

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA GOBERNADO POR PLC PARA UNA HABITACIÓN

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

AUTOR: JEFFERSSON VICENTE TINOCO PIURI
(jeffersson_2000@hotmail.com)

DIRECTOR: ING. PABLO LÓPEZ
(pwlopezm@hotmail.com)

Quito, Abril 2009

DECLARACIÓN

Yo Jeffersson Vicente Tinoco Piuri, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Jeffersson Vicente Tinoco Piuri

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jeffersson Vicente Tinoco Piuri, bajo mi supervisión.

ING. PABLO LÓPEZ
DIRECTOR DE PROYECTO

CONTENIDO

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 LA TEMPERATURA	1
1.1.1 DIFERENCIA ENTRE CALOR Y TEMPERATURA	1
1.1.2 COMO SE MIDE LA TEMPERATURA.....	2
1.1.3 VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL	3
1.1.3.1 Variación Diurna	3
1.1.3.2 Variación Estacional	4
1.1.3.3 Variación con la Latitud	4
1.1.3.4 Variación con los Tipos de Superficie.....	4
1.1.3.5 Variación con la Altura.....	4
1.1.4 TEMPERATURA PROMEDIO EN QUITO	5
1.1.4.1 Tabla de Promedio de Temperatura en la Ciudad de Quito.....	5
1.1.5 TEMPERATURA ÓPTIMA PARA EL CUERPO HUMANO	5
1.1.5.1 Fisiología.....	5
1.1.5.2 La Termoregulación.....	6
1.1.5.3 Confort Térmico	7
1.1.5.4 Principales Variables que Influyen sobre el Confort	7
<i>1.1.5.4.1 La Humedad</i>	<i>7</i>
<i>1.1.5.4.2 El Movimiento del Aire.....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.5.4.3 La Radiación</i>	<i>8</i>
1.2 SENSORES	9
1.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES TÉRMICOS	9
1.2.2 TIPOS DE SENSORES DE TEMPERATURA.....	10
1.2.2.1 RTD.....	11
1.2.2.2 Termistores	12
1.2.2.3 Sensores de IC.....	14
1.2.2.4 Termopar.....	15
1.2.3 EL LM35	16
1.2.3.1 Características del LM35.....	17
1.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	17
1.3.1 EL PLC, CARACTERÍSTICAS GENERALES	17
1.3.1.1 Arquitectura de un PLC	19
1.3.2 CONSIDERACIONES PARA EL DESARROLLO DEL SOFTWARE	19
1.3.2.1 Tipos de Señales	19
<i>1.3.2.1.1 Señales Digitales</i>	<i>19</i>
<i>1.3.2.1.2 Señales Analógicas.....</i>	<i>20</i>
1.3.2.2 Lenguajes de Programación	20
1.3.2.2.1 FBD (Funtion Block Diagram)	22
1.3.2.2.2 LD (Ladder Diagram)	23
1.3.2.2.3 ST (Structured Tex).....	23
1.3.2.2.4 IL (Instruction List)	24
1.3.2.2.5 SFC (Sequential Funtion Chart)	24

1.3.3 LOGO! MÓDULO LÓGICO UNIVERSAL DE SIEMENS.....	25
1.3.3.1 Modelos Exixtentes	26
1.3.3.2 Módulos de Expansión	26
1.3.3.3 Reconocer al Logo! Por su Nomenclatura.....	26
1.3.3.4 Software de Programación	27
1.3.3.5 Funciones de Programación del Logo!	28
1.3.3.6 Tipos de Programación del Logo! Soft Confort.....	30
1.3.3.7 Pasos para crear un Programa.....	31
1.3.3.7.1 Conexión de los bloques Reglas	31
1.4 MOTOR MONOFÁSICO	32
1.4.1 EL MOTOR DE POLOS DE SOMBRA	32
1.4.2 ROTOR JAULA DE ARDILLA	33
1.4.3 CONTROL DE VELOCIDAD.....	35
1.5 CALEFACTOR ELÉCTRICO.....	36
1.5.1 FUNCIONAMIENTO.....	36
1.5.2 CONTROL DE TEMPERATURA	38
CAPÍTULO 2: PROGRAMACIÓN.....	39
2.1 DIAGRAMA DE FLUJO	39
2.2 PROGRAMACIÓN DEL PLC LOGO!.....	40
2.2.1 ESCOGER EL LENGUAJE DE PROMACIÓN	40
2.2.2 PROGRAMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE LA	
TEMPERATURA	40
2.2.2.1 Explicación del Programa.....	45
2.2.2.1.1 Sitema Automático.....	45
2.2.2.1.2 Climatización Previa.	45
2.2.2.1.3 Sensor de Temperatura.....	46
2.2.2.1.4 Niveles altos de Temperatura	46
2.2.2.1.5 Activación del Ventilador	47
2.2.2.1.6 Retardo em la Conexión del Ventilador	47
2.2.2.1.7 Niveles bajos de Temperatura	48
2.2.2.1.8 Avtivación de Niquelinas	48
2.2.2.1.9 Retardo en la Conexión de Niquelinas	48
2.2.2.1.10 Lógica de Encendido de Relés.....	49
2.2.2.1.11 Temperatura Real.....	50
2.2.2.1.12 Textos de Aviso	50
2.2.2.1.13 Alarma	50
2.2.3 SIMULACIÓN DEL PROGRAMA	50
2.2.4 CARGAR EL PROGRAMA AL PLC.....	51
CAPÍTULO 3: CONSTRUCCIÓN	55
3.1 MÓDULO DE AMPLIFICACIÓN Y ACOPLAMIENTO	55
3.1.1 JUSTIFICACIÓN DEL MÓDULO.....	55

3.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO DE AMPLIFICACIÓN	55
3.1.3 CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE AMPLIFICACIÓN	56
3.1.3.1 Cálculos de los Componentes Electrónicos	56
3.1.3.2 Circuito Lógico	58
3.1.3.3 Circuito Impreso.....	59
3.2 TARJETA DE AMPLIACIÓN DEL NÚMERO DE SALIDAS	
DEL PLC.....	60
3.2.1 JUSTIFICACIÓN DE LA TARJETA.....	60
3.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA TARJETA DE AMPLIACIÓN DEL	
NÚMERO DE SALIDAS	61
3.2.3 CONSTRUCCIÓN DE LA TARJETA DE AMPLIACIÓN DEL	
NÚMERO DE SALIDAS	62
3.2.3.1 Circuito Lógico	62
3.2.3.2 Circuito Impreso.....	63
3.3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA	65
3.3.1 CIRCUITO ELÉCTRICO PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA ..	65
3.3.2 FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA	66
3.3.3 CARACTERÍSTICAS PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA	67
CAPÍTULO 4: FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS Y	
RESULTADOS.....	70
4.1 FUNCIONAMIENTO.....	70
4.2 PRUEBAS DEL SISTEMA.....	71
4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	73
4.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
4.4.1 CONCLUSIONES	74
4.4.2 RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS.....	78

RESUMEN

El Capítulo 1 está enfocado únicamente en la parte teórica necesaria para desarrollar un conocimiento claro de los conceptos en que se basa este proyecto.

Al inicio de este capítulo se hace referencia a los principales conceptos sobre temperatura, sus variaciones y se hace mención de estudios de confort térmico los cuales determinan las condiciones de temperatura óptima para el cuerpo humano.

Después de entender los conceptos básicos de la temperatura el capítulo 1 se concentra en explicar la teoría que envuelve al hardware que involucra al sistema como son el sensor de temperatura, el PLC, el motor monofásico y el calefactor eléctrico. Haciendo énfasis en los conceptos necesarios para el desarrollo del proyecto.

El Capítulo 2 trata del desarrollo del programa para el control de la temperatura, para ello se hace uso primeramente de un diagrama de flujo en el que se puede comprender como va a funcionar el sistema, luego de esto se adentra en la programación la que se realiza utilizando el lenguaje de escalera. El programa para su mayor comprensión está dividido en bloques según la función que éstos realizan. Se termina con una explicación de cómo transferir el programa del computador al PLC.

En el Capítulo 3 se explica la construcción de las partes que forman el sistema como son el módulo de amplificación y acoplamiento, la tarjeta de ampliación del número de salidas, para esto primero se hace un estudio de las características que deben cumplir, luego se elaboran los circuitos lógicos y por último se

construye los circuitos impresos. Para terminar este capítulo se entrega el diagrama eléctrico de la conexión del sistema así como de las características de éste.

Por último el Capítulo 4 está dedicado a los resultados, aquí primeramente se hace una explicación del funcionamiento y uso del sistema. Luego se muestra una tabla en la que aparecen varias muestras de temperatura y los resultados obtenidos con el sistema trabajando.

En este capítulo también se incluye el análisis económico donde se evalúa el costo total de construcción del sistema.

PRESENTACIÓN

Se presenta la implementación de un sistema de control automático de temperatura, el cual utiliza un sensor de temperatura LM35 para obtener la información de lo que sucede en el medio. Para realizar el procesamiento de la información se utiliza el PLC Logo un modelo básico y económico de altas prestaciones. Una de las características del sistema es la tarjeta de ampliación del número de salidas del PLC con la cual se ahorra en la compra de un módulo específico. Para subir la temperatura se utiliza un calefactor eléctrico que transfiere calor por el método de convección y para refrescar la temperatura de la habitación se crea una corriente de aire generada por un ventilador.

CAPÍTULO 1.

MARCO TEÓRICO

1.1 LA TEMPERATURA

El concepto de temperatura se deriva de la idea de medir el calor o frialdad relativos y de la observación de que el suministro de calor a un cuerpo conlleva un aumento de su temperatura mientras no se produzca la fusión o ebullición. En el caso de dos cuerpos con temperaturas diferentes, el calor fluye del más caliente al más frío hasta que sus temperaturas sean idénticas y se alcance el equilibrio térmico. Por tanto, los términos de temperatura y calor, aunque relacionados entre sí, se refieren a conceptos diferentes: la temperatura es una propiedad de un cuerpo y el calor es un flujo de energía entre dos cuerpos a diferentes temperaturas. En si la temperatura es la propiedad de los sistemas que determina si están en equilibrio térmico.¹

1.1.1 DIFERENCIA ENTRE CALOR Y TEMPERATURA²

Como ya se dijo el calor y la temperatura están relacionadas entre si, pero son conceptos diferentes. El calor es la energía total del movimiento molecular en una sustancia, mientras la temperatura es una medida de la energía molecular media. El calor depende de la velocidad de las partículas, su número, su tamaño y su tipo. La temperatura no. Por ejemplo, la temperatura de un vaso pequeño de agua puede ser la misma que la temperatura de un balde de agua, pero el balde tiene más calor porque tiene más agua y por lo tanto más energía térmica total.

El calor es lo que hace que la temperatura aumente o disminuya. Si añadimos calor, la temperatura aumenta. Si quitamos calor, la temperatura disminuye. Las temperaturas más altas tienen lugar cuando las moléculas se están moviendo, vibrando y rotando con mayor energía.

¹ Microsoft ® Encarta © 2008. © 1993-2007 Microsoft Corporation.

² http://www.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/thermal/differ_sp_06sep01.html

Si tomamos dos objetos que tienen la misma temperatura y los ponemos en contacto, no habrá transferencia de energía entre ellos porque la energía media de las partículas en cada objeto es la misma. Pero si la temperatura de uno de los objetos es más alta que la otra, habrá una transferencia de energía del objeto más caliente al objeto más frío hasta que los dos objetos alcancen la misma temperatura. La temperatura no es energía sino una medida de ella, sin embargo el calor sí es energía.

1.1.2 CÓMO SE MIDE LA TEMPERATURA³

Del cuerpo que está a mayor temperatura decimos que "está más caliente" y a veces, erróneamente, se dice "que tiene más calor". Los cuerpos no tienen calor, tienen energía interna y tienen temperatura. Reservamos el término "calor" para la energía que se transfiere de un cuerpo a otro. Esta energía es fácil de medir, pero la energía total que tiene el cuerpo no.

Si un cuerpo recibe energía calorífica aumenta la agitación de las partículas que lo forman (átomos, moléculas o iones) y se pueden producir también cambios en la materia: dilatación, cambios de color, variación de su resistencia a la conducción, etc. Estos cambios se pueden utilizar para hacer una escala de temperatura.

Al poner en contacto dos sustancias, la agitación de las partículas de una se transmite, mediante choques, a las partículas de la otra hasta que se igualan sus velocidades. Las partículas de la sustancia más caliente son más rápidas y poseen más energía. En cada impacto ceden parte de la energía a las partículas más lentas con las que entran en contacto. Las partículas de la sustancia que está a mayor temperatura se frenan un poco, pero al mismo tiempo hacen que las más lentas se aceleren.

Finalmente las partículas de las dos sustancias alcanzan la misma velocidad media y por lo tanto la misma temperatura: se alcanza el "equilibrio térmico".

³ http://www.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/thermal/differ_sp_06sep01.html

Para diseñar un instrumento que mida la temperatura debemos escoger una cualidad de la materia que sea fácilmente observable, que varíe de manera importante con la agitación de sus partículas, que sea fácil de medir y que nos permita relacionar su variación con la agitación que tiene el cuerpo.

La cualidad elegida en los termómetros de mercurio es la dilatación, pero existen otros tipos de termómetros basados en otras cualidades.

Se pueden tomar como base para medir las temperaturas otras propiedades que cambien con ella como el color, la resistencia eléctrica, presión etc. Instrumentos basados en las anteriores propiedades son el pirómetro de radiación, resistor térmico, etc.

1.1.3 VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL⁴

La variación de la temperatura ambiente depende de muchos factores que intervienen en el sistema pero las principales causas son la rotación, traslación y geografía de nuestro planeta según estos aspectos las variaciones pueden ser: Variación Diurna, Variación Estacional, Variación con la Latitud, Variación con los tipos de Superficie, Variación con la Altura.

1.1.3.1 Variación Diurna

Se define como el cambio de temperatura entre el día y la noche, producido por la rotación de la Tierra.

Durante el día la radiación solar es en general mayor que la terrestre, por lo tanto la superficie de la Tierra se torna más caliente. Durante la noche, en ausencia de la radiación solar, sólo actúa la radiación terrestre, y consecuentemente, la superficie se enfría. Dicho enfriamiento continúa hasta la salida del sol. Por lo tanto la temperatura mínima ocurre generalmente poco antes de la salida del sol.

⁴ http://www.tutiempo.net/silvia_larocca/Temas/Met12.htm

1.1.3.2 Variación Estacional

Esta variación se debe a la inclinación del eje terrestre y el movimiento de traslación de la Tierra alrededor del sol. El ángulo de incidencia de los rayos solares varía, estacionalmente, en forma diferente para los dos hemisferios. El hemisferio norte es más cálido en los meses de junio, julio y agosto, en tanto que el hemisferio sur recibe más energía solar en diciembre, enero y febrero.

1.1.3.3 Variación con la Latitud

La mayor inclinación de los rayos solares en altas latitudes, hace que éstos entreguen menor energía solar sobre estas regiones, siendo mínima dicha entrega en los polos. En tanto que sobre el ecuador los rayos solares llegan perpendiculares, siendo allí máxima la entrega energética.

1.1.3.4 Variación con los Tipos de Superficie

En primer lugar la distribución de continentes y océanos produce un efecto muy importante en la variación de la temperatura, debido a sus diferentes capacidades de absorción y emisión de la radiación. Las grandes masas de agua tienden a minimizar los cambios de temperatura, mientras que los continentes permiten variaciones considerables en la misma.

Sobre los continentes existen diferentes tipos de suelo: Los terrenos pantanosos, húmedos y las áreas con vegetación espesa tienden a atenuar los cambios de temperatura, en tanto que las regiones desérticas o áridas permiten cambios grandes en la misma.

1.1.3.5 Variación con la Altura

A través de la primera parte de la atmósfera, llamada tropósfera, la temperatura decrece con la altura. Este decrecimiento se define como **gradiente vertical de temperatura** y es en promedio de $6,5^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$. Sin embargo ocurre a menudo que se registre un aumento de la temperatura con la altura: **Inversión de temperatura**, por ejemplo, durante la noche la Tierra irradia (pierde calor) y se

enfria mucho más rápido que el aire que la circunda; entonces, el aire en contacto con ella será más frío mientras que por encima la temperatura será mayor.

1.1.4 TEMPERATURA PROMEDIO EN QUITO⁵

La temperatura anual promedio de la ciudad es de 12 °C. Existen dos estaciones marcadas, el verano (estación seca), de mayo a septiembre, con temperaturas que oscilan entre los 14 y 24 °C; y el invierno (estación lluviosa) que dura de octubre a abril, con temperaturas entre los 5 y 19 °C. Durante los meses de diciembre a febrero son comunes las granizadas, que se acompañan de una sensación térmica muy fría, y que dejan la ciudad cubierta de hielo; aunque generalmente el clima es agradablemente moderado. En enero de 2006 la temperatura quiteña alcanzó los -2 °C.

1.1.4.1 Tabla de Promedio de Temperatura en la Ciudad de Quito⁶

Promedio de temperatura en Quito													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura diaria máxima °C	18	18	18	18	18	19	19	19	20	19	19	18	19
Temperatura diaria mínima °C	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	10	10
Temperatura diaria Promedio °C	14	14	14	14	14	14	14	14	14,5	14	14	14	14

Cuadro 1.1 PROMEDIO DE TEMPERATURA ANUAL EN LA CIUDAD DE QUITO

1.1.5 TEMPERATURA ÓPTIMA PARA EL CUERPO HUMANO

1.1.5.1 Fisiología⁷

La temperatura es el resultado de un equilibrio entre mecanismos de producción de calor y mecanismos de enfriamiento regulados por centros nerviosos termorreguladores hipotalámicos.

⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_de_Quito#Clima_y_estaciones

⁶ <http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=5446&refer=&units=metric>

⁷ <http://termometria.galeon.com/curiosidades.htm>

La producción de calor, o termogénesis, está asegurada por el metabolismo celular y la utilización de los prótidos (4 calorías por gramo), los glúcidos (4 calorías por gramo) y los lípidos (9 calorías por gramo).

El enfriamiento o termólisis, se obtiene a partir de varios mecanismos. Éstos se basan en la vasodilatación cutánea con escalofríos, en el sudor y en la respiración.

La radiación y la evaporación, fuentes esenciales de pérdida de calor, dependen de la temperatura exterior y del grado higrométrico. La superficie de la piel, sede de estas pérdidas de calor, tiene una temperatura de 0,5 a 2 °C más baja que el resto del cuerpo, según la parte del mismo de que se trate y también según la temperatura ambiente.

1.1.5.2 La Termorregulación⁸

La termorregulación asegura el equilibrio entre la termogénesis y la termólisis mediante la actuación de centros nerviosos hipotalámicos que controlan así la temperatura.

