control de armadura. La bobina de campo que maneja los transistores en el servo amplificador requiere entradas positivas, así que una referencia negativa más el voltaje positivo taquímetro cuando se suman e inyectan en el amplificador operacional, producen una salida positiva, el voltaje de error V_e .

P3: Explique porque el voltaje del generador taquímetro es menor que la referencia de voltaje?

Conecte el deslizador del potenciómetro a una de las entradas del amplificador operacional. Antes de conectar el generador taquímetro a la entrada del amplificador operacional, gire el deslizador del potenciómetro de manera que el motor de vueltas y determine cual es la salida positiva del generador. Luego el lado correcto es conectado a la entrada del amplificador operacional y el otro lado a cero volt

Restablezca el voltaje de referencia a cero y luego gradualmente incrementa el voltaje de referencia de modo que pueda tomar lecturas sobre el rango de velocidad del motor por arriba de las 5000 rev/min para los voltajes de referencia de error y taquímetro.

Anote sus resultados en la siguiente tabla utilizando el método empleado en la parte A

Voltaje de Referencia	Voltaje Generador	Voltaje de error	Velocidad rev/min

Tabla 3B.1

Grafique el voltaje de error contra velocidad

P4: ¿Qué pasaría si usted invierte las conexiones del generador taquímetro hacia el amplificador operacional y como podría llamarse a este tipo de retroalimentación?

Para descubrir el efecto de la carga en la velocidad, podemos usar el freno magnético como carga. El cambio en la velocidad como consecuencia de un cambio en la carga, nos dará la regulación.

3. 2. 2. 4 PRACTICA 4. SISTEMAS DE CONTROL DE VELOCIDAD DE LAZO CERRADO

OBJETIVO:

Uso del generador taquímetro en un sistema de control de velocidad

EQUIPOS REQUERIDOS	
CANTIDAD	EQUIPO
1	Unidad de carga 150L
1	Unidad Servo amplificador 150D
1	Suministro de Potencia 150E
1	Motor 150F
1	Tarjeta Mini Lab1008
1	Modulo de acople de entrada de datos MAI 1008
1	Modulo de acople de salida de datos MAI 1008

SISTEMAS DE CONTROL DE VELOCIDAD DE LAZO CERRADO CON GANANCIA VARIABLE

PARTE A: Demostrar el efecto de la ganancia en el cambio de velocidad para una carga variable.

Implemente el circuito de la figura 3.42.

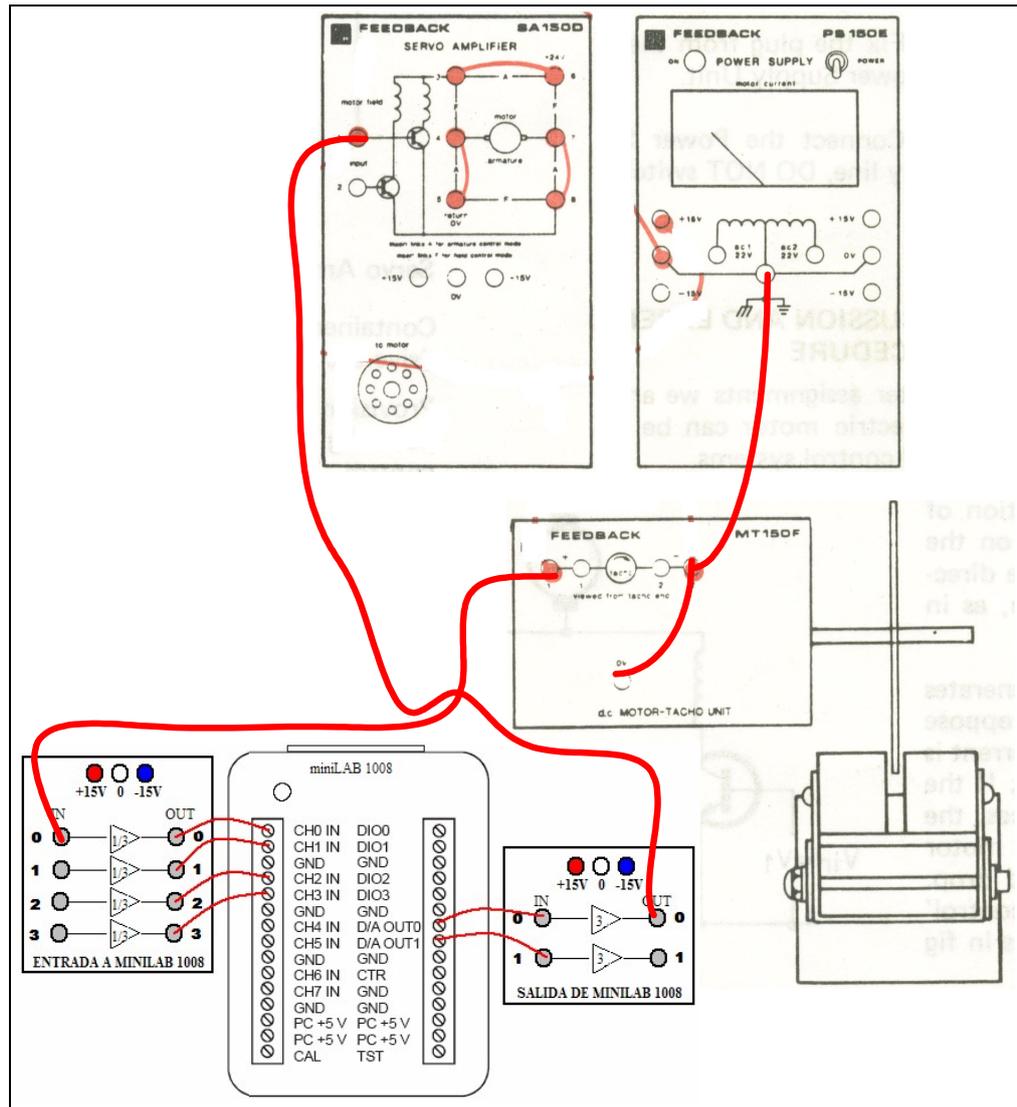


Figura 3.42 Conexiones Práctica 4A

Ejecute el programa GUI A 4A, se desplegará la siguiente pantalla la figura 3.42

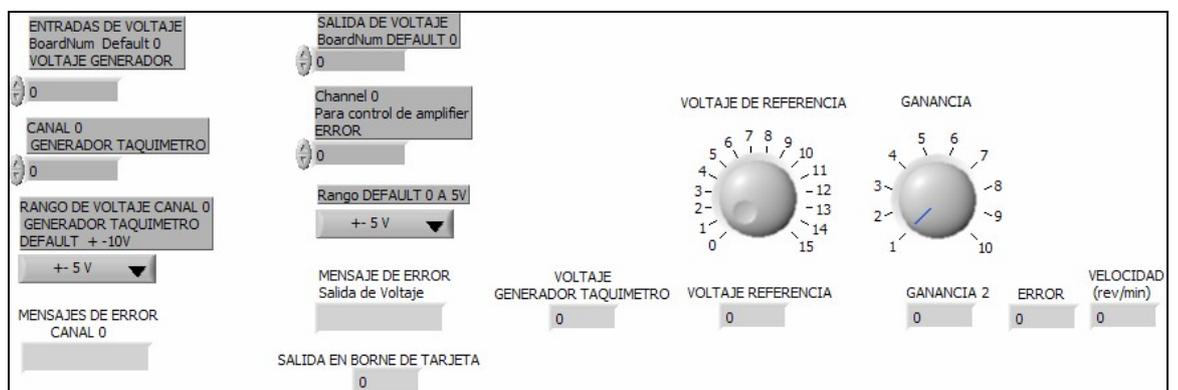


Figura 3.43 Programa Práctica 4A

Asegure inicialmente de mantener ganancia unitaria con la perilla de ganancia en posición 1 y ajuste el voltaje de referencia hasta que el motor gire a 1000 rpm. Luego tome las lecturas del voltaje de referencia, voltaje de error de entrada al servo V_e y voltaje del generador taquímetro sobre un rango de posiciones del freno de 0 a 10 y posteriormente tabule en la tabla 1. Sea cuidadoso de no exceder el límite de corriente de 2 A.

Repetita sus lecturas para una ganancia de 10, reajuste el voltaje de referencia para obtener una velocidad de vacío o del motor de 5000 rpm. Repita el experimento para una velocidad máxima de 500 rpm.

Grafique sus resultados, grafique Voltaje de error vs Posición del freno y Velocidad vs posición del freno para valores de ganancia de 1 y 10.

POSICIÓN DEL FRENO	VOLTAJE EN EL GENERADOR TAQUÍMETRO	VOLTAJE DE REFERENCIA	ERROR EN EL SERVOAMPLIFICADOR (V)	VELOCIDAD (rev/min)

Tabla 4A-1

Nota: Velocidad del motor = (V_g/K_g) (1000 rev/min)

POSICION DEL FRENO	VOLTAJE EN EL GENERADOR TAQUIMETRO	VOLTAJE DE REFERENCIA	ERROR EN EL SERVOAMPLIFICADOR (V)	VELOCIDAD (rev/min)

Tabla 4A.2 Voltaje de error para ganancia 10 (Velocidad 1000 rpm)

POSICION DEL FRENO	VOLTAJE EN EL GENERADOR TAQUIMETRO	VOLTAJE DE REFERENCIA	ERROR EN EL SERVOAMPLIFICADOR (V)	VELOCIDAD (rev/min)

Tabla 4A.3 Voltaje de error para ganancia 1 (Velocidad 5000 rpm)

POSICION DEL FRENO	VOLTAJE EN EL GENERADOR TAQUIMETRO	VOLTAJE DE REFERENCIA	ERROR EN EL SERVOAMPLIFICADOR (V)	VELOCIDAD (rev/min)

Tabla 4A.4 Voltaje de error para ganancia 10 (Velocidad 5000 rpm)

POSICION DEL FRENO	VOLTAJE EN EL GENERADOR TAQUIMETRO	VOLTAJE DE REFERENCIA	ERROR EN EL SERVOAMPLIFICADOR (V)	VELOCIDAD (rev/min)

Tabla 4A.5 Voltaje de error para ganancia 1 (Velocidad 500 rpm)

POSICION DEL FRENO	VOLTAJE EN EL GENERADOR TAQUIMETRO	VOLTAJE DE REFERENCIA	ERROR EN EL SERVOAMPLIFICADOR (V)	VELOCIDAD (rev/min)

Tabla 4A.6 Voltaje de error para ganancia 10 (Velocidad 500 rpm)

P1 ¿Qué piensas que sucederá si se sigue incrementando la carga del motor y que observaciones puede realizarse en el experimento?

Antes de pasar a la siguiente práctica examinaremos un factor de interés en el desempeño del sistema y es el concepto de "Banda Muerta", decimos que es la señal mínima necesaria para que el motor responda.

Para observar el efecto de la ganancia en la banda muerta, ponga el freno magnético en la posición sin carga y ajuste el valor de la ganancia a 10. Lentamente modifique el valor del voltaje de referencia hasta que el motor justamente comience a girar y luego tome nota del voltaje de referencia. Repita su lectura para una ganancia de 1 y luego para una ganancia de 10 con el freno puesto en la posición 10. Ud debería notar que la banda muerta se reduce a medida que la ganancia se incrementa. Tabule sus resultados en la tabla 7.