El centro termorregulador actúa por vía refleja. La temperatura de la piel es percibida por las terminaciones cutáneas sensibles al frío o al calor. La sensación llega a los centros nerviosos por vía espinotalámica. También se registra la temperatura sanguínea. Las vías aferentes (de control) son simpáticas y controlan la vasoconstricción o la vasodilatación. El centro termorregulador es sensible a las variaciones de temperatura. Una sensación de calor significa: una disminución de los metabolismos, generalmente moderada y siempre insuficiente para restablecer el equilibrio, un aumento de la pérdida de calor por vasodilatación cutánea (enrojecimiento de la cara) y un aumento del sudor. Cualquier sensación de frío desencadena un aumento de la producción de calor, por aparición de escalofríos, y una reducción de la pérdida de calor debida a una vasoconstricción periférica con horripilación (carne de gallina).

⁸ <http://termometria.galeon.com/curiosidades.htm>

1.1.5.3 Confort Térmico

Para el confort humano, la temperatura ambiental deseable depende en gran parte en las necesidades del individuo y en varios otros factores. Según el observatorio de salud pública de West Midlands, Gran Bretaña, 21 °C (70 °F) es la temperatura ambiental recomendada para la mayoría del hogar, excepto en el dormitorio, donde se recomienda una temperatura ambiental de 18 °C (64 °F). Un estudio efectuado por la Universidad de Uppsala, Suecia, encontró que la percepción de una temperatura ambiental elevada se correlacionaba con un ambiente de cooperación disminuido. El estudio recomendó mantener una temperatura ambiental máxima de 22 °C (72 °F).⁹

1.1.5.4 Principales Variables que Influyen sobre el Confort

La temperatura del aire es el factor que influye de manera más directa sobre el bienestar, además de ella intervienen la humedad, la velocidad del viento y la radiación:

1.1.5.4.1 La Humedad

La humedad regula la evaporación, por lo que desempeña un importante papel en las altas temperaturas, en las que la sudoración es uno de los mecanismos más importantes de enfriamiento. Sin embargo existen unos límites extremos que pueden ser negativos: por debajo del 20% de humedad, aumenta el peligro de infección por la sequedad de las mucosas; con temperaturas bajas, el aire muy seco aumenta el disconfort y en situaciones cálidas, cuando la humedad sobrepasa el 60% y, sobre todo, el 80%, la sensación de calor aumenta, ya que se produce el sudor, pero no evaporación, dando lugar al clásico bochorno o calor húmedo, bastante más incómodo que el calor seco (cuadro 1.2).¹⁰

⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura_ambiente

¹⁰ Felipe Fernández García: "CLIMA Y CONFORTABILIDAD HUMANA. ASPECTOS METODOLÓGICOS" *Serie Geográfica*, 1994, vol. 4, pp. 109-125

Temp.	Humedad relativa en %					
	30	50	70	80	90	100
°C						
20	20	21.1	22.2	22.8	23.4	23.9
25	25	26.7	27.8	28.9	30.0	31.1
30	30	32.2	35.0	37.2	37.8	39.4
35	35	38.8	42.2	44.4	46.7	48.9
40	40	45.0	50.0			

Cuadro 1.2 SENSACIÓN TÉRMICA EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE¹¹

1.1.5.4.2 *El Movimiento del Aire*

El movimiento del aire sobre el cuerpo humano incrementa la proporción de humedad y calor disipados con respecto a la que correspondería a un aire en reposo, dando ello lugar a que la sensación de calor y frío experimente variación. El aire que nos rodea está en constante movimiento, considerando como valor adecuado los 0,25 m/s a una altura del suelo inferior a 2 m. Una velocidad mayor produce un efecto desagradable, que se hace difícil de soportar, tanto más cuanto menor sea la temperatura del aire. Una velocidad inferior a 0,1 m/s produce así mismo una sensación de falta de aire, que ocasiona también molestias.¹²

1.1.5.4.3 *La Radiación*

Algunos estudios recientes sugieren que es más significativa la temperatura radiante del entorno que la del aire. Se mide por el termómetro de esfera o de globo, consistente en un termómetro corriente de mercurio encerrado en una esfera de cobre de 15 cm. de diámetro y pintada de negro mate; tras permanecer 15 minutos al sol, el termómetro marca un valor, que es superior al del aire si la radiación entrante es mayor que la saliente o menor a la del aire si las pérdidas son mayores.¹³

¹¹ Fuente. Lansberg, 1972

¹² <http://html.rincondelvago.com/confort-termico.html>

¹³ Felipe Fernández García: "CLIMA Y CONFORTABILIDAD HUMANA. ASPECTOS METODOLÓGICOS" *Serie Geográfica*, 1994, vol. 4, pp. 109-125

1.2 SENSORES¹⁴

Un sensor es un dispositivo capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo temperatura, intensidad luminosa, distancia, aceleración, inclinación, presión, humedad, etc. Una magnitud eléctrica obtenida puede ser una resistencia eléctrica (como en una resistencia dependiente de la temperatura), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable a medir o a controlar. Recordando que la señal que nos entrega el sensor no solo sirve para medir la variable, sino también para convertirla mediante circuitos electrónicos en una señal estándar para tener una relación lineal con los cambios de la variable sensada dentro de un rango, para fines de control de dicha variable en un proceso.

Puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura.

1.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES TÉRMICOS¹⁵

Entre las características técnicas de un sensor destacan las siguientes:

- Rango de medida: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
- Precisión: es el error de medida máximo esperado.
- *Offset* o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la

¹⁴ es.wikipedia.org/wiki/Sensor

¹⁵ es.wikipedia.org/wiki/Sensor

variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el *offset*.

- Linealidad o correlación lineal.
- Sensibilidad de un sensor: relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.
- Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.
- Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.
- Repetitividad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.

Por lo general, la señal de salida de estos sensores no es apta para su lectura directa y a veces tampoco para su procesado, por lo que se usa un circuito de acondicionamiento, como por ejemplo un puente de Wheatstone, amplificadores y filtros electrónicos que adaptan la señal a los niveles apropiados para el resto de la circuitería.

1.2.2 TIPOS DE SENSORES DE TEMPERATURA

Temperatura	RTD (Detector de Temperatura de Resistencia)
	Termistores
	Sensores de IC
	Termopares

Cuadro 1.3 TIPOS DE SENSORES DE TEMPERARURA

1.2.2.1 RTD¹⁶

El detector de temperatura de resistencia (RTD) se basa en el principio según el cual la resistencia de todos los metales depende de la temperatura. La elección del platino en los RTD de la máxima calidad permite realizar medidas más exactas y estables hasta una temperatura de aproximadamente 500 °C. Los RTD más económicos utilizan níquel o aleaciones de níquel, pero no son tan estables ni lineales como los que emplean platino.



Gráfico 1.1 SENSORES RTD

En cuanto a las desventajas, el platino encarece los RTD, y otro inconveniente es el autocalentamiento. Para medir la resistencia hay que aplicar una corriente, que, por supuesto, produce una cantidad de calor que distorsiona los resultados de la medida. Una tercera desventaja, que afecta al uso de este dispositivo para medir la temperatura, es la resistencia de los RTD. Al ser tan baja, la resistencia de los hilos conductores que conectan el RTD puede provocar errores importantes. En la denominada técnica de dos hilos (Gráfico 1.2a), la resistencia se mide en los terminales del sistema de adquisición de datos, por lo que la resistencia de los hilos forma parte de la cantidad desconocida que se pretende medir. Por el contrario, la técnica de cuatro hilos (Gráfico 1.2b) mide la resistencia en los terminales del RTD, con lo cual la resistencia de los hilos queda eliminada de la medida. La contrapartida es que se necesita el doble de cables y el doble de canales de adquisición de datos. (La técnica de tres hilos ofrece una solución intermedia que elimina un cable, pero no es tan precisa.)

¹⁶ <http://www.monografias.com/trabajos3/transductores/transductores.shtml?relacionados>

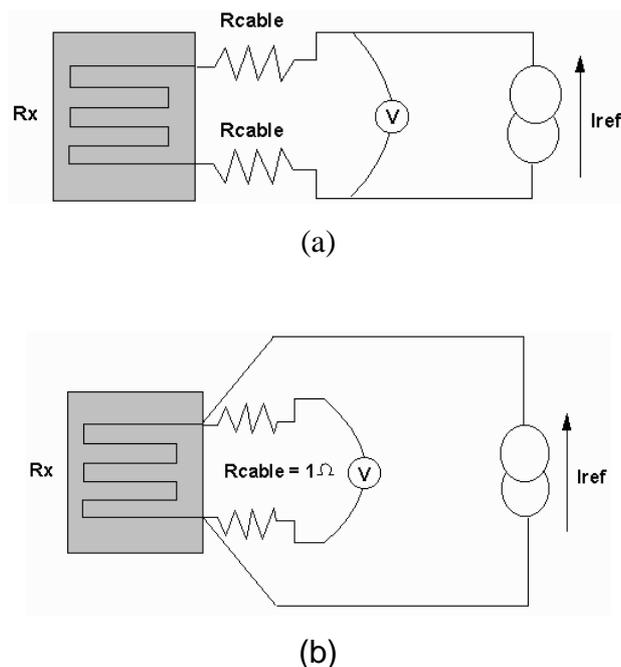


Gráfico 1.2 (a) TÉCNICA DE DOS HILOS. (b) TÉCNICA DE LOS CUATRO HILOS

1.2.2.2 Termistores¹⁷

Son resistores variables con la temperatura, pero no están basados en conductores como las RTD, sino en semiconductores. Si su coeficiente de temperatura es negativo se denominan NTC (Negative Temperature Coefficient), mientras que si es positivo, se denominan PTC (Positive Temperature Coefficient).

La principal característica de este tipo de resistencias es que tienen una sensibilidad del orden de diez veces mayor que las metálicas y aumenta su resistencia al disminuir la temperatura.

Su fundamento está en la dependencia de la resistencia de los semiconductores con la temperatura, debida a la variación con ésta del número de portadores reduciéndose la resistencia, y de ahí que presenten coeficiente de temperatura negativo. Esta dependencia varía con la presencia de impurezas, y si el dopado es muy intenso, el semiconductor adquiere propiedades metálicas con coeficiente de temperatura positivo (PTC) en un margen de temperaturas limitado.

¹⁷ <http://www.monografias.com/trabajos14/termoins/termoins.shtml>

Para las NTC, en un margen de temperaturas reducido (50 °C), la dependencia se puede considerar de tipo exponencial de la forma:

$$R_t = R_0 e^{\beta \left(\frac{1}{T_s} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

En la que:

R_t = Resistencia en ohmios a la temperatura absoluta T_t .

R_0 = Resistencia en ohmios a la temperatura absoluta de referencia T_0 .

β = constante dentro de un intervalo moderado de temperaturas.

Los termistores se conectan a *puentes de Wheatstone* convencionales o a otros circuitos de medida de resistencia. En intervalos amplios de temperatura, los termistores tienen características no lineales. Al tener un alto coeficiente de temperatura poseen una mayor sensibilidad que las sondas de resistencia estudiadas y permiten incluso intervalos de medida de 1°C. Son de pequeño tamaño y su tiempo de respuesta depende de la capacidad térmica y masa del termistor variando de fracciones de segundo a minutos.

La distancia entre el termistor y el instrumento de medida puede ser considerable siempre que el elemento posea una alta resistencia comparada con la de los cables de unión. La corriente que circula por el termistor a través del circuito de medida debe ser baja para garantizar que la variación de resistencia del elemento sea debida exclusivamente a los cambios de temperaturas del proceso.



Gráfico 1.3 TERMISTORES

No obstante, la baja masa térmica también plantea un inconveniente, que es la posibilidad de un mayor autocalentamiento a partir de la fuente de alimentación

utilizada en la medida. Otro inconveniente del termistor es su falta de linealidad, que exige un algoritmo de linealización para obtener unos resultados aprovechables.

1.2.2.3 Sensores de IC¹⁸

Los sensores de circuito integrado se fundamentan en la característica de la unión $p-n$ de los semiconductores. Están formados por circuitos integrados sobre un chip, el cual presenta una salida lineal y proporcional a la temperatura. Se consiguen sensores IC que presentan salidas en voltaje analógico y en forma digital. Por estar hechos a base de silicio, su rango de temperatura está limitado aproximadamente a los 150 °C.

Los sensores de IC resuelven el problema de la linealidad y ofrecen altos niveles de rendimiento. Son, además, relativamente económicos y bastante precisos a temperatura ambiente, forman parte de la tendencia hacia los "sensores inteligentes", que son unos transductores cuya inteligencia incorporada facilita las actividades de reducción y análisis de datos que el usuario debe realizar normalmente en el sistema de adquisición de datos . Sin embargo, los sensores de IC no tienen tantas opciones de configuraciones del producto o de gama de temperaturas, y además son dispositivos activos, por lo que requieren una fuente de alimentación.



Gráfico 1.4 SENSOR IC

¹⁸ <http://www.monografias.com/trabajos3/transductores/transductores.shtml?relacionados>

1.2.2.4 Termopar¹⁹

Un termopar se compone sencillamente de dos hilos de diferentes metales unidos en un extremo y abiertos en el otro (Gráfico 1.5). La tensión que pasa por el extremo abierto es una función tanto de la temperatura de la unión como de los metales utilizados en los dos hilos. Todos los pares de metales distintos presentan esta tensión, denominada tensión de Seebeck en honor a su descubridor, Thomas Seebeck.

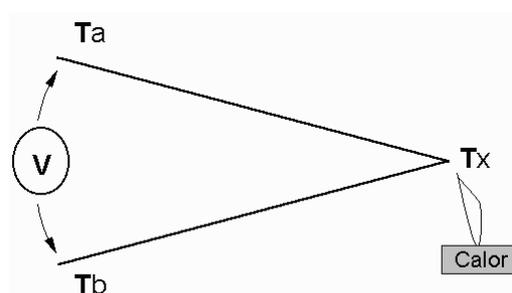


Gráfico 1.5 ESQUEMA DE UN TERMOPAR

Los termopares se utilizan extensamente, ya que ofrecen una gama de temperaturas mucho más amplia y una construcción más robusta que los otros tipos de sensores. Además, no precisan alimentación de ningún tipo y su reducido precio los convierte en una opción muy atractiva para grandes sistemas de adquisición de datos. Sin embargo, para superar algunos de los inconvenientes inherentes a los termopares y obtener resultados de calidad, es importante entender la naturaleza de estos dispositivos.

El comportamiento de un termopar se basa en la teoría del gradiente, según la cual los propios hilos constituyen el sensor. En el gráfico 1.6 se ilustra este concepto. Cuando se calienta uno de los extremos de un hilo, le produce una tensión que es una función de (A) el gradiente de temperatura desde uno de los extremos del hilo al otro, y (B) el coeficiente de Seebeck, una constante de proporcionalidad que varía de un metal a otro.

¹⁹ <http://www.monografias.com/trabajos3/transductores/transductores.shtml?relacionados>

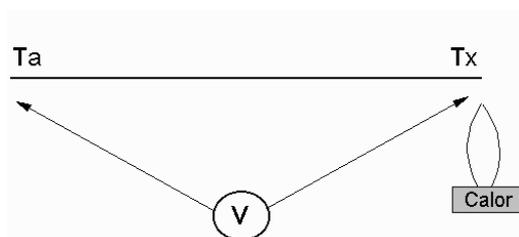


Gráfico 1.6 TEORÍA DEL GRADIENTE

En pequeñas gamas de temperaturas, los coeficientes de Seebeck de los dos hilos son constantes y la tensión de Seebeck es, por consiguiente, proporcional, pero en gamas más grandes, el propio coeficiente de Seebeck es una función de la temperatura, convirtiendo la tensión de Seebeck en no lineal. Como consecuencia, las tensiones del termopar también tienden a ser no lineales.

1.2.3 EL LM35²⁰

El LM35 es un sensor de temperatura de precisión en circuito integrado, cuya salida es lineal y proporcional a la escala Celsius de temperatura. El LM35 tiene una ventaja sobre los sensores lineales de temperatura calibrados en la escala Kelvin la cual es que no se requiere restar una gran constante de voltaje en la salida por lo es conveniente la escala centígrada. El LM35 no requiere de una calibración externa ya que provee una precisión de $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ en una habitación y $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$ en el rango de temperatura de -55 a $+150^{\circ}\text{C}$. El bajo costo es asegurado por la calibración en el integrado. La baja impedancia de salida, su salida lineal y su precisa calibración inherente hace posible una fácil instalación en un circuito de control. Debido a su baja corriente de alimentación ($60\mu\text{A}$), se produce un efecto de autocalentamiento reducido, menos de 0.1°C en situación de aire estacionario.

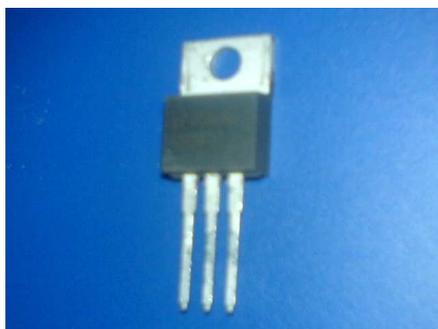


Gráfico 1.7 SENSOR LM35

²⁰ LM35 datasheet

1.2.3.1 Características del LM35

- Calibrado directamente en la escala Celsius
- Lineal con un factor de escala de 10.0 mV/°C
- Precisión garantizada de 0.5°C a una temperatura de 25°
- Rango de trabajo de -55° a +150°C
- Apropiado para aplicaciones remotas
- Bajo costo debido al nivel clásico
- Opera con voltajes de alimentación en el rango de 4 a 30 voltios
- Baja corriente de alimentación (60uA)
- Bajo autocalentamiento, 0.08°C en aire estacionario
- Baja impedancia de salida, 0.1Ω por 1mA
- Posee tres terminales, dos de alimentación y uno para el voltaje de salida

Todas las demás características y especificaciones técnicas así como curvas típicas y aplicaciones estarán detalladas en el Anexo 1.

1.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN²¹

1.3.1 EL PLC, CARACTERÍSTICAS GENERALES

Un PLC (Programmable Logic Controller), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los controles de la instalación.