POSICIÓN DEL FRENO	GANANCIA	VOLTAJE DE REFERENCIA
0	10	
0	1	
10	10	
10	1	

Tabla 4A 7

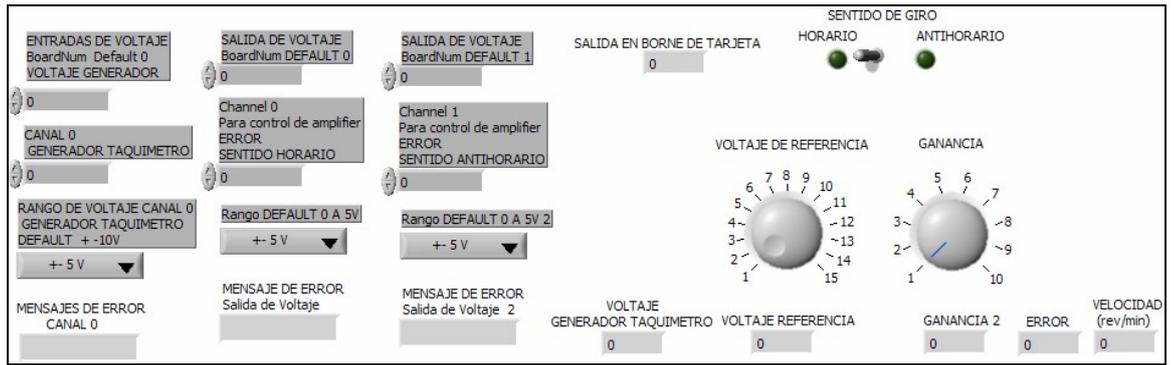


Figura 3.45 Programa Practica 4B

Si n carga en el motor, ahora descubra que puede invertirle el giro. Lo puede hacer rotando, lentamente e incrementalmente el voltaje de referencia con ganancia unitaria hasta que el motor empieza a girar y anote sus resultados en la tabla 4B.1. Para invertir el giro hágalo con el switch de cambio de giro al ejecutar el programa.

SEÑAL MÍNIMA NECESARIA PARA LA RESPUESTA DEL MOTOR	
DI RECTA	REVERSA

Tabla 4B.1

Fije la velocidad de rotación en una dirección a 1000 rpm y luego tome lecturas sobre el rango de las posiciones del freno de 0 a 10, para completar la tabla 4B.2. Invierta el giro y repita sus lecturas para completar la tabla 4B.3.

POSICIÓN DEL FRENO	VOLTAJE EN EL GENERADOR TAQUIMETRO	VOLTAJE DE REFERENCIA	ERROR EN EL SERVOAMPLIFICADOR (V)	VELOCIDAD (rev/min)

--	--	--	--	--

Tabla 4B.2 Velocidad de rotación en sentido horario
(Velocidad inicial de 1000 rev/min)

POSICIÓN DEL FRENO	VOLTAJE EN EL GENERADOR TAQUIMETRO	VOLTAJE DE REFERENCIA	ERROR EN EL SERVOAMPLIFICADOR (V)	VELOCIDAD (rev/min)

Tabla 4B.3 Velocidad de rotación sentido anti horario
(Velocidad inicial de 1000 rev/min)

3. 2. 2. 5 PRACTICA 5. BANDA MUERTA, RESPUESTA TRANSITORIA Y RETROALIMENTACION DE VELOCIDAD.

PARTE A

GANANCIA, BANDA MUERTA Y RESPUESTA TRANSITORIA

OBJETIVO

Estudiar la banda muerta y la respuesta transitoria de un sistema de control de posición. También observar el efecto de cambio de ganancia sobre la banda muerta y el efecto de inercia añadida en la respuesta transitoria.

EQUIPOS REQUERIDOS	
CANTIDAD	EQUIPO
1	Unidad Servo amplificador 150D
1	Suministro de Potencia 150E
1	Motor 150F
1	Potenciómetro de salida 150K
1	Unidad de carga 150L
1	Tarjeta Mini Lab1008
1	Módulo de acople de entrada de datos MAI 1008
1	Módulo de acople de salida de datos MAI 1008

PROCEDIMIENTO PRELIMINAR

1. Colocar los módulos a la base
2. Conectar el servo amplificador a la unidad de alimentación
3. Conecte el motor al servo amplificador
4. Conectar la unidad de alimentación a la línea principal. Aun no energice

DISCUSIÓN Y PROCEDIMIENTO PRELIMINAR

Iniciaremos esta práctica observando más detenidamente el problema de la banda muerta, si n embargo en este momento utilizaremos el control de posición para hacer nuestros planteamientos.

Dado que la banda muerta es la señal mínima de entrada requerida para obtener una respuesta al sistema, conociendo el factor de error, nosotros podemos relacionar la señal de entrada al grado de desalineamiento que puede ocurrir antes que haya una respuesta correcta del sistema.

En las practicas anteriores se encontró que el factor de error K_e era cercano a 0.1 V/grad de desliziamento entre la entrada y la salida. Así, por ejemplo, si un desliziamento de $\pm 10^\circ$ (corresponde a un error de $\pm 1\text{V}$) es necesario antes de que el motor responda, diremos que existe una banda muerta de 20° .

Incrementando la ganancia se reduce la entrada necesaria para producir un efecto en la salida y de aquí, también se reduce la banda muerta, y ahora veremos si podemos obtener una relación entre ellos.

Implemente el circuito de la figura 3.46

ESTUDIO DEL EFECTO DE LOS CAMBIOS DE GANANCIA SOBRE LA BANDA MUERTA

Alimente el circuito y ejecute el programa 5A de desplegar en pantalla la figura 3.47.

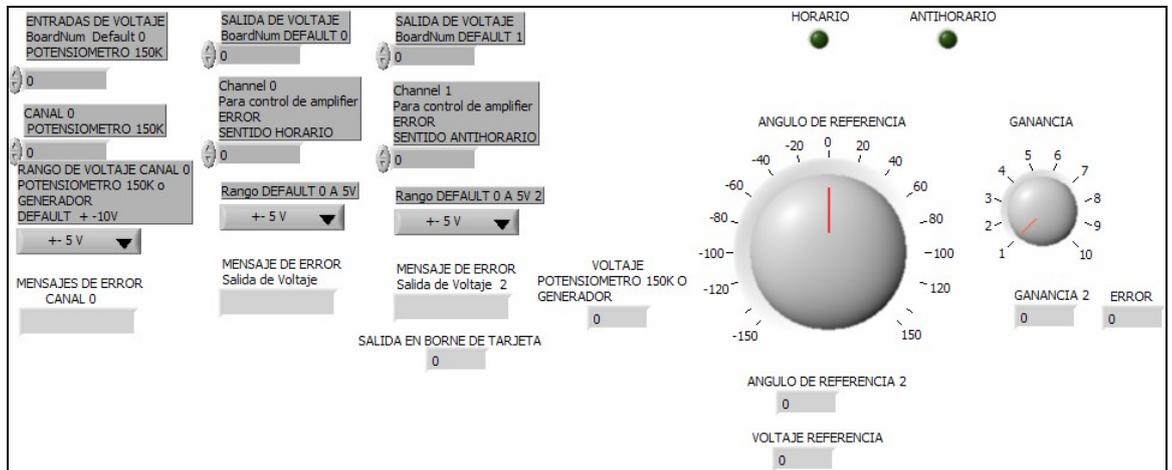


Figura 3.47 Programa Practica 5A

Ajuste a cero el potenciómetro de salida si considera necesario utilice un voltímetro.