²¹ COPORSUPER: “Manejo y Aplicaciones con Logo Siemens”

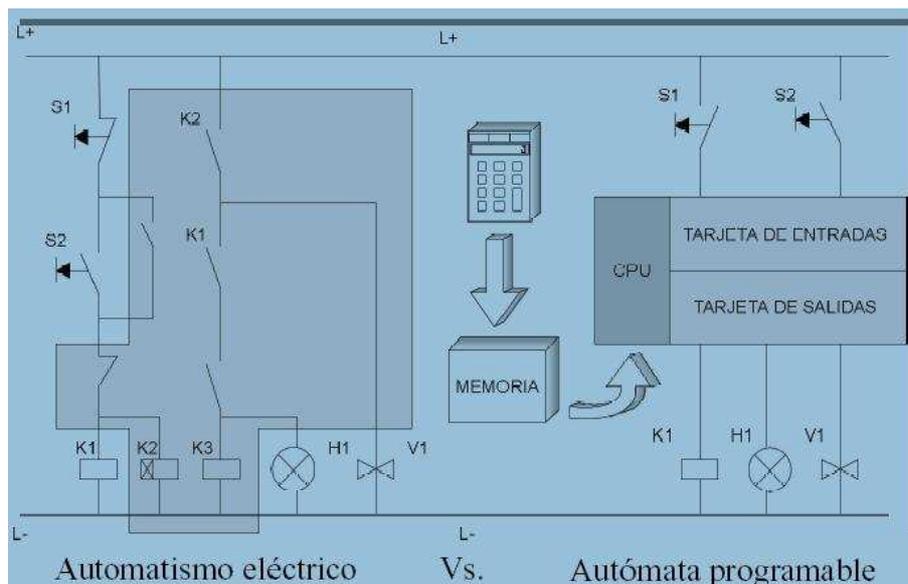


Gráfico 1.8 CONCEPTO GRÁFICO DEL PLC²²

Hoy en día, los PLC no solo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional integral derivativo (PID). Los PLC actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadores en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera LADDER, lista de instrucciones y programación por estados, aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo más fáciles de interpretar y mantener.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas, apuntadores, algoritmos PID y funciones de comunicación multiprotocolos que le permitirían interconectarse con otros dispositivos.

²² COPORSUPER: "Manejo y Aplicaciones con Logo Siemens"

La principal diferencia con otros dispositivos son las conexiones especiales de entrada/salida. Estas conexiones conectan el PLC a sensores y actuadores. Los PLC leen interruptores, indicadores análogos y localización de complejos sistemas de posicionamiento. Los PLC pueden operar motores eléctricos y neumáticos, cilindros hidráulicos o diafragmas, relés magnéticos y selenoides.

1.3.1.1 Arquitectura de un PLC

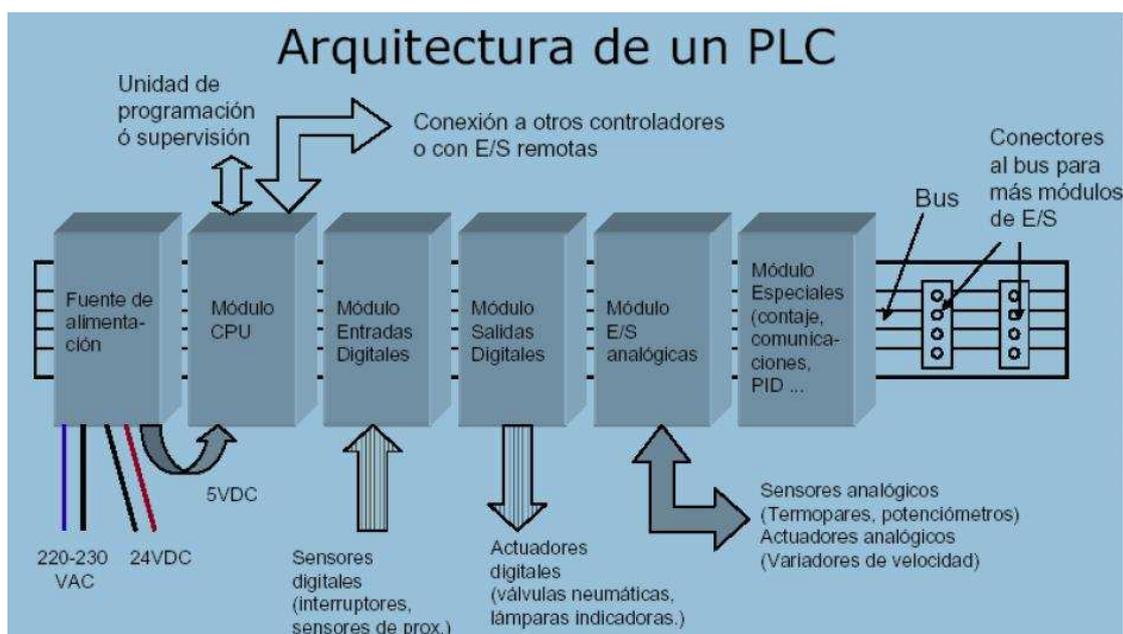


Gráfico 1.9 ARQUITECTURA DE UN PLC²³

1.3.2 CONSIDERACIONES PARA EL DESARROLLO DEL SOFTWARE

1.3.2.1 Tipos de Señales

1.3.2.1.1 Señales Digitales

Las señales digitales, son simplemente una señal de ON/OFF (1 ó 0, verdadero o falso, respectivamente). Los pulsadores e interruptores son ejemplos de dispositivos que proporcionan una señal discreta. Las señales discretas son enviadas usando la tensión o la intensidad, donde un rango específico corresponda al ON y otro rango al OFF. Un PLC puede utilizar 24VCC en la E/S donde valores superiores a 22V representan un ON y valores inferiores a 2V representan OFF.

²³ COPORSUPER: "Manejo y Aplicaciones con Logo Siemens"

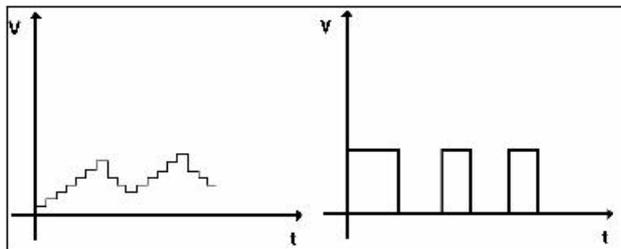


Gráfico 1.10 SEÑAL DIGITAL

1.3.2.1.2 Señales Analógicas

Las señales analógicas son como controles de volúmenes, con un rango de valores entre 0 y el tope de la escala. Esto es normalmente interpretado con valores enteros por el PLC, con varios rangos de precisión dependiendo del dispositivo o del número de bits del disponibles para almacenar los datos.

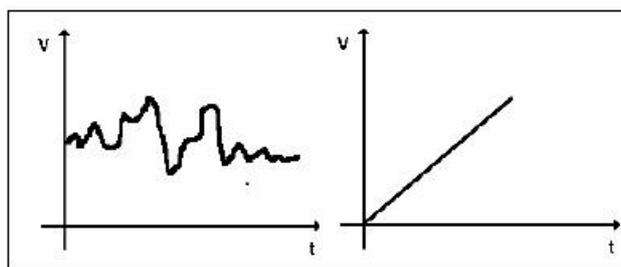


Gráfico 1.11 SEÑAL ANALÓGICA

Presión, temperatura, flujo y peso son normalmente representados por señales analógicas. Las señales analógicas pueden usar una tensión o una intensidad con una magnitud proporcional al valor de la señal que procesamos. Las entradas de intensidad de corriente son menos sensibles al ruido eléctrico que las entradas de tensión.

1.3.2.2 Lenguajes de Programación²⁴

Los primeros PLC, eran programados usando sistemas de programación terminales especializados, que a menudo tenían teclas de funciones dedicadas que representaban los elementos lógicos de los programas de PLC. Actualmente

²⁴ <http://www.buenmaster.com/?a=1395>

los programas son escritos en aplicaciones especiales en un computador, y luego son cargados mediante un cable especial al PLC. El programa es almacenado en una memoria RAM con batería propia o en otros sistemas de memoria no volátil como las memorias flash.

Los PLC pueden ser programados de muchas formas, desde la lógica de escalera hasta lenguajes de programación tradicionales como el Basic o C. Otro método es usar la lógica de estados, un lenguaje de programación de alto nivel diseñado para programar PLC basándose en los diagramas de transición de estados.

El estándar internacional IEC 61131-3 define cinco lenguajes de programación para los sistemas de control programables:

- FBD (Function Block Diagram)
- LD (Ladder Diagram)
- ST (Structured Text)
- IL (Instruction List)
- SFC (Sequential Function Chart)

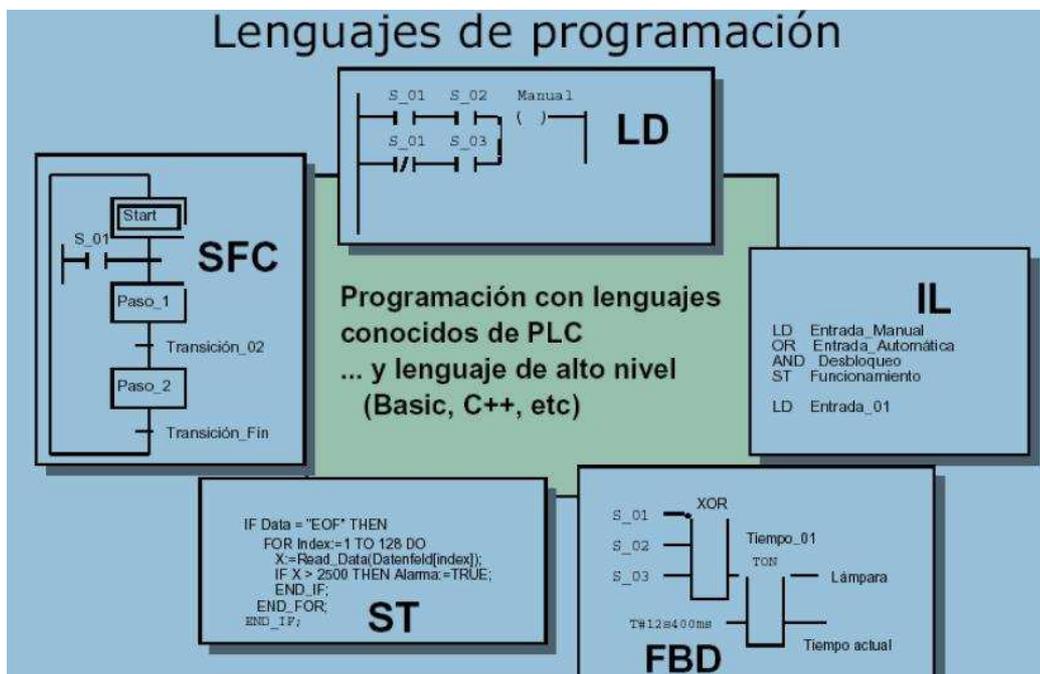


Gráfico 1.12 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN²⁵

²⁵ COPORSUPER: “Manejo y Aplicaciones con Logo Siemens”

Los conceptos fundamentales de programación del PLC son comunes a todos los fabricantes pero las diferencias en el direccionamiento E/S, la organización de la memoria y conjunto de instrucciones hace que los programas de los PLC nunca se puedan usar entre diversos fabricantes. Incluso dentro de la misma línea de productos de un mismo fabricante, diversos modelos pueden ser directamente no compatibles.

1.3.2.2.1 FBD (Function Block Diagram)

Los bloques funcionales son los equivalentes de los circuitos integrados, que representan funciones de control especializadas. Los FBD contienen tanto datos como instrucciones, y además pueden guardar los valores de las variables (que es una de las diferencias con las funciones). Tienen un interfaz de entradas y salidas bien definido y un código interno oculto, como un circuito integrado o una caja negra. De este modo, establecen una clara separación entre los diferentes niveles de programadores, o el personal de mantenimiento. Un lazo de control de temperatura, PID, es un excelente ejemplo de bloque funcional. Una vez definido, puede ser usado una y otra vez, en el mismo programa, en diferentes programas o en distintos proyectos. Esto lo hace altamente reutilizable.

Los bloques funcionales pueden ser escritos por el usuario en alguno de los lenguajes de la norma IEC, pero también existen FB's estándar (biestables, detección de flancos, contadores, temporizadores, etc.). Existe la posibilidad de ser llamados múltiples veces creando copias del bloque funcional que se denominan *instancias*. Cada instancia llevará asociado un identificador y una estructura de datos que contenga sus variables de salida e internas.

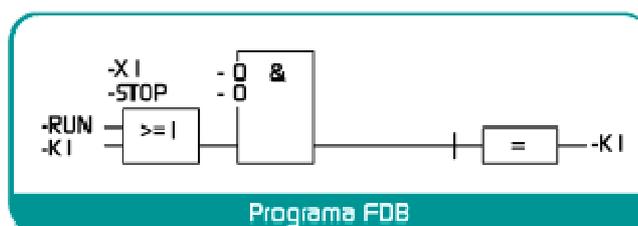


Gráfico 1.13 LENGUAJE FBD

1.3.2.2.2 LD (Ladder Diagram)

Representa el funcionamiento deseado, como en un circuito de contactores y relés, fácil de entender y utilizar para usuarios con experiencia en lógica alambrada. En general, nos referimos a este lenguaje como LADDER (escalera), ya que la forma de construcción de su esquema se asemeja a una escalera.

La lógica ladder es el lenguaje de programación más usado, presenta grandes semejanzas con los diagramas eléctricos de escalera.

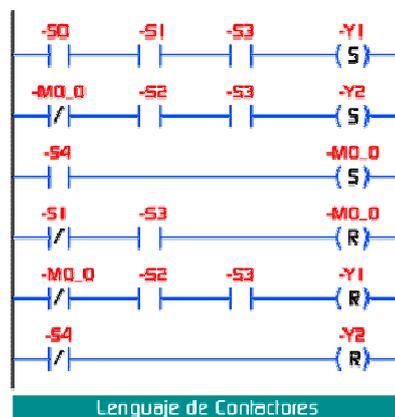


Gráfico 1.14 LENGUAJE LADDER

1.3.2.2.3 ST (Structured Text)

Los lenguajes basados en texto estructurado facilitan la programación de procesos que requieren instrucciones complejas y cálculos muy grandes. Se trata de lenguajes de alto nivel.

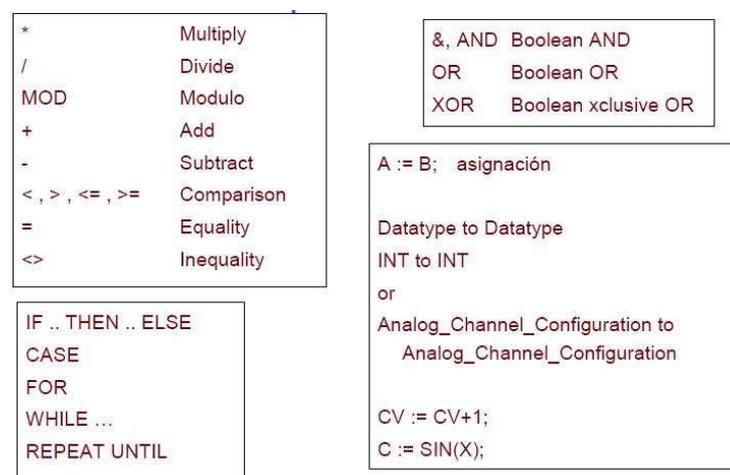


Gráfico 1.15 LENGUAJE DE TEXTO ESTRUCTURADO

1.3.2.2.4 IL (Instruction List)

Es un tipo de lenguaje ensamblador con un repertorio muy reducido de instrucciones, los programas utilizan un estilo muy similar al empleado por los lenguajes de ensamblador. Este tipo de lenguaje es una transcripción elemental e inmediata de las instrucciones del lenguaje de máquina que están representadas por expresiones nemotécnicas. Se suele utilizar para pequeñas aplicaciones y para optimizar partes de una aplicación.



Gráfico 1.16 LENGUAJE DE LISTA DE INSTRUCCIONES

1.3.2.2.5 SFC (Sequential Function Chart)

El diagrama funcional secuencial es una eficaz técnica para describir el comportamiento secuencial de un proceso y de un programa, se usa para distribuir un problema de control y hacer un rápido diagnóstico.

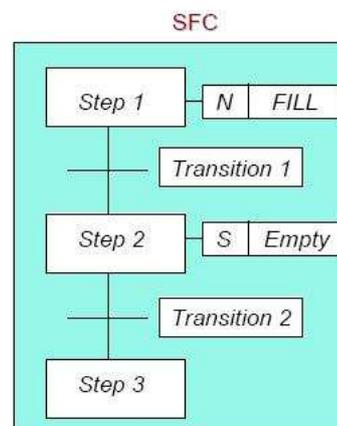


Gráfico 1.17 LENGUAJE DE FUNCIONES SECUENCIALES

1.3.3 LOGO! MÓDULO LÓGICO UNIVERSAL DE SIEMENS²⁶

El Módulo Lógico LOGO! está catalogado dentro del grupo de PLRs (Relé Lógico programable) el mismo que está formado por una fuente de alimentación, un sistema microprocesador (CPU), módulos de entrada y salida tanto analógicas como digitales, interfaz humano máquina (HMI) por display LCD incorporado con iluminación de fondo, cursores para la programación local, interfaz para programación con CARD y cable para PC, interfaz para módulos de ampliación.



Gráfico 1.18 PLC LOGO! 12/24RC

Con LOGO! se resuelven tareas enmarcadas en la técnica de instalación y el ámbito doméstico (por ejemplo alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.), así como en la construcción de armarios de distribución, de máquinas y de aparatos (por ejemplo controles de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de agua no potable, etc.).

Asimismo, LOGO! se puede utilizar para controles especiales en invernaderos o jardines de invierno, para el procesamiento previo de señales en controles y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones, para el control descentralizado "in situ" de máquinas y procesos. Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios de distribución, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de operación y de visualización.

Para ver todas las características y datos técnicos revisar el Anexo 2.

²⁶ Manual LOGO!

1.3.3.1 Modelos Existentes

LOGO! Basic está disponible para dos clases de tensión:

- Categoría 1 _ 24 es decir, 12 V DC, 24 V DC, 24 V AC
- Categoría 2 > 24 V, es decir 115...240 V AC/DC

Y a su vez:

- Variante **con pantalla**: 8 entradas y 4 salidas.
- Variante **sin pantalla** ("LOGO! Pure"): 8 entradas y 4 salidas.

Cada variante está integrada en 4 unidades de división (TE), dispone de una interfaz de ampliación y le facilita 36 funciones básicas y especiales preprogramadas para la elaboración de su programa.

1.3.3.2 Módulos de Expansión

Esta es una lista de los principales módulos de expansión compatibles con Logo!:

- LOGO! módulos digitales DM8... para 12 V DC, 24 V AC/DC y 115...240 V AC/DC con 4 entradas y 4 salidas.
- LOGO! módulos digitales DM16... para 24 V DC y 115...240 V AC/DC con 8 entradas y 8 salidas.
- LOGO! módulos analógicos para 24 V DC y en parte para 12 V DC, con 2 entradas analógicas o con 2 entradas Pt100 ó con 2 salidas analógicas.
- Los módulos digitales y analógicos están integrados en 2 ó 4 TE y disponen de dos interfaces de ampliación respectivamente, de modo que se puede conectar otro módulo a cada uno de ellos.