Mantenga en uno la perilla de ganancia.

Incrementando lentamente la ganancia y observando que un pequeño barrido en el ángulo de referencia provocara que el potenciómetro de salida gire en la misma dirección.

Con la ganancia en 1, lentamente gire la perilla del ángulo de referencia en el sentido de las agujas del reloj hasta que la respuesta apenas ocurra en el potenciómetro de salida y anote el ángulo de rotación necesario para alcanzar esto contra los datos de la perilla de ganancia.

Repite el experimento para una rotación de la perilla del ángulo de referencia en contra del sentido de las agujas del reloj. Introduzca en la tabla la banda muerta total como la suma de las dos lecturas de grados.

GANANCI A	ROTACI ON EN GRADOS		GRADOS TOTALES Banda Muerta
	Senti do del Rel gj	En contra del senti do del rel gj	

Tabl a 5A 1

Anote l os resul tados de banda muerta para gananci as de 1, 2, 3 y 4 etc, hasta que el se alcance el l i mi te de corriente de 2A. Ponga a cero el potenci ómetro de sal ida y perill a de ángul o de referenci a cada vez que se ajuste una nueva gananci a.

Grafi que gananci a contra banda muerta total .

P1. Del Grafi co ¿Cómo consi dera que debe ser l a rel aci ón entre l a gananci a y l a banda muerta?

PARTE B

ESTUDI O VI SUAL DE LA RESPUESTA DEL SI STEMA A CAMBI OS DE GANANCI A

En el si gui ente experi mento uti l i zaremos un osci l oscopi o y un generador de señal es que pueda generar como sal ida una onda tri angul ar y una cuadrada en el rango de frecuenci a de 0.1 a 1 Hz. Para el l o nos auxili amos de l abvi ew para evi tar el osci l oscopi o y generador de señal es ya que uti l i zamos i nstrumentaci ón vi rtual al i gual que se hi zo en l as prácti cas anteri ores.

Impl emente el ci rcui to de l a fi gura 3.68, energí cel o y ej ecute el programa GUI A 5B, al ej ecutar el programa se despl egara en pantall a l a fi gura 3.69