1.3.3.3 Reconocer al Logo! Por su Nomenclatura

La identificación de LOGO! proporciona información acerca de las diversas propiedades:

- 12/24: versión de 12/24 V
- 230: versión 115...240 V
- R: salidas de relé (sin R: salidas de transistor)
- C: Temporizador semanal integrado

1.3.3.5 Funciones de Programación del Logo!

CONSTANTES (Co)

DIGITAL

I	ENTRADA
C	TECLA DE CURSOR
S	BIT DE REGISTRO DE DESPLAZAMIENTO
lo	ESTADO 0 (BAJO)
hi	ESTADO 1 (ALTO)
Q	SALIDA
X	BORNE ABIERTO
M	MARCA

ANALÓGICOS

AI	ENTRADA ANALÓGICA
AQ	SALIDA ANALÓGICA
AM	MARCA ANALÓGICA

FUNCIONES GENERALES (GF)

FUNCIONES BÁSICAS

&	AND
&↑	AND (FLANCO)
&•	NAND
&↓•	NAND (FLANCO)
≥1	OR
≥1•	NOR
=1	XOR
1•	NOT

Cuadro 1.4 FUNCIONES GENERALES DE PROGRAMACIÓN DE LOGO!

FUNCIONES ESPECIALES (SF)

TEMPORIZADORES

	RETARDO A LA CONEXIÓN
	RETARDO A LA DESCONEXIÓN
	RETARDO CONEXIÓN/DESCONEXIÓN
	RETARDO CONEXIÓN MEMORIZADO
	RELÉ DE BARRIDO (SALIDA DE IMPULSOS)
	RELÉ DE BARRIDO DISPARADO POR FLANCOS
	TEMPORIZADOR ANUAL
	GENERADOR DE IMPULSOS ASÍNCRONO
	GENERADOR ALEATORIO
	INTERRUPTOR DE ALUMBRADO PARA ESCALERA
	INTERRUPTOR CONFORTABLE
	TEMPORIZADOR SEMANAL

CONTADORES

	CONTADOR AVANCE/RETROCESO
	CONTADOR HORAS FUNCIONAMIENTO
	SELECTOR DE UMBRAL

ANALÓGICOS

	COMPARADOR ANALÓGICO
	CONMUTADOR ANALÓGICO DE VALOR DE UMBRAL
	AMPLIFICADOR ANALÓGICO
	VIGILANCIA DEL VALOR ANALÓGICO
	TRIGGER ANALÓGICO
	MUX ANALÓGICO
	RAMPA
	REGULADOR PI

Cuadro 1.5 FUNCIONES ESPECIALES DE PROGRAMACIÓN DE LOGO!

OTROS

 RELÉ AUTOENCLAVADOR

 INTERRUPTOR DE SOFTWARE

 RELÉ DE IMPULSOS

 REGISTRO DE DESPLAZAMIENTO

 TEXTO DE AVISO

Cuadro 1.6 OTRAS FUNCIONES DE PROGRAMACIÓN DE LOGO!

Estas son las funciones de Logo! que pueden ser utilizadas para desarrollar un programa, cada una de sus características respectivas se encuentran a detalle en el manual de Logo!, o usted puede acceder a esta información a través del mismo programa en la opción de ayuda.

1.3.3.6 Tipos de Programación del Logo! Soft Confort

Logo! Soft Confort proporciona dos lenguajes para configurar sus programas, estos son LD (Ladder Diagram) o FBD (Function Block Diagram). En el Logo!Soft Confort, estos son llamados Esquema de Contactos (KOP) y Diagrama de Funciones (FUP) respectivamente.

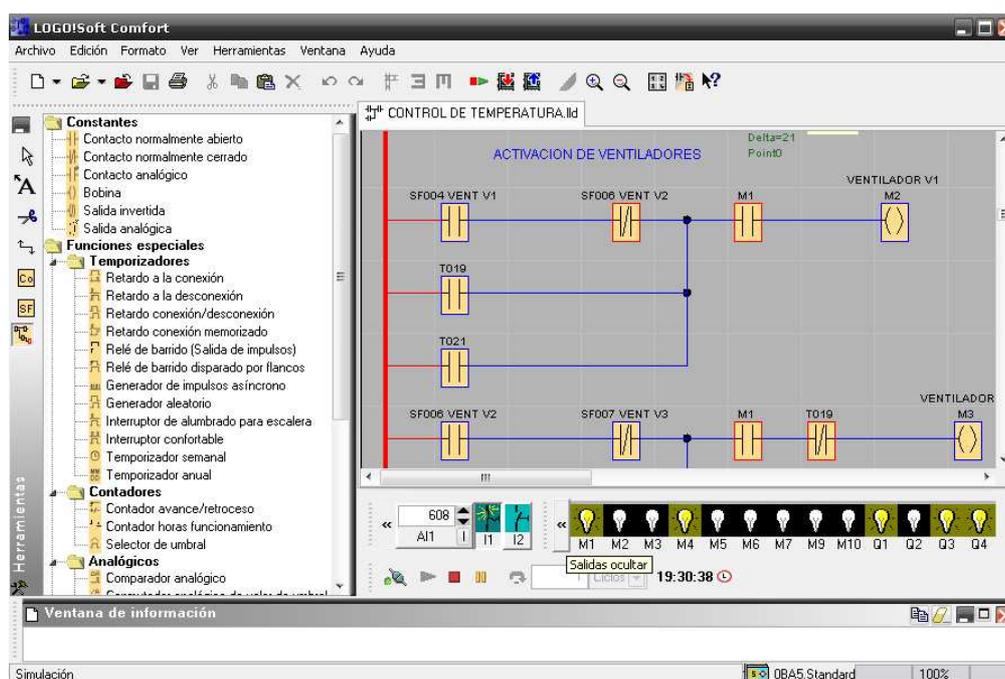


Gráfico 1.21 PROGRAMACIÓN LADDER (ESQUEMA DE CONTACTOS)

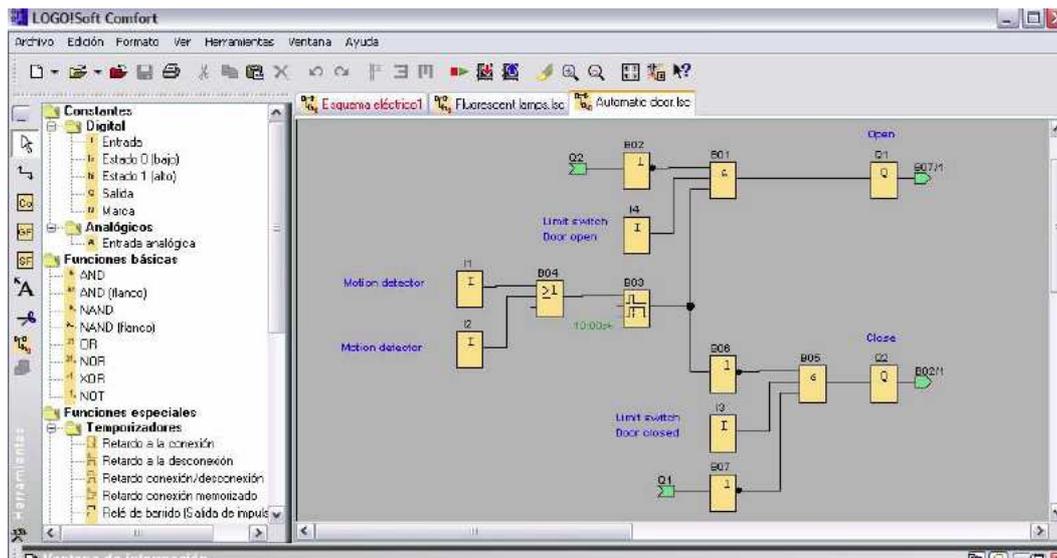


Gráfico 1.22 PROGRAMACIÓN FBD (DIAGRAMA DE FUNCIONES)

En la ayuda en pantalla que ofrece el programa básicamente es del editor FUT, ya que el manejo del editor KOP es prácticamente idéntico. Cuando existen diferencias entre ambos editores, éstas se describen por separado.

1.3.3.7 Pasos para crear un Programa

1. Abra una nueva ventana
2. Seleccione los bloques que necesite
3. Coloque los bloques
4. Configure y comente los bloques
5. Conecte los bloques
6. Simule el programa
7. Guarde el programa

1.3.3.7.1 Conexión de los bloques Reglas

Para la conexión de los bloques rigen las siguientes reglas:

- Una salida puede estar conectada a varias entradas
- Una entrada no puede estar conectada a varias salidas
- Una entrada y una salida no se pueden conectar entre sí en la misma ruta de programa. Si es necesario intercale una marca o una salida.
- En las funciones especiales existen también “conexiones” verdes. En realidad no son conexiones, sino que sirven para asignar los parámetros configurados.
- Las E/S analógicas no se pueden conectar con E/S digitales.

1.4 MOTOR MONOFÁSICO²⁷

Los motores monofásicos, como su propio nombre indica son motores con un solo devanado en el estator, que es el devanado inductor. Prácticamente todas las realizaciones de este tipo de motores son con el rotor en jaula de ardilla. Suelen tener potencias menores de 1KW, aunque hay notables excepciones como los motores de los aires acondicionados con potencias superiores a 10KW.

Se utilizan fundamentalmente en electrodomésticos, bombas y ventiladores de pequeña potencia, pequeñas máquinas-herramientas, en los mencionados equipos de aire acondicionado, etc. Se pueden alimentar entre una fase y el neutro o entre dos fases. No presentan los problemas de excesiva corriente de arranque como en el caso de los motores trifásicos de gran potencia, debido a su pequeña potencia, por tanto todos ellos utilizan el arranque directo.

1.4.1 EL MOTOR DE POLOS DE SOMBRA

Este motor cuenta con un único devanado estático monofásico y con al menos dos anillos o espiras de sombra ubicados en ranuras opuestas con que cuenta la masa polar estática (gráfico 1.23). El rotor que utiliza este motor es uno del tipo jaula de ardilla tradicional. En este motor no se usan capacitores, ni devanados de arranque ni colectores especiales. Pese a que este motor cuenta con un único devanado estático, se considera autoarrancable por contar con sendos anillos cortocircuitados, que sirven para proporcionar la fase auxiliar del flujo de excitación principal, retrasando la variación del flujo en el segmento polar por desplazamiento espacial y temporal y basado en el principio de inducción de Faraday - Lenz. El flujo en el polo sombreado está siempre retrasado en el espacio y en el tiempo con respecto al flujo en la sección principal del polo, de tal forma que a lo largo de la cara polar que está frente al rotor, se da realmente un flujo variable que generará un movimiento de arrastre por inducción sobre el rotor y por ende, se producirá un par de rotación que al menos, logre romper el sistema inercial del motor. La corriente inducida en la bobina de sombra atrasa al cambio

²⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_corriente_alterna

de flujo entrelazado en esta bobina y por lo tanto, el flujo es máximo en la porción sombreada del polo más tarde que en la porción no sombreada.

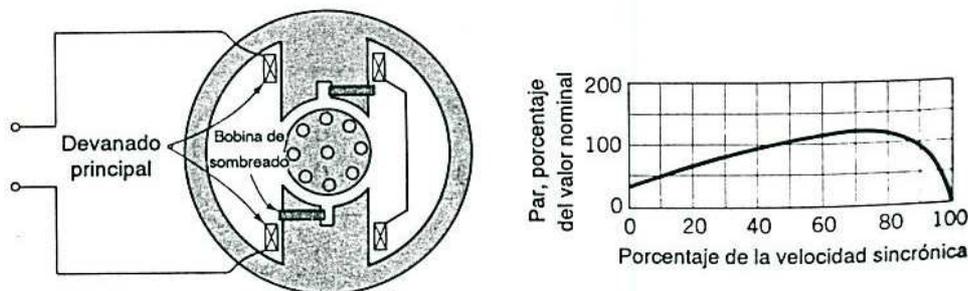


Gráfico 1.23 ESQUEMA DEL MOTOR POLO DE SOMBRA

En este caso la velocidad sólo puede variarse al variar la relación voltios/vuelta aplicados. Para un voltaje aplicado se tiene que a mayor número de espiras, menor será el flujo total y menor será la velocidad. Este motor es muy robusto, de pequeño tamaño físico, precisa poco mantenimiento, es de bajo rendimiento y debe usarse para accionar mecanismos de muy ligera inercia. Si se desea poder invertir el sentido de giro (este motor sólo es inversible), deben introducirse dos juegos de anillos en ejes perpendiculares). Este motor es poco eficiente pero muy barato, se fabrican hasta 1/20 Hp y por eso es usado para accionar ventiladores.

1.4.2 ROTOR JAULA DE ARDILLA

Un rotor de jaula de ardilla es la parte que gira usada comúnmente en un motor de inducción de corriente alterna. Un motor eléctrico con un rotor de jaula de ardilla también se llama "motor de jaula de ardilla". En su forma instalada, es un cilindro montado en un eje. Internamente contiene barras conductoras longitudinales de aluminio o de cobre con surcos y conectados juntos en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula.

La base del rotor se construye de un apilado hierro de laminación. El gráfico 1.24 muestra solamente tres capas de apilado pero se pueden utilizar muchas más.

Los devanados inductores en el estator de un motor de inducción instan al campo magnético a rotar alrededor del rotor. El movimiento relativo entre este campo y la

rotación del rotor induce corriente eléctrica, un flujo en las barras conductoras. Alternadamente estas corrientes que fluyen longitudinalmente en los conductores reaccionan con el campo magnético del motor produciendo una fuerza que actúa tangente al rotor, dando por resultado un esfuerzo de torsión para dar vuelta al eje. En efecto el rotor se lleva alrededor el campo magnético pero en un índice levemente más lento de la rotación. La diferencia en velocidad se llama "deslizamiento" y aumenta con la carga.

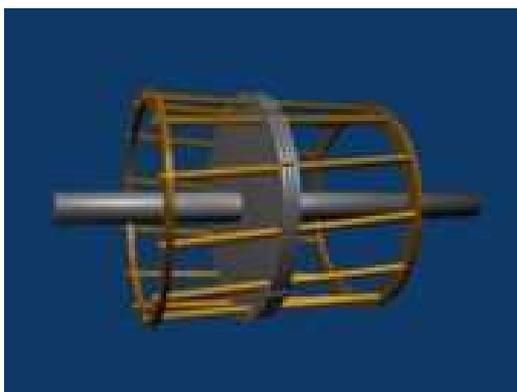


Gráfico 1.24 ROTOR JAULA DE ARDILA

A menudo, los conductores se inclinan levemente a lo largo de la longitud del rotor para reducir ruido y para reducir las fluctuaciones del esfuerzo de torsión que pudieron resultar, a algunas velocidades, y debido a las interacciones con las barras del estator. El número de barras en la jaula de la ardilla se determina según las corrientes inducidas en las bobinas del estator y por lo tanto según la corriente a través de ellas. Las construcciones que ofrecen menos problemas de regeneración emplean números primos de barras.

El núcleo de hierro sirve para llevar el campo magnético a través del motor. En estructura y material se diseña para reducir al mínimo las pérdidas. Las láminas finas, separadas por el aislamiento de barniz, reducen las corrientes parásitas.

El mismo diseño básico se utiliza para los motores monofásicos y trifásicos sobre una amplia gama de tamaños. Los rotores para trifásica tienen variaciones en la profundidad y la forma de barras para satisfacer los requerimientos del diseño.

1.4.3 CONTROL DE VELOCIDAD

Existen algunos métodos para controlar la velocidad de motores monofásicos como por ejemplo variar la frecuencia, cambiar el número de polos y cambio del voltaje de línea ya sea por conmutación manual o automática.

En los motores de polos sombreados el devanado del estator se usa como un autotransformador de varias derivaciones. Cuando se aplica el voltaje pleno de línea a través de todo el devanado principal entonces el motor trabaja normalmente. En lugar de ello si el voltaje de línea se aplica solo a la mitad del devanado, entonces por la acción del autotransformador se inducirá un voltaje idéntico en la mitad superior del devanado y el voltaje total en el devanado será dos veces el voltaje de línea aplicado. Por consiguiente, entre más pequeña sea la fracción de la bobina total a la que se aplique voltaje de línea, mayor será el voltaje a través de la bobina completa, y mayor será la velocidad del motor para una carga dada.²⁸

Por lo tanto, para una carga determinada se produce más par y menor deslizamiento con una mayor relación de voltios por espira. La velocidad, es por tanto mayor cuando se emplea el menor número de espiras para una tensión determinada aplicada al estator. En el gráfico 1.25 cuando está abierto el contacto H y se cierran los contactos M ó L la velocidad del motor disminuye proporcionalmente con la disminución del par desarrollado. El devanado principal de tomas se bobina de tal forma que incluso la sección pequeña (de elevada velocidad) queda uniformemente distribuida alrededor del estator y el devanado se proyecta para soportar el voltaje nominal sin sobrecalentamiento.

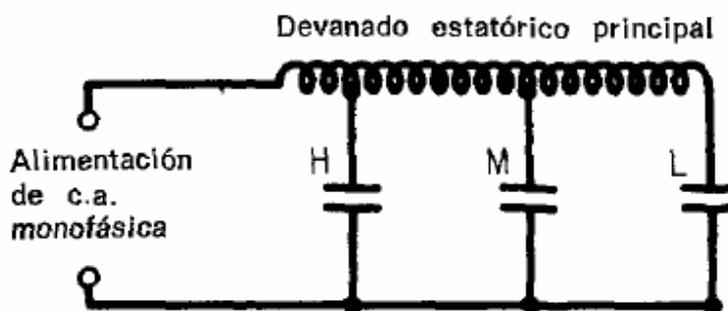


Gráfico 1.25 DEVANADO DE UN MOTOR PARA VARIAR LA VELOCIDAD

²⁸ Chapman, Stephen: "MAQUINAS ELÉCTRICAS"(McGraw Hill: Mexico, 1988), p. 592-595

1.5 CALEFACTOR ELÉCTRICO²⁹

Un calefactor eléctrico es un dispositivo que produce energía calórica a partir de la eléctrica. El tipo más difundido es el calefactor eléctrico "resistivo", donde la generación del calor se debe al Efecto *Joule*.

Dada la difusión de la energía eléctrica en nuestro actual mundo, el calefactor eléctrico es, en general y en muchísimos países, un aparato para obtener calor de una forma cómoda, rápida, limpia, compacta, económica y hasta elegante.

Entre las aplicaciones más conocidas del efecto *Joule* se tienen los elementos de las estufas para calentar el ambiente, los filamentos de los secadores para el pelo, las resistencias de las planchas para la ropa, las hornillas de las cocinas, las resistencias de tostadores y hornos industriales, los calentadores en los hervidores de agua, los alambres para evitar el congelamiento en refrigeradores y el empañamiento en vidrios de las ventanas traseras de automóviles, los calefactores en peceras e invernaderos, y muchísimas aplicaciones más.

1.5.1 FUNCIONAMIENTO

Los materiales conductores (metales y aleaciones) no son "conductores perfectos", sino que tienen una *resistividad eléctrica* al paso de la corriente eléctrica. La resistividad es una desventaja cuando se requiere transportar energía eléctrica, pero es deseable cuando se busca generar calor.

La explicación microscópica es que al haber un voltaje en los extremos de un hilo conductor, hay un campo eléctrico en el interior del material. Este campo acelera las cargas libres del material, hasta que éstas chocan (frenándose) con alguno de los iones fijos en la red cristalina que forman al conductor. En esos choques, las cargas ceden su energía cinética a los iones de la red, lo que corresponde a una disipación de calor desde el material al medio que le rodea.

²⁹ <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=20>

Este efecto fue definido de la siguiente manera: "La cantidad de energía calorífica producida por una corriente eléctrica, depende directamente del cuadrado de la intensidad de la corriente, del tiempo que ésta circula por el conductor y de la resistencia que opone el mismo al paso de la corriente". Matemáticamente se expresa como:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Donde:

Q = energía calorífica producida por la corriente

I = intensidad de la corriente que circula y se mide en amperios

R = resistencia eléctrica del conductor y se mide en ohmios

t = tiempo el cual se mide en segundos

Así, la potencia disipada por efecto Joule será:

$$P = I^2 \cdot R = \frac{V^2}{R}$$

Donde *V* es la diferencia de potencial entre los extremos del conductor.

A mayor temperatura hay mayor agitación en los iones de la red. Esto hace que sea mayor el espacio donde se mueven, y entonces, mayor la frecuencia de los choques de las cargas con los iones. Por lo tanto, la resistividad en los conductores metálicos aumenta con la temperatura. El valor de esta resistividad depende del tipo de átomos del metal, a sus enlaces, a la cantidad y tipo de impurezas, y a otros defectos como los debidos a deformación mecánica durante la fabricación y el conformado del conductor.

Para evitar que se funda el conductor, hay que transferir el calor generado por efecto *Joule*. Para mejorar esa transmisión térmica, en general los calefactores tienen mayor área o superficie de contacto con el medio que les rodea. Dependiendo de la aplicación, el calor se transfiere en una o más de las 3 formas posibles:

- **Por conducción** (hervidores, planchas, desempañadores, etc.)
- **Por convección** (secadores de pelo, calentadores de aire, etc.)

- **Por radiación** (tostadores, estufas de cuarzo, etc.)

El calor que llega del calefactor interno a la persona a través del calentamiento del aire es una transferencia de calor es por *convección forzada*, ya que el aire que transporta el calor del calefactor, es forzado a circular por un ventilador.



Gráfico 1.26 CALEFACTOR ELÉCTRICO

1.5.2 CONTROL DE TEMPERATURA

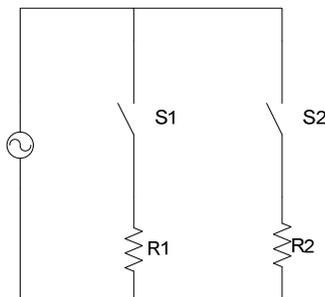


Gráfico 1.27 CIRCUITO CALEFACTOR ELÉCTRICO

En el gráfico 1.27 se aprecia el circuito básico de un calefactor eléctrico compuesto por dos niquelinas conectadas en paralelo.

El circuito consta de dos posiciones, si se cierra el contacto S1 el calefactor trabajará en su potencia más baja. Si se cierra los dos contactos (S1 y S2) el calefactor trabajara a la mayor potencia ya que las dos niquelinas estarán trabajando.

CAPÍTULO 2. PROGRAMACIÓN

2.1 DIAGRAMA DE FLUJO

El gráfico 2.1 corresponde al diagrama de flujo con el cual se da explicación de una forma general de cómo se va a solucionar el problema de poder controlar automáticamente la temperatura de una habitación.

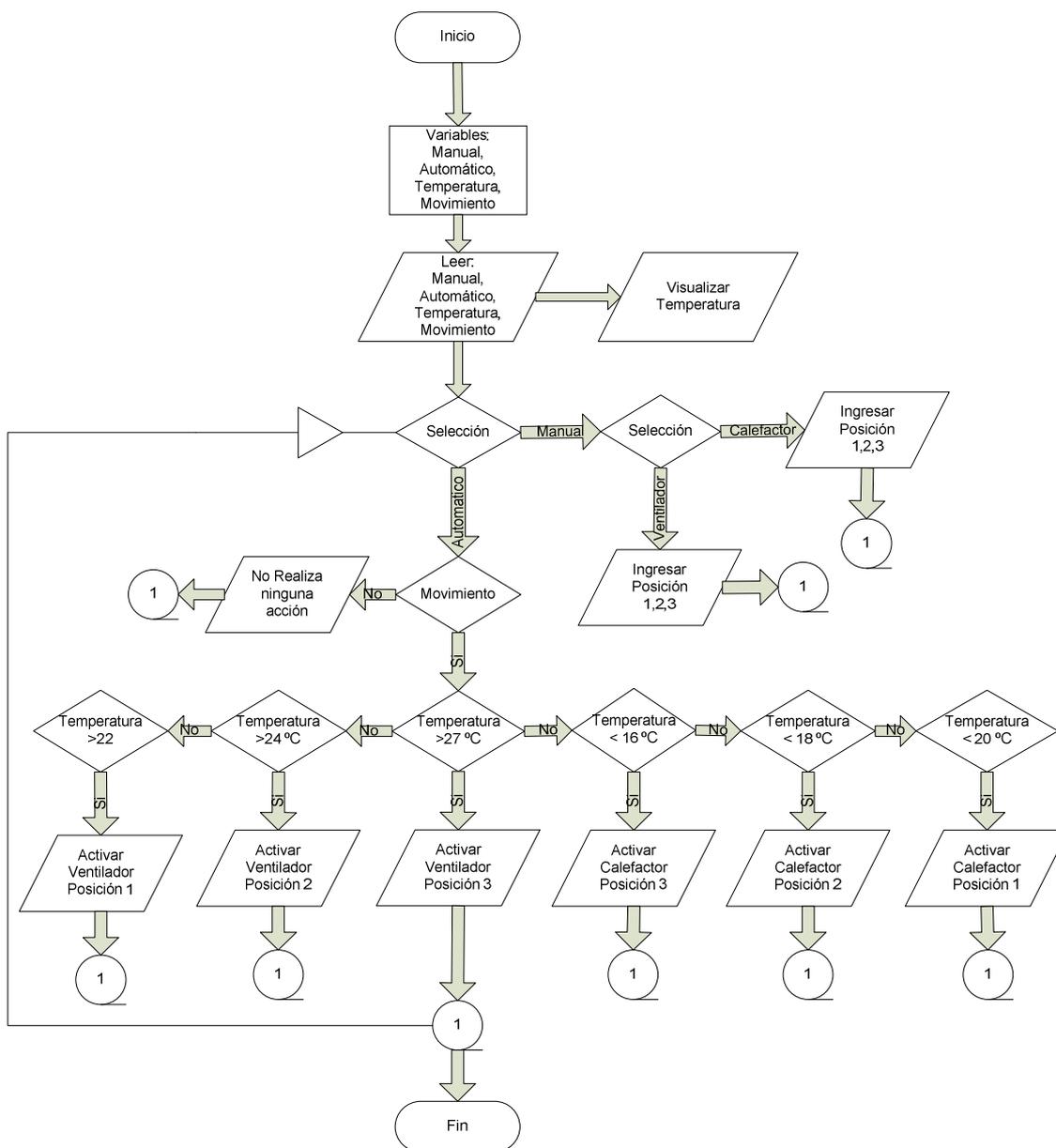


Gráfico 2.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA CONTROL DE
TEMPERATURA

2.2 PROGRAMACIÓN DEL PLC LOGO!

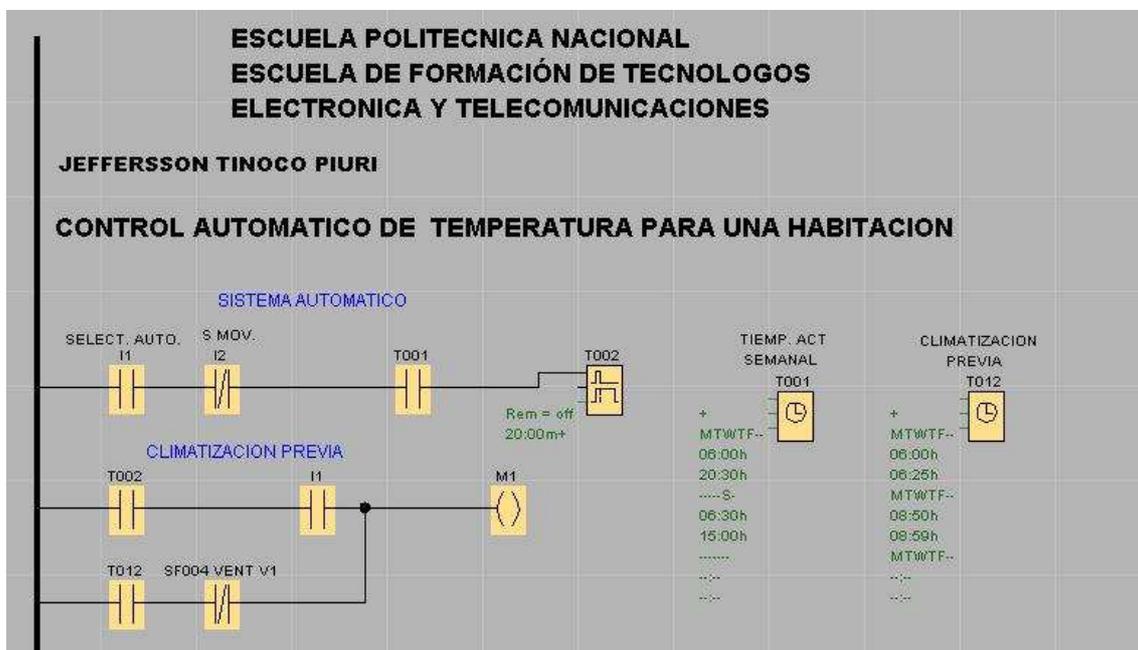
2.2.1 ESCOGER EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

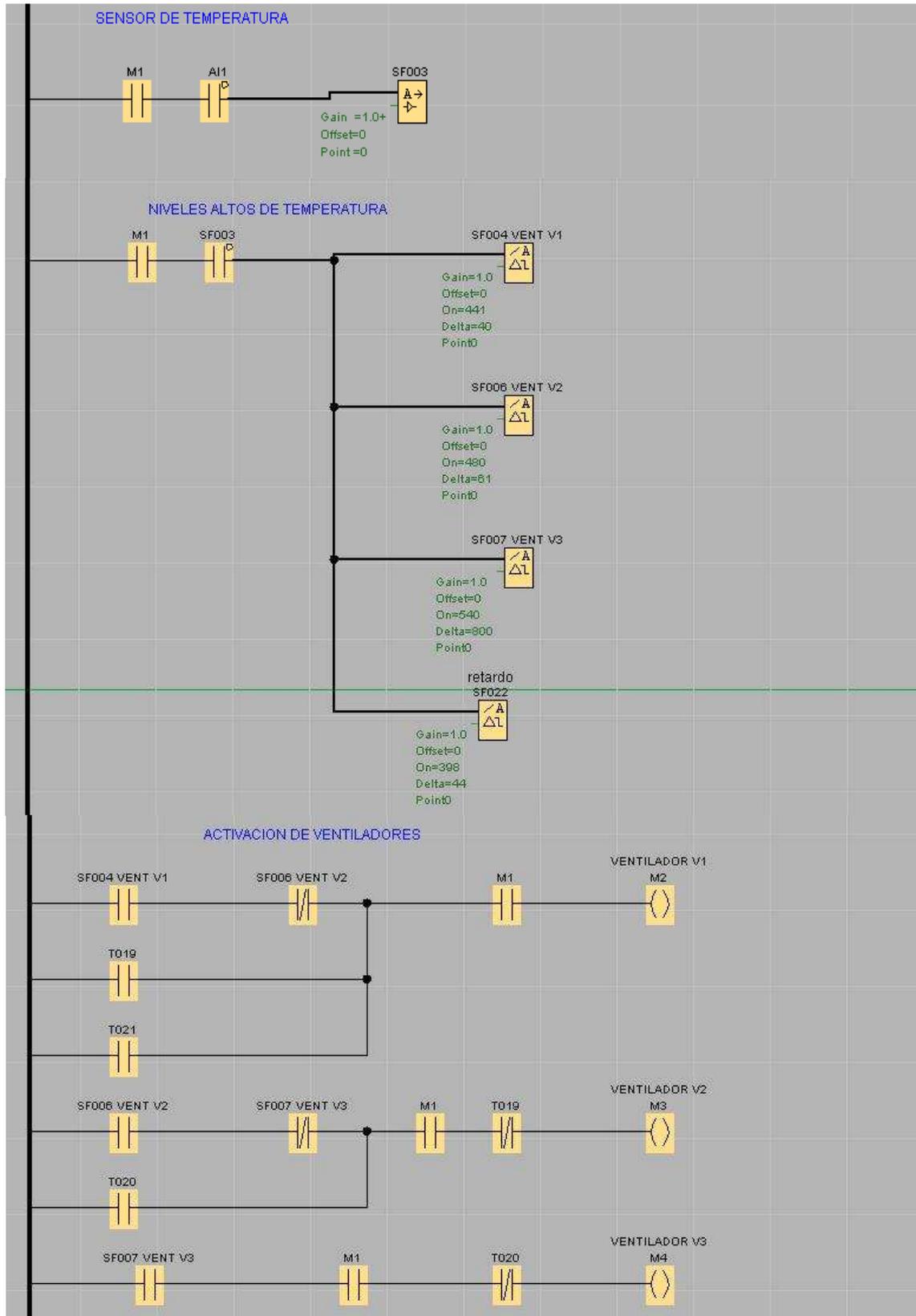
Como ya se menciona en el capítulo anterior existen varios lenguajes para la programación de un PLC. De los cuales dos (Escalera y Diagrama de funciones) están presentes en el software LOGO!Soft Confort que es la aplicación para la programación del PLC LOGO.

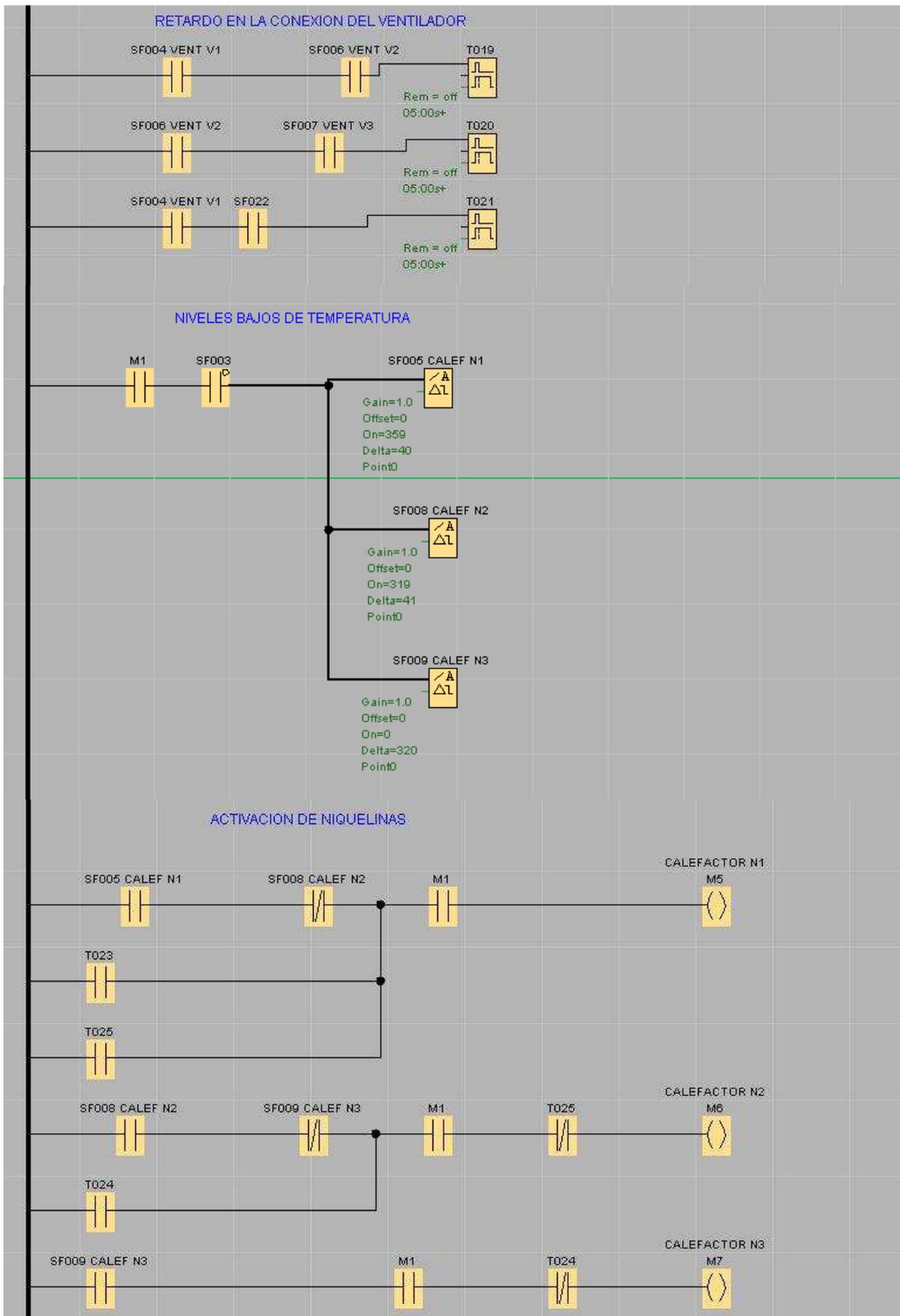
Para la programación se escogió el lenguaje de escalera ya que es un lenguaje más simple y de fácil comprensión para una persona con conocimientos básicos de lectura de circuitos eléctricos.