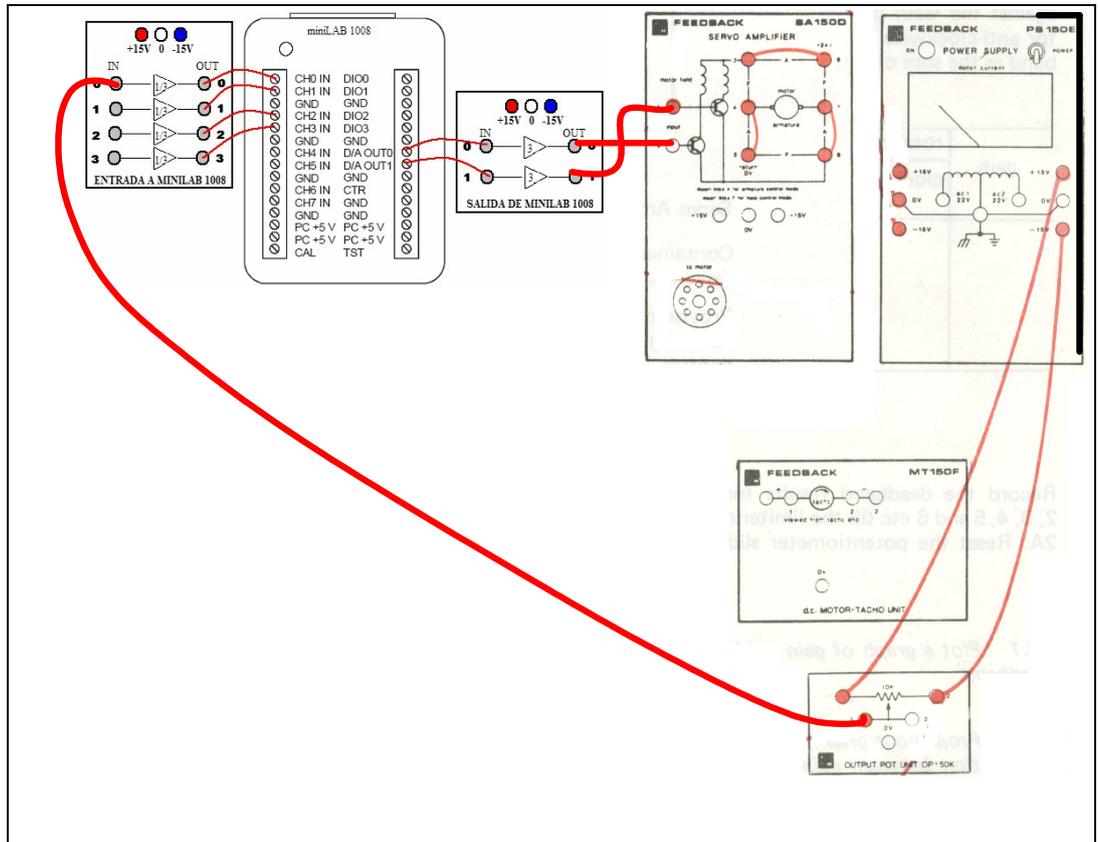


Figura 3.48 Conexiones Práctica 5B

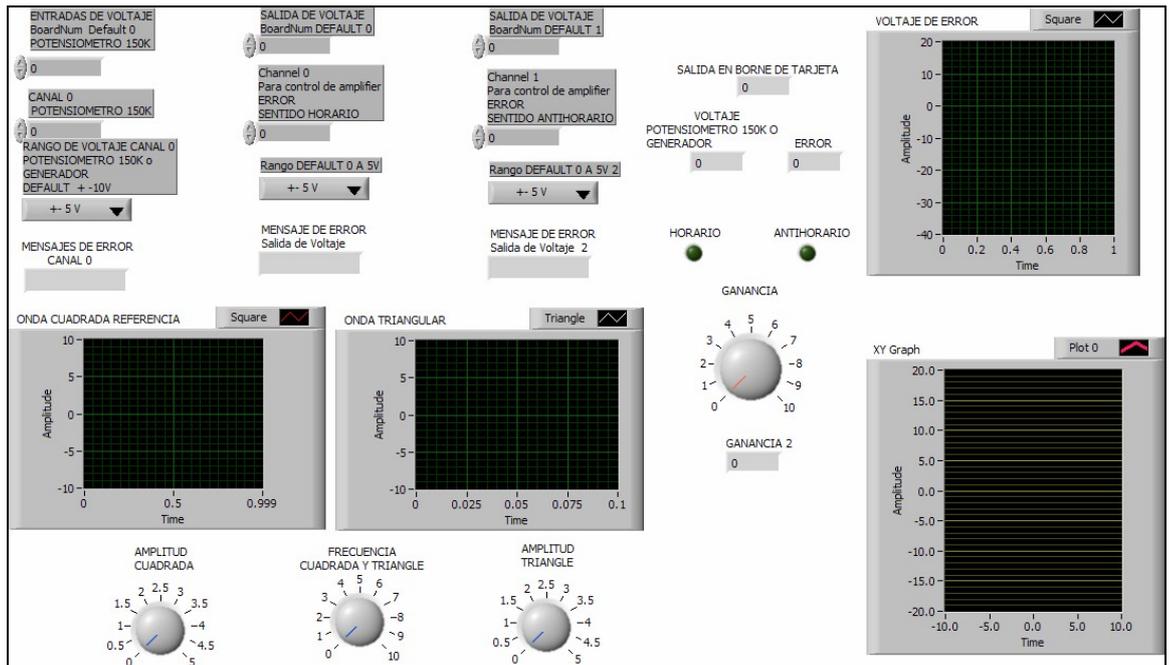


Figura 3.49 Programa Práctica 5B

Fije el rango de frecuencia de las ondas en 0.1 a 1 Hz, si las formas de onda no se observan aumente gradualmente la frecuencia hasta que usted considere que se observa un ciclo de las ondas cuadrada y triangular.

Fije la amplitud de la onda cuadrada y triangular a 5V pico a pico, puede modificarlas para tener una mejor visualización de la gráfica de respuesta del sistema.

Fije la ganancia a cero.

Gradualmente incremente la ganancia hasta que el motor responda y tenga en pantalla algo parecido a la figura 3.70(a). Incremente la ganancia para obtener desplazado en pantalla algo parecido a la figura 3.50(b).

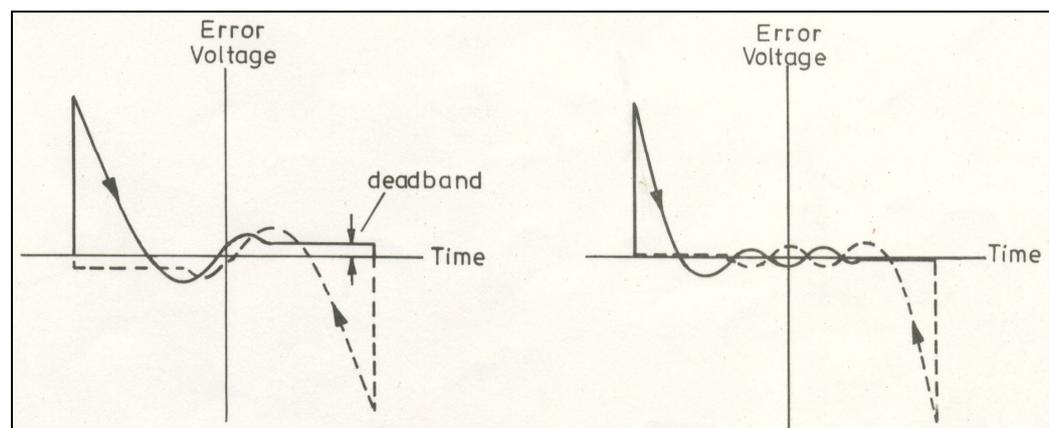


Figura 3.70 a

Figura 3.70 b

P2 ¿Cómo afecta el incremento de la ganancia al voltaje de banda muerta (indicado en la figura 3.70 a)?

P3 ¿Cómo el incremento de la ganancia incrementa el número de rebosamientos del voltaje de error?

PARTE C

EFFECTO DE LA REALIMENTACION DE VELOCIDAD EN UN SISTEMA DE CONTROL DE POSICION

Un método más eficiente y efectivo de utilizar la velocidad del motor para controlar el rebosamiento es utilizando retroalimentación desde el generador taquímetro. Antes de ahondar en este experimento, sería bueno ver exactamente que pasa cuando una señal escalón a la entrada se aplica como referencia de voltaje que demanda que el eje de salida tome cierta posición.

En experimentos anteriores hemos utilizado señales de retroalimentación como en la figura 3.71 para producir un voltaje de error como control de velocidad del motor.

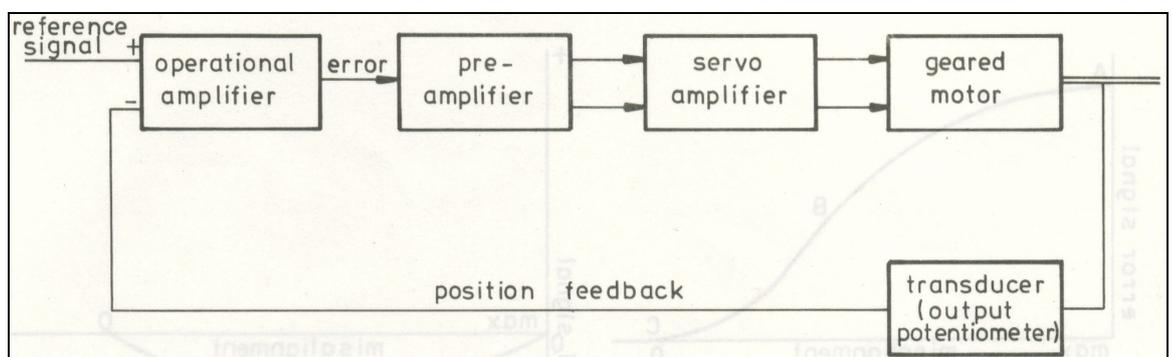


Figura 3.51

Para prevenir el rebosamiento y aun proveer una rápida respuesta, el motor necesita comportarse para una escalón de entrada al sistema como en la figura 3.52a