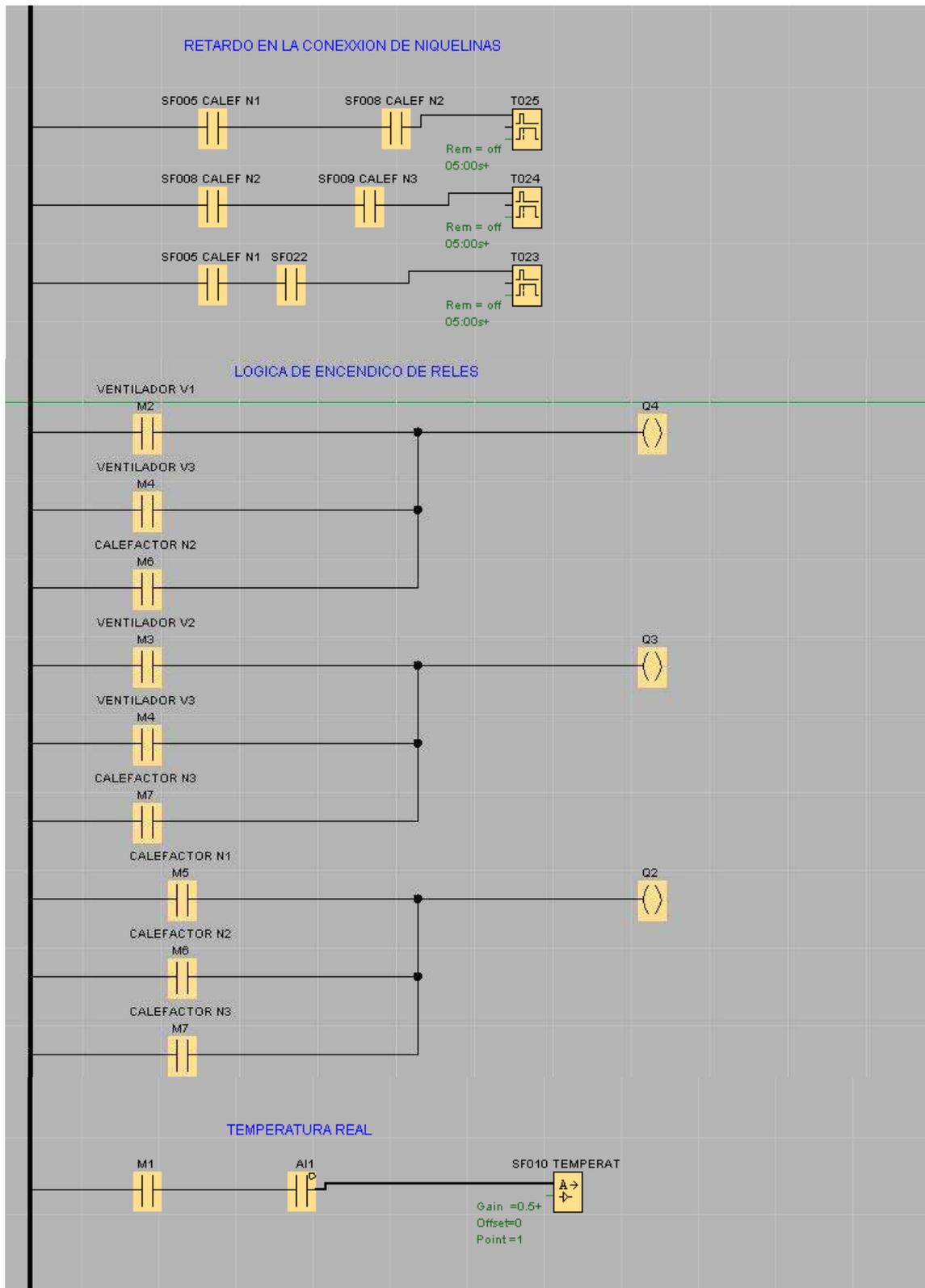
Además gracias al interfaz visual que tiene se puede dividir al programa en pequeños módulos que son de más fácil entendimiento.

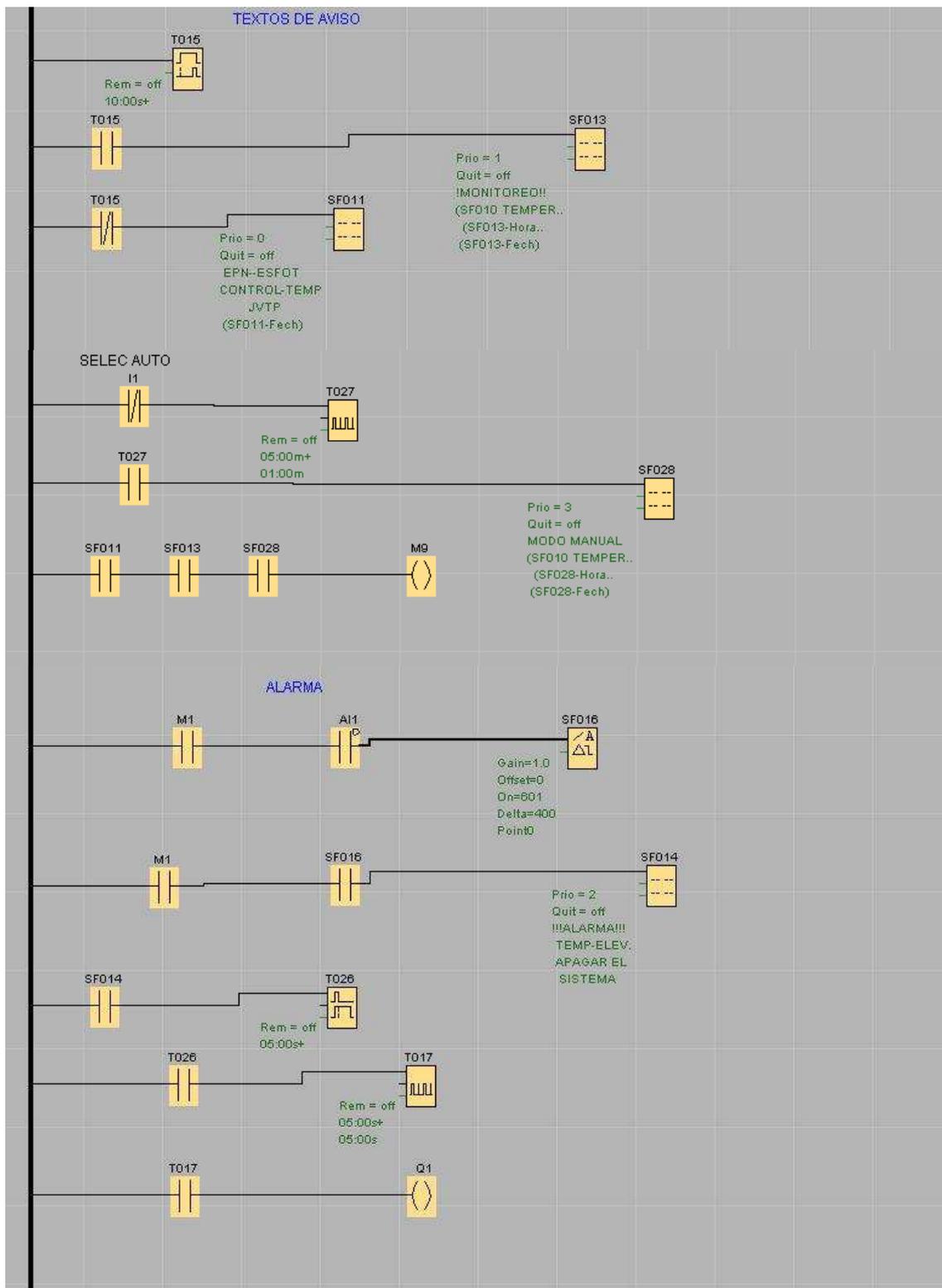
2.2.2 PROGRAMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE LA TEMPERATURA











2.2.2.1 Explicación del Programa

Como se ve el programa está separado en módulos por lo que para la explicación y mayor comprensión se va a hacer mención de cada uno de estos módulos en el orden en que aparecen en el programa.

2.2.2.1.1 Sistema Automático

Este pequeño módulo es en si el que arranca el sistema automáticamente. Consta de dos contactos normalmente abiertos que son las entradas I1 e I2 del PLC, un contacto interno y dos temporizadores semanales.

La presencia de voltaje en I1 indica que se ha seleccionado el modo automático por lo que el contacto se cierra. La ausencia de voltaje en I2 y por consiguiente el abrimiento del contacto I2 indica que hay movimiento en la habitación, ya que esta entrada está conectada a un sensor de movimiento de contactos normalmente cerrados. Hay un tercer contacto el T001 que es un contacto interno que se cierra según el seteo del temporizador T001. El cierre de estos contactos permite la activación del temporizador T002 que será utilizado en el siguiente módulo.

El temporizador semanal T001 garantiza que el sistema trabaje de lunes a viernes de 06:00 a 20:30 horas y los sábados de 06:30 a 15:00 horas. El temporizador semanal T0012 sirve para garantizar un periodo de climatización por las mañanas haciendo que el calefactor se encienda en dos periodos específicos de tiempo así el sensor de movimiento no reporte movimiento.

2.2.2.1.2 Climatización Previa

En este módulo aparece el contacto abierto T002 que pertenece al temporizador T002 del módulo anterior, el cual retarda el apagado del sistema por 20 minutos después de haber recibido la última lectura de movimiento del sensor de movimiento. Además de que este cerrado el contacto T002 también debe estar cerrado el contacto de I1 con esto logramos la activación de una marca M1 que controlará contactos M1 en los diferentes módulos permitiendo así su funcionamiento.

La marca M1 también se activa para la climatización previa, esto cuando el temporizador T012 manda a cerrar su contacto T012 y el ventilador no está funcionando.

2.2.2.1.3 Sensor de Temperatura

En este módulo se hace la adquisición de los datos del sensor de temperatura. Para esto debe estar activada la marca M1 y se debe seleccionar un contacto analógico que corresponda a la entrada donde se conecta el sensor en este caso es AI1. Después de que se hace la adquisición en AI1 se amplifica la señal con SF003 donde se le da una ganancia de 100 para poder hacer un control más fino de la variable que vamos a controlar.

Cabe recordar que el sensor LM35 tiene una salida lineal en milivoltios esta señal fue amplificada 20 veces para que el PLC la pueda leer, por ejemplo para un valor de 25°C en la entrada analógica del PLC tendremos 5 voltios a este valor se lo multiplica por 100 (amplificación interna que se le da en SF003) entonces tendremos un valor de 500 al interior del PLC el cual corresponderá a los 25°C que está leyendo el sensor.

Con estos parámetros se podrá controlar todo valor el rango de temperatura comprendido entre 0 y 50°C. Esto se debe a que las entradas analógicas del PLC soportan valores que van de 0 a 10 voltios. Esto se explicará de mejor manera en el literal 3.1.

Para valores menores que 0°C el PLC tomará estos valores de temperatura como si fueran cero, de igual manera para valores mayores de 50°C el PLC tomará estos valores como si fuera 50°C

2.2.2.1.4 Niveles altos de Temperatura

Aquí lo que se hace es tomar la señal amplificada que nos da SF003 y enviarla a triggers analógicos que se dispararán a un valor específico de la temperatura y se desactivan cuando la temperatura pase a este valor más un delta específico, por

ejemplo SF004 activa sus contactos cuando la temperatura llega a 441 (22.1°C) y permanece activo hasta que la temperatura llegue a 481 o sea $441 + 40$ donde 40 corresponde al valor del delta establecido. En este lapso SF004 cerrará sus contactos y se activará el ventilador en su posición de velocidad más baja. Al sobrepasar el valor de 481 se activara el trigger SF005 y así sucesivamente hasta llegar a la temperatura más alta que será cuando se active el ventilador a su máxima velocidad.

2.2.2.1.5 Activación del Ventilador

Este módulo aparecen los contactos de los triggers analógicos del módulo anterior, el contacto SF004 se encarga de activar una marca M2 que simula la posición 1 del ventilador, SF006 se encarga de activar la marca M3 que simula la posición 2 del ventilador y finalmente SF007 activa la marca M4 que correspondería a la posición tres del ventilador.

SF004 y SF006 está en serie con contactos normalmente cerrados SF006 y SF007 respectivamente esto es para garantizar que se active una sola posición a la vez. Los contactos T019, T020 y T021 son parte del módulo siguiente y ahí se explicara su función.

2.2.2.1.6 Retardo en la Conexión del Ventilador

Este módulo se lo creó para dar un periodo de espera antes de que se active la siguiente posición del ventilador, es necesario ya que en el umbral de cambio de una posición por la variación de la temperatura se producía parpadeos en las marcas que representan las posiciones del ventilador esto desencadenaba en que en el ventilador se accionaban dos posiciones seguidas en menos de un segundo.

Ahora con los temporizadores se retarda esta conexión por 5 segundos por ejemplo T019 es un temporizador que se activa cuando los trigger analógicos SF004 y SF006 que corresponden a la posición 1 y 2 del ventilador cierran sus contactos esto ocurre en el umbral de cambio (supongamos que la temperatura

esta subiendo y se va a activar la posición 2 del ventilador), una vez activo T019 manda a cerrar sus contactos por 5 segundos retardando la conexión de la posición 2 del ventilador y prolongando 5 segundos la conexión de la posición 1.

2.2.2.1.7 Niveles bajos de Temperatura

Al igual que en el módulo de niveles altos de temperatura lo que se hace es tomar la señal amplificada que nos da SF003 y enviarla a triggers analógicos que se dispararan a un valor específico de la temperatura y se desactivan cuando la temperatura pase a este valor más un delta específico. El funcionamiento es idéntico lo único que varía son los valores de disparo ya que con estos triggers se va a controlar al calefactor. Los triggers son SF005, SF008 y SF009 con estos se puede controlar tres posiciones de un calefactor que son las más comunes, para este proyecto se dispone de un calefactor de dos posiciones pero esto no afecta la lógica del programa que cuando se lo necesite estará en la posibilidad de gobernar un calefactor de tres posiciones.

2.2.2.1.8 Activación de Niquelinas

De la misma manera que en el módulo de activación de ventilador este módulo corresponde a la activación de las diferentes posiciones del calefactor. Aparecen los contactos de los triggers analógicos del módulo anterior, el contacto SF005, SF008 y SF009 los cuales se encargan de activar las marcas M5, M6 y M7 que corresponden a las posiciones 1, 2 y 3 del calefactor.

SF005 y SF008 están en serie con contactos normalmente cerrados SF008 y SF009 respectivamente esto es para garantizar que se active una sola posición a la vez. Los contactos T023, T024 y T025 son parte del módulo siguiente que se encarga del retardo en la conexión.

2.2.2.1.9 Retardo en la Conexión de Niquelinas

La explicación del funcionamiento de este módulo es el mismo del retardo en la conexión del ventilador, pero aplicado para la activación de las posiciones del calefactor.

2.2.2.1.10 Lógica de Encendido de Relés

Como ya se ha dicho se va a controlar un ventilador de 3 posiciones y un calefactor de 2 posiciones con la posibilidad futura de controlar un calefactor de 3 posiciones o sea que se necesitaran 6 salidas de relés para controlar la carga. Pero el PLC LOGO! Solo posee 4 salidas por esto en el próximo capítulo se construirá una tarjeta de ampliación del número de salidas que debe responder a la lógica que muestra el cuadro 1.8 donde Q2, Q3 y Q4 son salidas del PLC.

Q2	Q3	Q4	V1	V2	V3	C1	C2	C3	Activación
0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	1	1	0	0	0	0	0	Ventilador posición1
0	1	0	0	1	0	0	0	0	Ventilador posición2
0	1	1	0	0	1	0	0	0	Ventilador posición3
1	0	0	0	0	0	1	0	0	Calefactor posición1
1	0	1	0	0	0	0	1	0	Calefactor posición2
1	1	0	0	0	0	0	0	1	Calefactor posición3
1	1	1	x	x	x	x	x	x	

Cuadro 1.8 LÓGICA PARA LA AMPLIACIÓN DEL NÚMERO DE SALIDAS

Para lograr que se activen las salidas Q2, Q3 y Q4 y que estas respondan a la lógica se va a recurrir a las marcas que se activaron en los módulos de activación de ventilador (M2, M3, M4) y niquelinas (M5, M6, M7).

Por ejemplo para activar el calefactor en la posición 2 necesitamos que estén activadas las salidas Q2 y Q4 que forman el código 101 (Q3 inactiva). La posición 2 del calefactor corresponde a la marca M6 entonces para activar Q2 y Q4 basta conectarlos a contactos M6 que se cierren cuando se active la marca M6.

Para completar la idea supongamos que la temperatura es de 26°C entonces se debe activar la marca M3 (ventilador en la posición 2) al cual le corresponde el código 010 que indica que tendría que estar activa la salida Q3, para activar la salida Q3 la conectamos en serie con un contacto M3.

2.2.2.1.11 Temperatura Real

En este módulo lo que se hace es atenuar la amplificación a la entrada analógica para de esta manera poder obtener la escala correcta de grados centígrados. Que posteriormente serán visualizados. Esto se logra dándole al amplificador SF010 una ganancia de 0.5 y un punto decimal.

2.2.2.1.12 Textos de Aviso

Esta parte del programa esta dedicada específicamente a permitir la visualización de la temperatura que está presente en el medio además de la hora y la fecha.

Cuando se inicia el sistema aparece un mensaje de bienvenida, de igual manera cuando se cambia al modo manual aparece un mensaje indicando este suceso.

2.2.2.1.13 Alarma

Como todo sistema de control debe tener una alarma este no podía ser la excepción. El módulo de la alarma está configurado de tal manera que si la temperatura es mayor a 30°C se activará la salida Q1 en donde estará conectado un dispositivo sonoro que se activará por un periodo de 10 segundos, con lapsos de encendido y apagado de 5 segundos cada uno. De igual forma se visualizará en el LCD del PLC un mensaje que indica una temperatura elevada.

También están incorporados temporizadores que retardan la desconexión de la alarma por 5 segundos para evitar el efecto de parpadeo en la temperatura de umbral de cambio.

2.2.3 SIMULACIÓN DEL PROGRAMA

El Software de LOGO! nos permite simular el programa que hemos desarrollado para poder detectar cualquier error en la programación. Basta con escoger el icono de simulación y poner a correr el programa como se ve en el gráfico 2.2 a continuación:

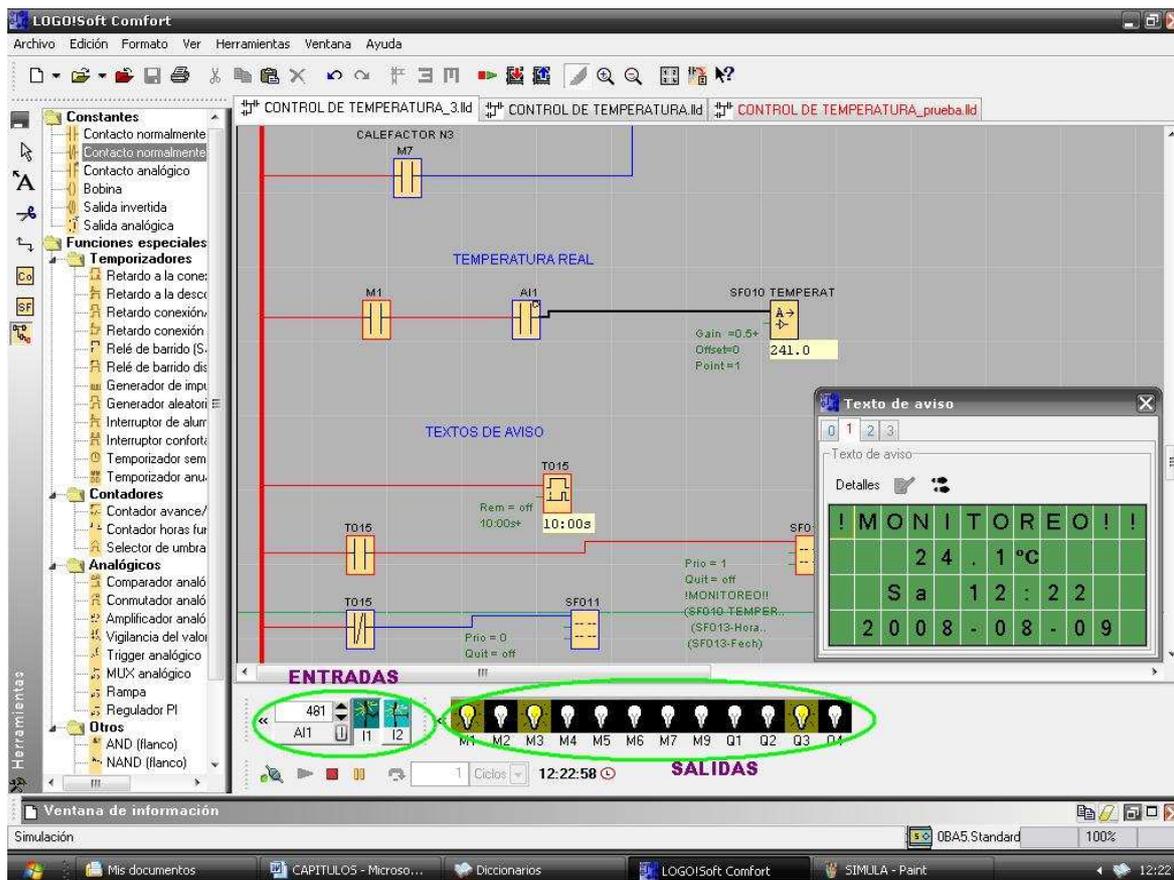


Gráfico 2.2 SIMULACIÓN DEL PROGRAMA

Como se observa en el gráfico en la parte inferior aparecen las entradas y las salidas que se configuró en el programa.

Se puede observar la entrada analógica AI1, el selector del modo de automático I1 y la entrada del sensor de movimiento I2, los estados de estas entradas pueden ser modificados para obtener una respuesta en las salidas y verificar el correcto funcionamiento del programa. También se puede observar los textos de aviso que aparecerán en el LCD del PLC.

2.2.4 CARGAR EL PROGRAMA AL PLC

Para cargar el programa del PC al PLC se necesita el cable de programación SIEMENS LOGO! PC-CABLE - 6ED1 057-1AA00-0BA0 el cual se muestra en el gráfico 2.3 que es cable de puerto serial en uno de sus extremos el cual va

conectado al PC el otro extremo va conectado al PLC como muestra el gráfico 2.4.



Gráfico 2.3 CABLE DE PROGRAMACION DE LOGO!

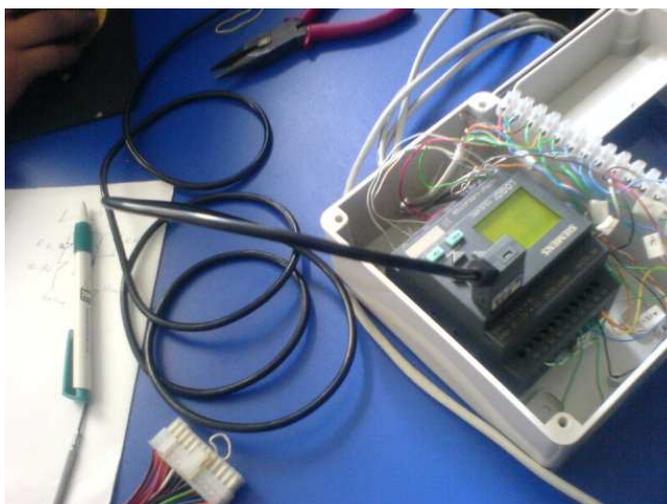


Gráfico 2.4 CONEXIÓN DEL CABLE DE PROGRAMACIÓN AL PLC

Una vez conectado el cable por sus dos extremos encendemos el PLC, lo encendemos y en la pantalla de programación seleccionamos la opción “PC to LOGO” como se muestra en el gráfico 2.5.

Luego de esto va a pedir que seleccionemos la interfaz de comunicación como se ve en el gráfico 2.5 aquí debemos seleccionar COM1 o determinar automáticamente.

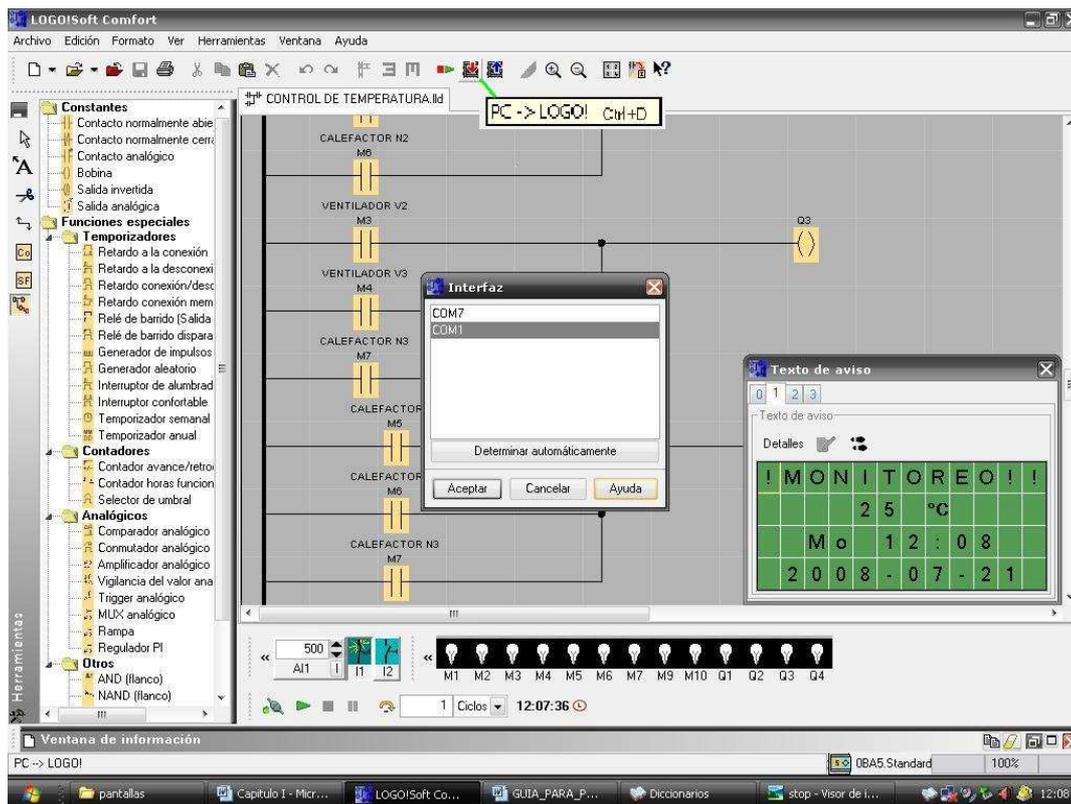


Gráfico 2.5 SELECCIÓN DE INTERFAZ

Configurado el interfaz de comunicación automáticamente se va a transferir los datos del PC al PLC como muestra el gráfico 2.6

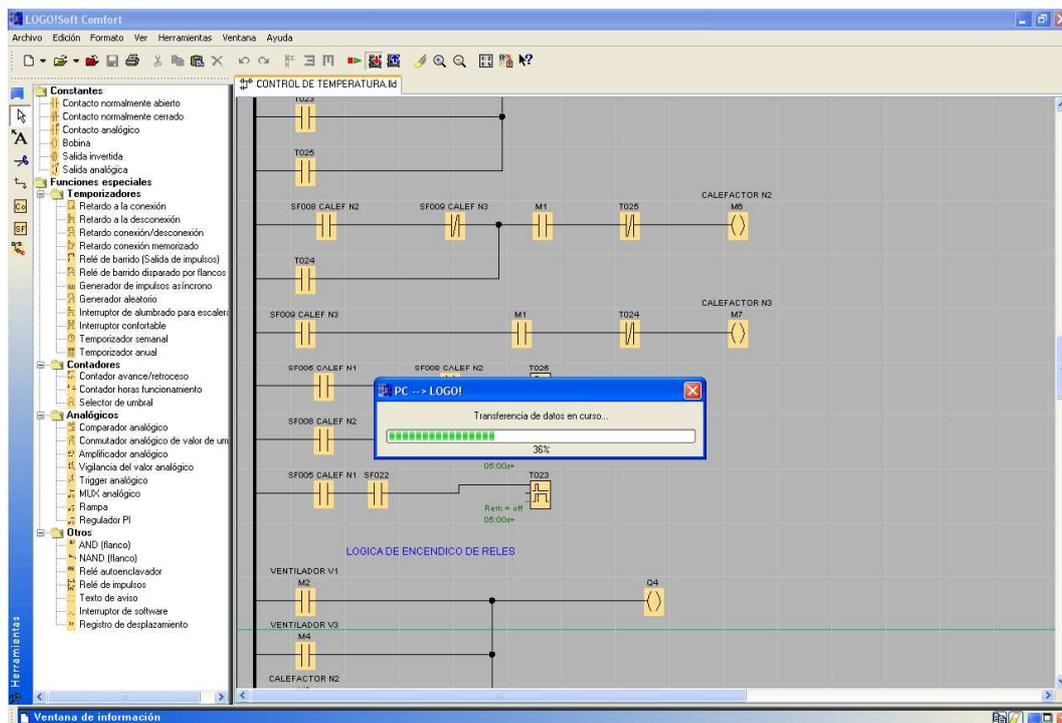


Gráfico 2.6 TRANSFERENCIA PC-LOGO

Una vez cargado el programa nos aparece un mensaje como el que muestra el gráfico 2.7 el cual no pregunta si deseamos correr el programa desde el PLC indicando que la transferencia ha sido correcta.

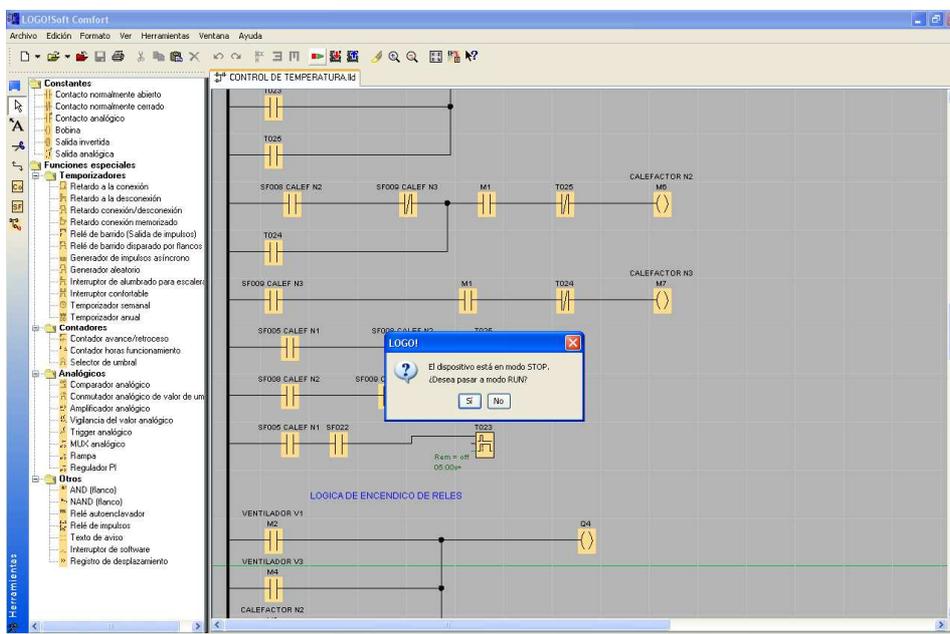


Gráfico 2.7 MENSAJE DE TRANSFERENCIA CORRECTA

CAPÍTULO 3.

CONSTRUCCIÓN

3.1 MÓDULO DE AMPLIFICACIÓN Y ACOPLAMIENTO

3.1.1 JUSTIFICACIÓN DEL MÓDULO

Este módulo se justifica primeramente en la pobre salida de voltaje que tiene el sensor de temperatura LM35 que es en el orden de los 10mV/°C y estando su rango de trabajo de -55 a 150°C significa que en términos de voltaje iría de -0.55 a 1.5 voltios. Con este rango de apenas 2 voltios sería casi imposible de trabajar con lo que el control de temperatura sería erróneo.

Una segunda razón para el desarrollo de una tarjeta de amplificación radica en que el PLC trabaja solo con valores positivos en el rango de 0 a 10 voltios de tal forma que hay que darle al LM35 una ganancia para que cumpla con esta característica del PLC.

3.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO DE AMPLIFICACIÓN

Para determinar las características que debe cumplir veamos en el cuadro 3.1

TEMPERATURA (°C)	Voltaje de salida del LM35 (VOLTIOS)	Amplificación	
		10	20
-55	-0.55	-5.5	-110
0	0	0	0
1	0.01	0.1	0.2
10	0.10	1.0	2.0
20	0.20	2.0	4.0
25	0.25	2.5	5.0
50	0.5	5.0	10
100	1	10	20
150	1.5	15	30

Cuadro 3.1 DETERMINACIÓN DE LA AMPLIFICACIÓN

Donde se muestra varios valores de temperatura y su respectivo valor a la salida del LM35. A estos valores del LM35 se los ha multiplicado por diferentes ganancias una de 10 y otra de 20, pero aun no se puede decidir cual es la más conveniente.

Para determinar la ganancia más idónea hay que tomar en cuenta que el control de temperatura se lo va a realizar en una habitación (u oficina) y en una habitación la temperatura nunca estará fuera de un rango bastante exagerado de 0 a 50°C, rango de temperatura en el cual ha de trabajar el PLC.

Entonces con la consideración anterior y a sabiendas de que la entrada analógica del PLC tolera valores entre 0 y 10 voltios podemos observar en el cuadro 3.1 que la amplificación de 20 veces es la que se adapta a la realidad del problema.

3.1.3 CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE AMPLIFICACIÓN

3.1.3.1 Cálculos de los Componentes Electrónicos

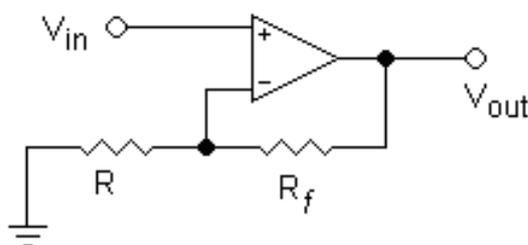


Gráfico 3.1 AMPLIFICADOR OPERACIONAL SIN INVERSION DE FASE

La fórmula para calcular la ganancia en un amplificador operacional sin inversión de fase es la siguiente:

$$\frac{v_o}{v_{in}} = 1 + \frac{R_f}{R}$$

Despejando tenemos que:

$$\frac{R_f}{R} = \frac{v_o}{v_{in}} - 1$$

Como $\frac{v_o}{v_{in}} = 20$ tenemos que:

$$\frac{R_f}{R} = 19$$

Si se asume $R = 1K\Omega$ entonces:

$$R_f = 19 K \Omega$$

Como no existen resistencias de $19 K\Omega$ la normalizamos a un potenciómetro de $20 K\Omega$. El potenciómetro nos dará la ventaja de poder calibrar al sensor. Con lo que tenemos el valor de las resistencias R y R_f que darán la ganancia de 20.

El amplificador operacional escogido es el TL084, que es un circuito integrado de buenas prestaciones y bajo consumo compuesto de 4 amplificadores, para mayores referencias el Datasheet de este integrado está disponible en el Anexo 3.

3.1.3.2 Circuito Lógico

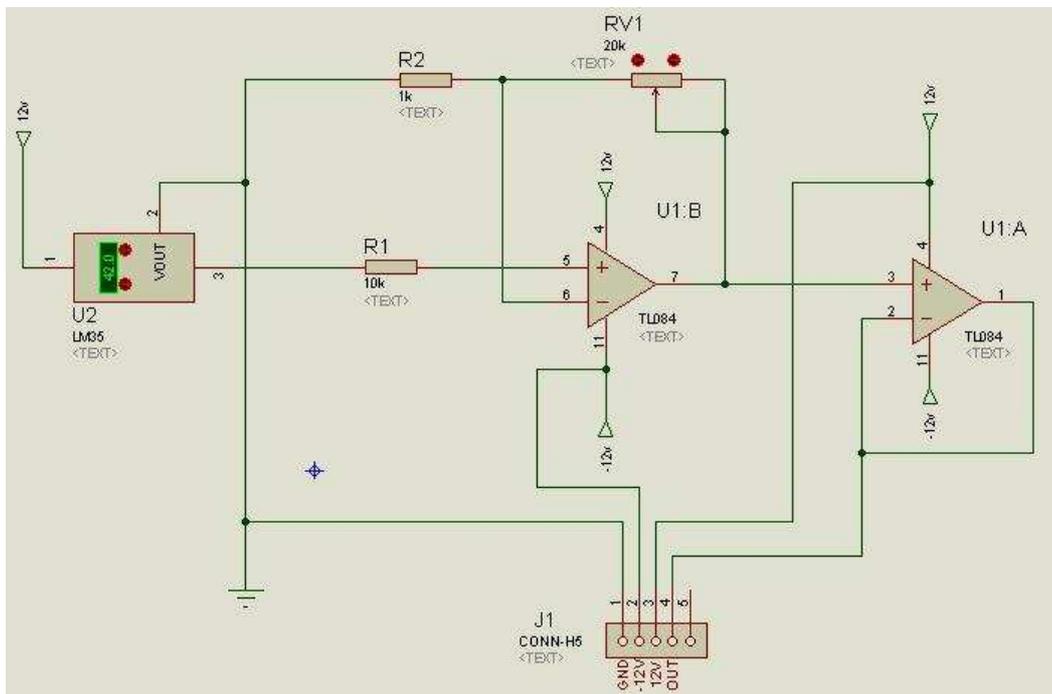


Gráfico 3.2 CIRCUITO LÓGICO DE AMPLIFICACIÓN Y ACOPLAMIENTO

En el gráfico 3.2 se puede observar el circuito lógico del módulo de amplificación, en la parte izquierda ya aparece el sensor LM35 conectado a través de una resistencia de protección de $10\text{K}\Omega$ a la entrada no inversora del amplificador operacional TL084.