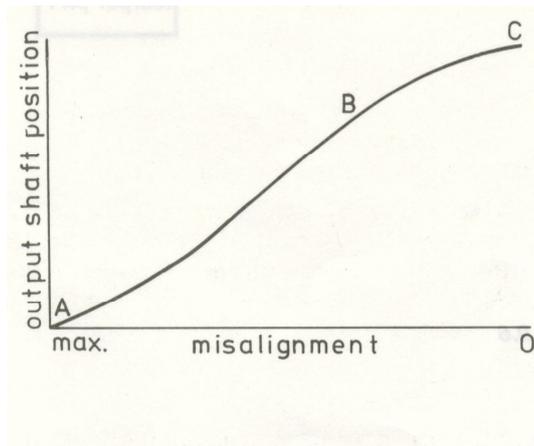


Figura 3.52a

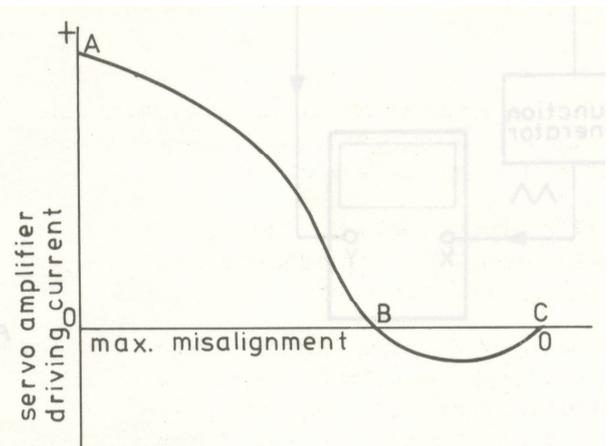


Figura 3.52b

Inicialmente el motor necesita responder tan rápido como sea posible, parte a y b de la gráfica. Sin embargo, como el desalineamiento se vuelve reducido, el motor necesita reducir la velocidad, parte b y c, de modo que llega a una parte muerta en c.

Ahora se puede realizar un gráfico Fig. 3.52b, que muestre la corriente requerida por el servo amplificador para manejar el motor en relación a la cantidad de desalineamiento.

Desde el punto a Fig. 3.52b de máximo desalineamiento, el motor arrancará necesitando máxima corriente, la cual se reducirá gradualmente hasta un punto b en el cual el motor empieza a trabajar en reversa, llegando al reposo en c.

Si guiéndonos con el análisis ahora podemos establecer otro gráfico de la señal de error normal como en la figura 7c

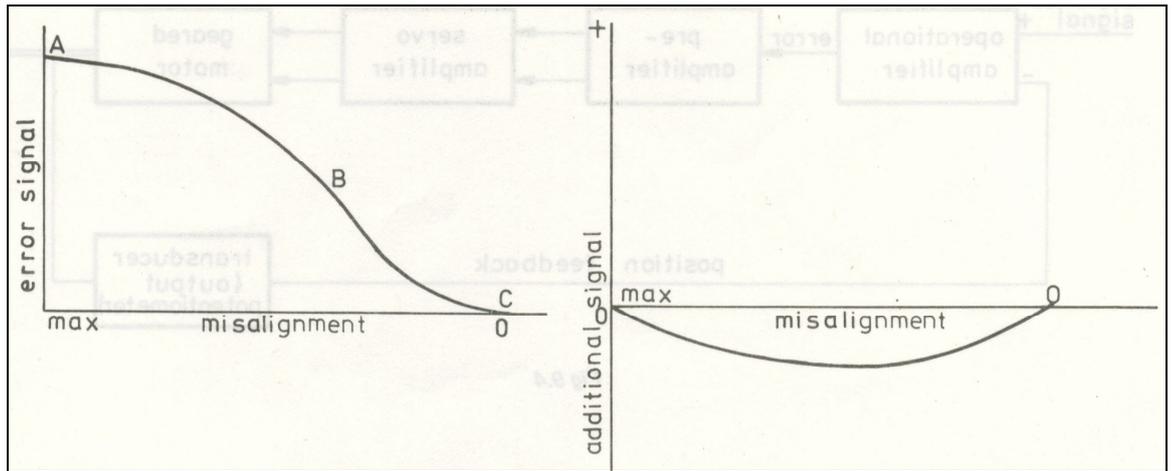


Figura 3.52c

Figura 3.52d

Comparando las figuras 3.52b y 3.52c se observa que lo que se necesita en una señal que sea la diferencia entre estos dos gráficos, esto quiere decir que la señal que maneja el motor = error + una señal adicional como en la figura 3.72d.

Al utilizar el freno magnético, realizamos un atentado contra el control de velocidad. Sin embargo, dado que el freno es una carga efectiva al eje del motor, esta sería en un sistema práctico, una forma muy ineficiente de solucionar el problema. El método que puede ser utilizado, como se ha dicho anteriormente es una retroalimentación desde el generador taquímetro. Ya que su salida es proporcional a la velocidad, si se conecta apropiadamente, este puede dar una señal en aumento en la primera parte, del punto a al b en el gráfico de la figura 3.72c y luego reducirse cuando el motor necesite bajar su velocidad para alinearse.

El sistema hará uso de dos sistemas de retroalimentación, uno para producir la señal de error y el segundo para sumar las señales de error y de velocidad de retroalimentación para producir la señal de manejo del motor en la figura 3.73.

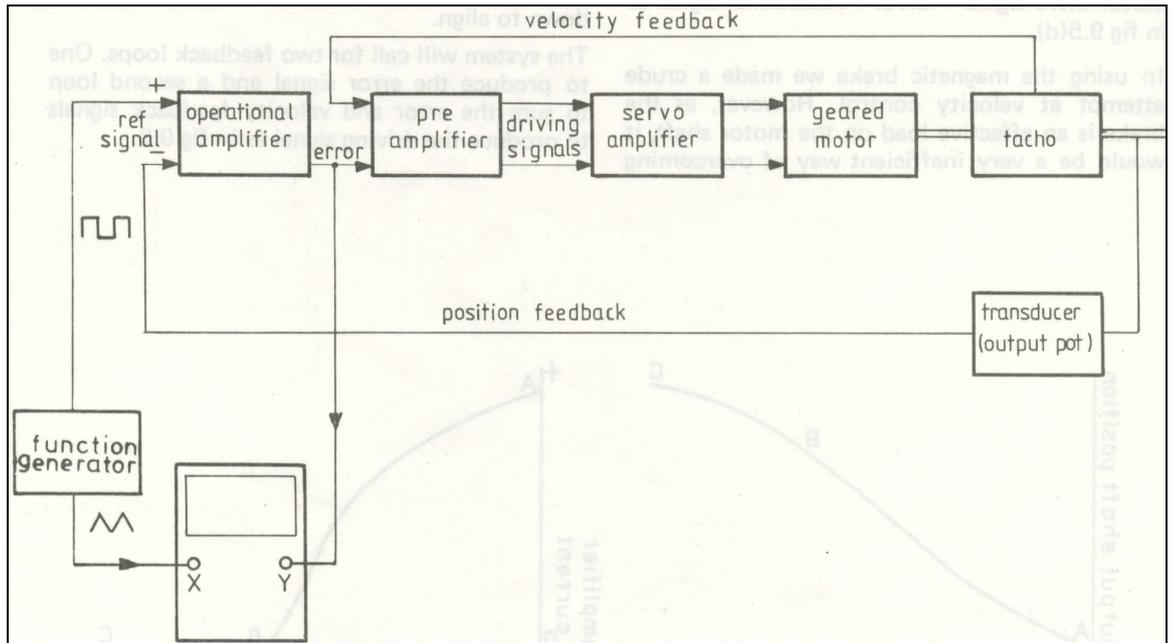


Figura 3.53

Implemente el circuito de la figura 3.54 y ejecute el programa GUI A 5C, al ejecutar el programa se desplegará en pantalla algo como la figura 3.55

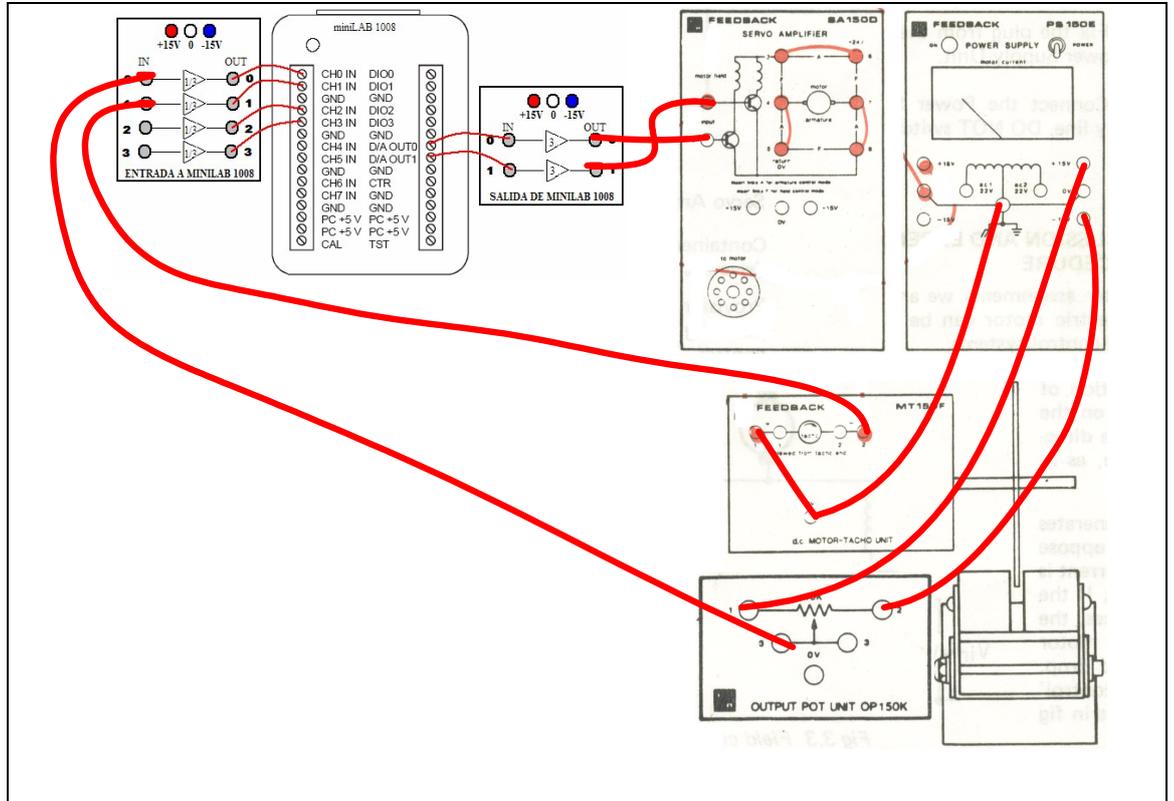


Figura 3.54 Conexión Práctica 5C

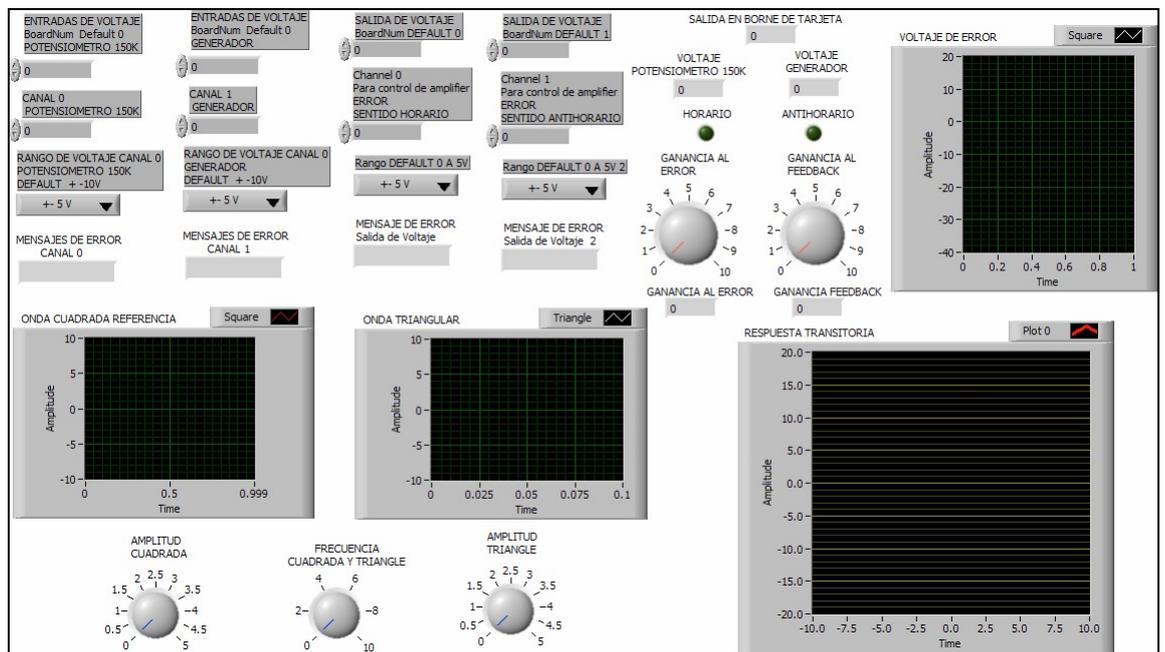


Figura 3.55 Programa Practica 5C

Fixe el freno magnético en cero. Energie y fije las ganancias en 1. Ahora incremente el control de velocidad de realimentación a las posiciones 2, 5 y 10, en cada paso observe y anote el número de rebosamientos en la tabla 5C.1.

Repita los ajustes de ganancia a 2, 5 y 10.

GANANCIA	GANANCIA		
	2	5	10
1			
2			
5			
10			

Tabla 5C.1

Compare sus resultados de la tabla 3 con aquellos de la tabla 2 para el freno magnético.

Debería descubrirse que son muy similares.

Cuando se aplica mucha velocidad de realimentación, la respuesta del sistema se vuelve muy lenta y no aparece rebosamiento.

Con el grado correcto de velocidad de realimentación, se obtiene una respuesta muy rápida sin rebosamiento.

El sistema se dice que está críticamente amortiguado.

La figura 10 muestra varias respuestas que pueden obtenerse para diferentes grados de velocidad de realimentación.

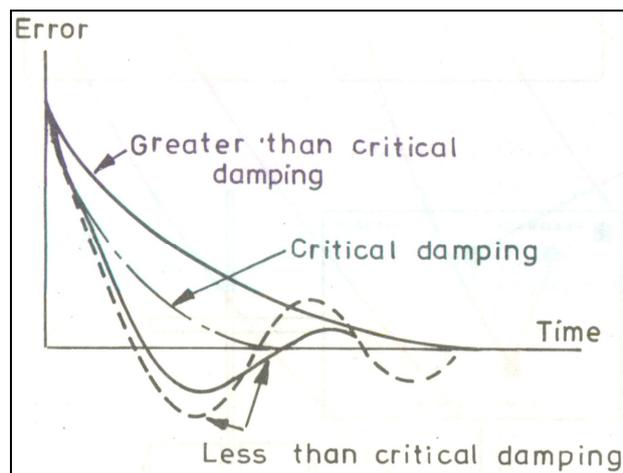


Figura 3.56

En los anexos se presentan dos guías adicionales para prácticas en LabView, estas son sobre Respuesta en Frecuencia y Control de Motores Paso a Paso.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO III

Para la modernización de este laboratorio se a utilizado la adquisición de datos vía software lo que vuelve las practicas mas dinámicas permitiéndo que los conceptos teóricos sean mejor asimilados debido a que el análisis es prácticamente en tiempo real. Pudiendo observar los cambios y analizando los resultados inmediatamente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que el encargado de laboratorio tome todas las medidas de precaución posibles para que los laboratorios no sean dañados en algunas de sus componentes principalmente la tarjeta de adquisición de datos y el autómata programable.

Debido a la versatilidad del autómata programable y la tarjeta de adquisición de datos se recomienda investigar otras aplicaciones para su implementación para lograr así un mayor aprendizaje.

CONCLUSIONES

Los prototipos de laboratorio construidos para el área de automatismo y la modernización del laboratorio de control automático serán de gran relevancia para la comprensión de conceptos, el entrenamiento y el desarrollo de habilidades por parte de los estudiantes.

Conocer el funcionamiento de los dispositivos involucrados para la construcción de un sistema automático y los métodos de diseño existentes es de vital importancia para la construcción de sistemas cada vez más eficientes.

A pesar que la tecnología para los sistemas de control avanzados grandemente es muy importante reconocer que la lógica cableada es un excelente método para aplicaciones que no sufren modificaciones y desde el punto de vista pedagógico no se puede pasar por alto ya que ayuda a la comprensión de conceptos básicos.

Las tarjetas de adquisición de datos y los autómatas programables son dispositivos que se encuentran en el mercado para aplicaciones específicas o generales en diferentes marcas, modelos y tipos. Estos dispositivos están diseñados en todas las ramas de la industria por lo que es necesario que el futuro ingeniero tenga una breve introducción a estos dispositivos.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE CONSULTA

- INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES
Manual del estudiante
FEPADE – 1995
- GUIONES DE CLASE
Cátedra de Automatismos
UES – 2004
- MANUAL DE REEMPLAZO
NTE - 2004
- MANUAL LOGO;
6ª Edición
SIEMENS – 2003
- SEÑALES Y SISTEMAS
Oppenheim –Wilisky-Nawad
Segunda Edición
- CONVERSIÓN DE ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA
Gourishankar
Segunda Edición
- SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO
Benjamin C. Kuo
Séptima Edición
- INGENIERÍA DE CONTROL MODERNA
Katsuhiko Ogata
Cuarta Edición
- MANUAL DE USO.
Kit FEEDBACK
- MANUAL DE PROGRAMACIÓN.
LABVIEW
- INTERNET

ANEXOS