Además del amplificador se incorporó un circuito de acoplamiento de impedancias. Como se ve en el gráfico 3.2 la salida del amplificador se conecta en el acoplador de impedancias. De la salida del acoplador de impedancias la señal está lista para ser leída por el PLC.

En la parte inferior del gráfico 3.2 aparece una bornera la cual facilitará la alimentación del modulo así como la conexión con las demás partes del sistema.

Para el funcionamiento correcto del circuito como se observa en el grafico 3.2 este debe ser alimentado con una fuente que entregue 12 y -12 voltios de corriente continua.

3.1.3.3 Circuito Impreso

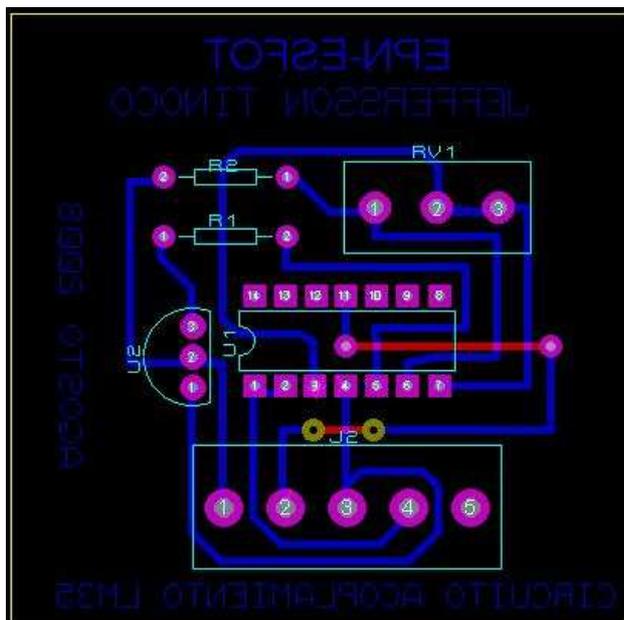


Gráfico 3.3 DISEÑO DE CIRCUITO IMPRESO DEL MÓDULO DE AMPLIFICACIÓN Y ACOPLAMIENTO DEL SENSOR LM35

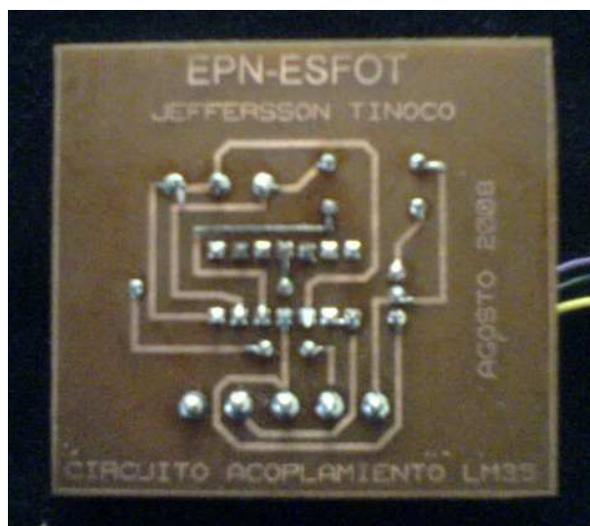


Gráfico 3.4 PLACA DEL MÓDULO DE AMPLIFICACIÓN Y ACOPLAMIENTO DEL SENSOR LM35

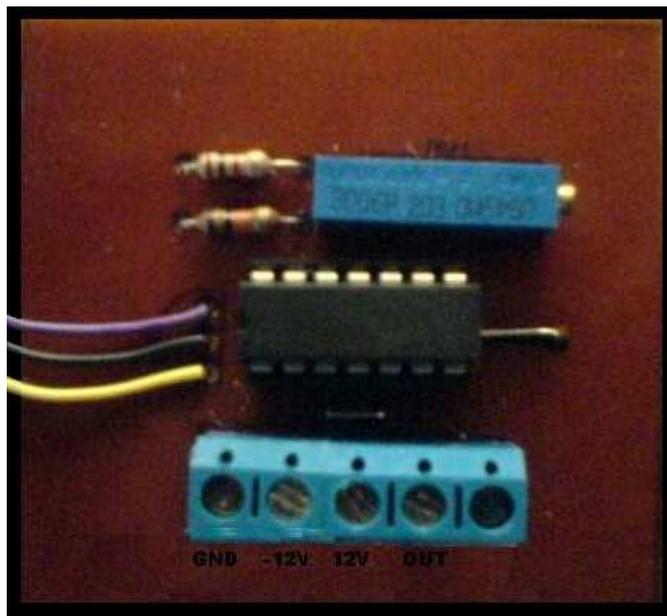


Gráfico 3.5 VISTA FRONTAL DE LA PLACA DEL MÓDULO DE AMPLIFICACIÓN Y ACOPLAMIENTO DEL SENSOR LM35

El circuito impreso se realizó siguiendo todas las técnicas conocidas. Para realizar el diseño del circuito impreso se utilizó el programa Proteus.

El resultado se puede ver en el gráfico 3.4 y 3.5 donde se puede observar el terminado de la placa.

3.2 TARJETA DE AMPLIACIÓN DEL NÚMERO DE SALIDAS DEL PLC

3.2.1 JUSTIFICACIÓN DE LA TARJETA

La tarjeta se justifica como ya se dijo en el literal 2.2.2.1.10 en que el PLC Logo! dispone de 4 salidas y el proyecto necesita 6, una solución sería adquirir un PLC con más salidas o un módulo de ampliación para el Logo!. Esta solución que es rápida tiene la desventaja de implicar un costo elevado. El costo de esta solución no se justifica para un sistema domiciliario que no requiere de grandes prestaciones.

Con la construcción de la tarjeta el costo de tener mayor número de salidas se ve reducido en casi un 80% si se toma como referencia el valor de adquirir un módulo de ampliación de Siemens.

3.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA TARJETA DE AMPLIACIÓN DEL NÚMERO DE SALIDAS

La principal característica que debe cumplir la tarjeta es que debe responder a la lógica del cuadro 3.2

Entradas			Salidas						Activación
Q ₂	Q ₃	Q ₄	V ₁	V ₂	V ₃	C ₁	C ₂	C ₃	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	1	1	0	0	0	0	0	Ventilador posición1
0	1	0	0	1	0	0	0	0	Ventilador posición2
0	1	1	0	0	1	0	0	0	Ventilador posición3
1	0	0	0	0	0	1	0	0	Calefactor posición1
1	0	1	0	0	0	0	1	0	Calefactor posición2
1	1	0	0	0	0	0	0	1	Calefactor posición3
1	1	1	x	x	x	x	x	x	

Cuadro 3.2 TABLA DE VERDAD DE LA TARJETA DE AMPLIACIÓN DEL NÚMERO DE SALIDAS

Donde Q₂, Q₃ y Q₄ serán las entradas que determinarán según la combinación binaria que presenten, que dispositivo debe activarse y en que posición.

Para manejar las cargas se va a utilizar relés de 5 voltios DC /10 amperios en total se necesitarán 6 de estos uno por cada salida.

La corriente máxima del ventilador es de 1.5 amperios y la del calefactor de 12 amperios. Por lo que para activar la carga del ventilador basta con los relés de 5 voltios. Para activar al calefactor los relés de 5 voltios activarán relés de 120 voltios AC que soportan 12 amperios de corriente con los que se puede controlar la corriente del calefactor.

Otra característica que debe incorporar la tarjeta es un control manual, es decir que si el sistema automático falla el usuario podrá seleccionar manualmente que elemento activar y en que posición.

3.2.3 CONSTRUCCIÓN DE LA TARJETA DE AMPLIACIÓN DEL NÚMERO DE SALIDAS

3.2.3.1 Circuito Lógico

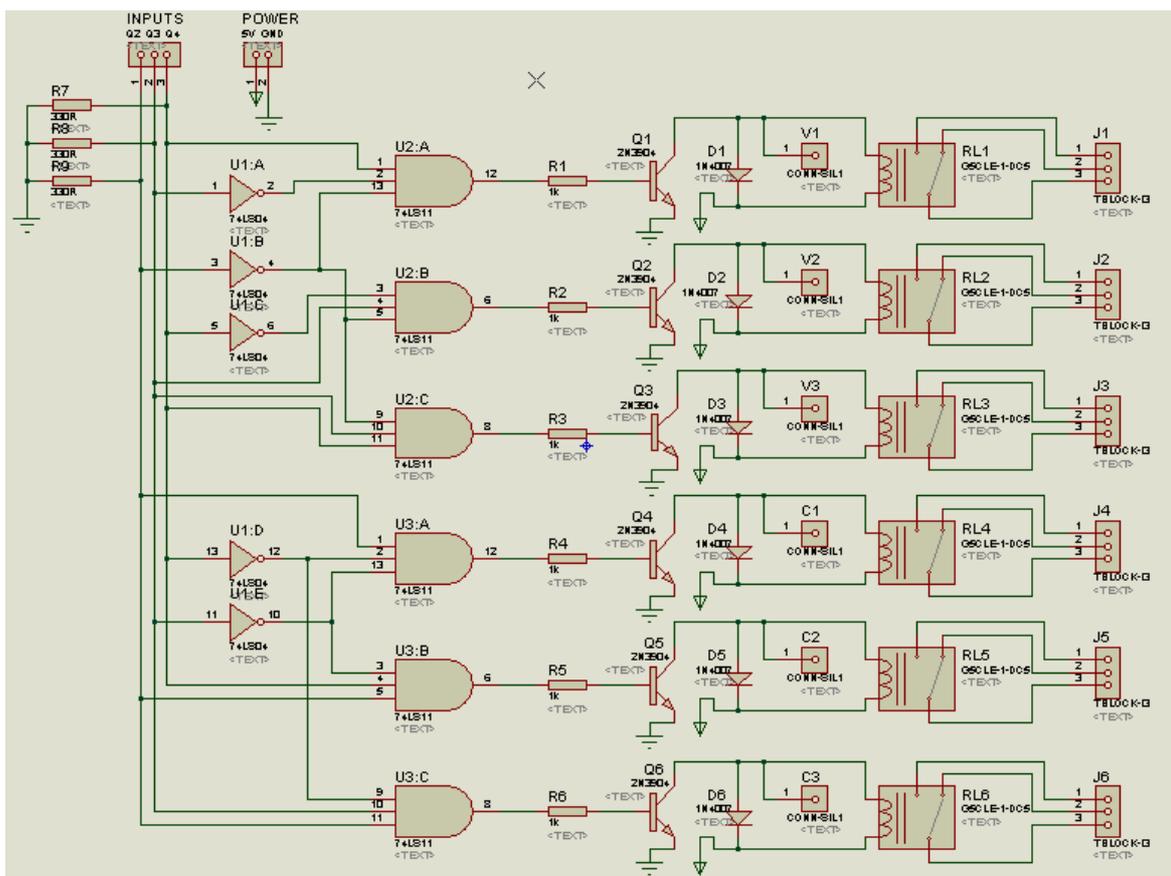


Gráfico 3.6 CIRCUITO LÓGICO DE LA TARJETA DE AMPLIACIÓN DE SALIDAS

En el gráfico 3.6 se puede observar que para hacer cumplir la tabla verdad del cuadro 3.2 se ha utilizado compuertas lógicas AND (CI 7411) y NOT (CI 7404).

Para activar los relés se utiliza un circuito con el transistor 2N3904 que trabaja en corte y saturación dependiendo de la corriente que les inyectan las compuertas AND a través de las resistencias de 1kΩ. La información técnica del 2N3904 se puede ver en el Anexo 4.

En la parte derecha del circuito aparecen seis borneras, de las cuales J1, J2 y J3 están destinadas para la conexión del ventilador J4, J5 y J6 activarán a los relés de 120 VAC que manejan la carga del calefactor.

Para el control manual se han colocado conectores (V1, V2, V3y C1, C2, C3) que cierran el circuito de excitación de cada relé respectivamente según lo que se seleccione en el control.

Para el funcionamiento correcto del circuito éste debe ser alimentado con un fuente de 5 voltios de corriente continua.

3.2.3.2 Circuito Impreso

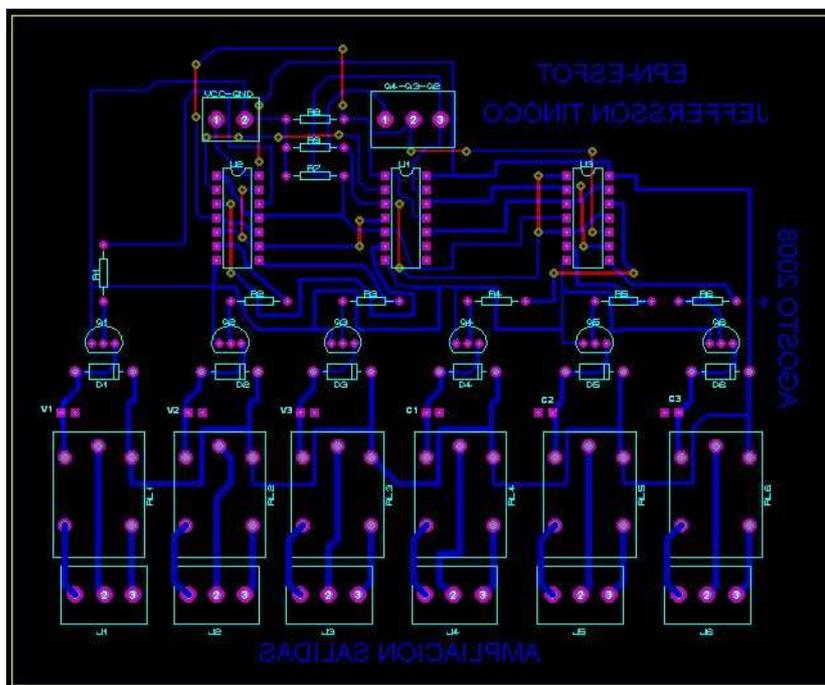


Gráfico 3.7 DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO DE LA TARJETA DE AMPLIACIÓN DE SALIDAS

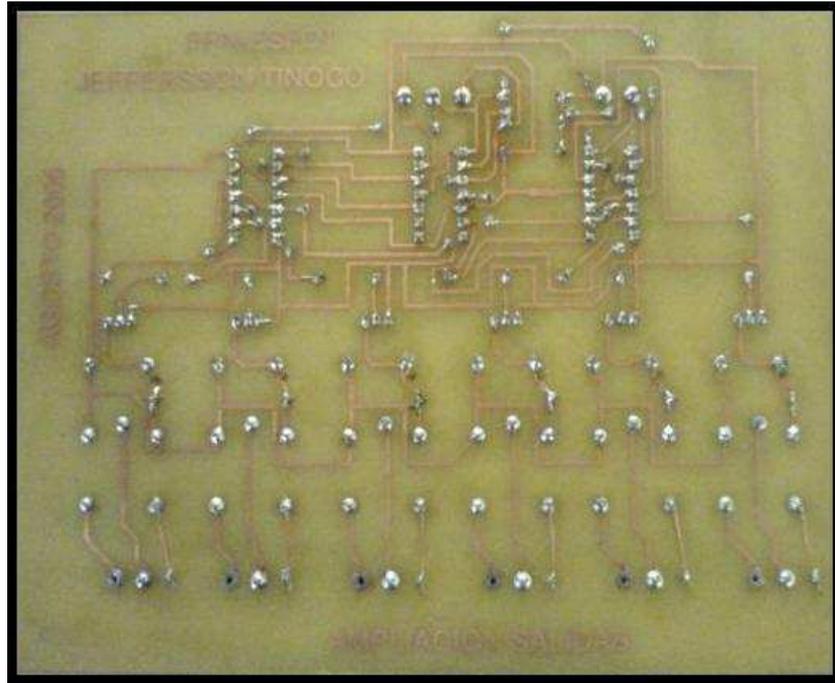


Gráfico 3.8 PLACA DE LA TARJETA DE AMPLIACIÓN DE SALIDAS

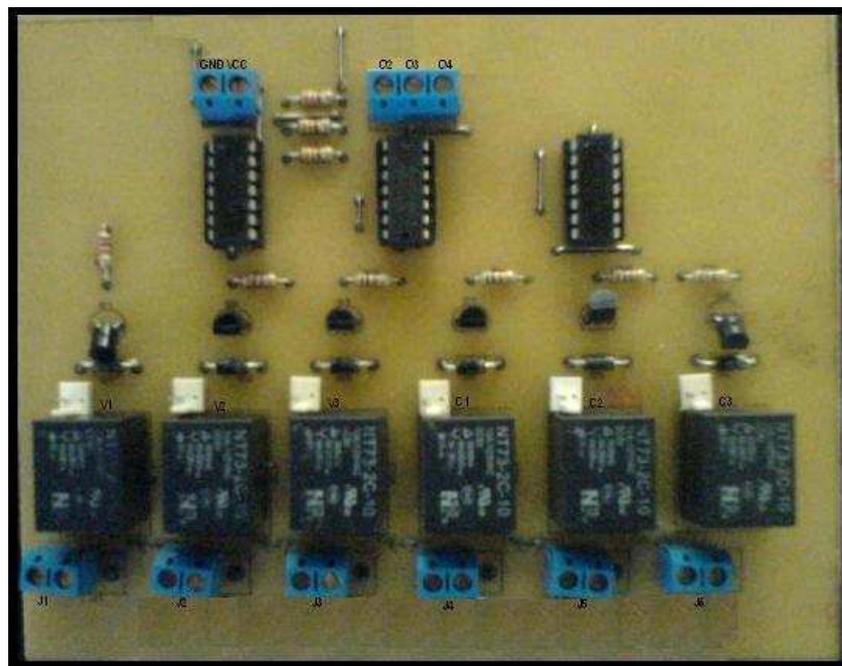


Gráfico 3.9 VISTA FRONTAL DE LA PLACA DE LA TARJETA DE AMPLIACIÓN DE SALIDAS

En el gráfico 3.7 se puede observar el diseño del circuito impreso. En el gráfico 3.8 se lo puede observar el circuito ya quemado en la baquelita. Por último el gráfico 3.9 ofrece una vista frontal de la placa ya terminada.

3.3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA

3.3.1 CIRCUITO ELÉCTRICO PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA

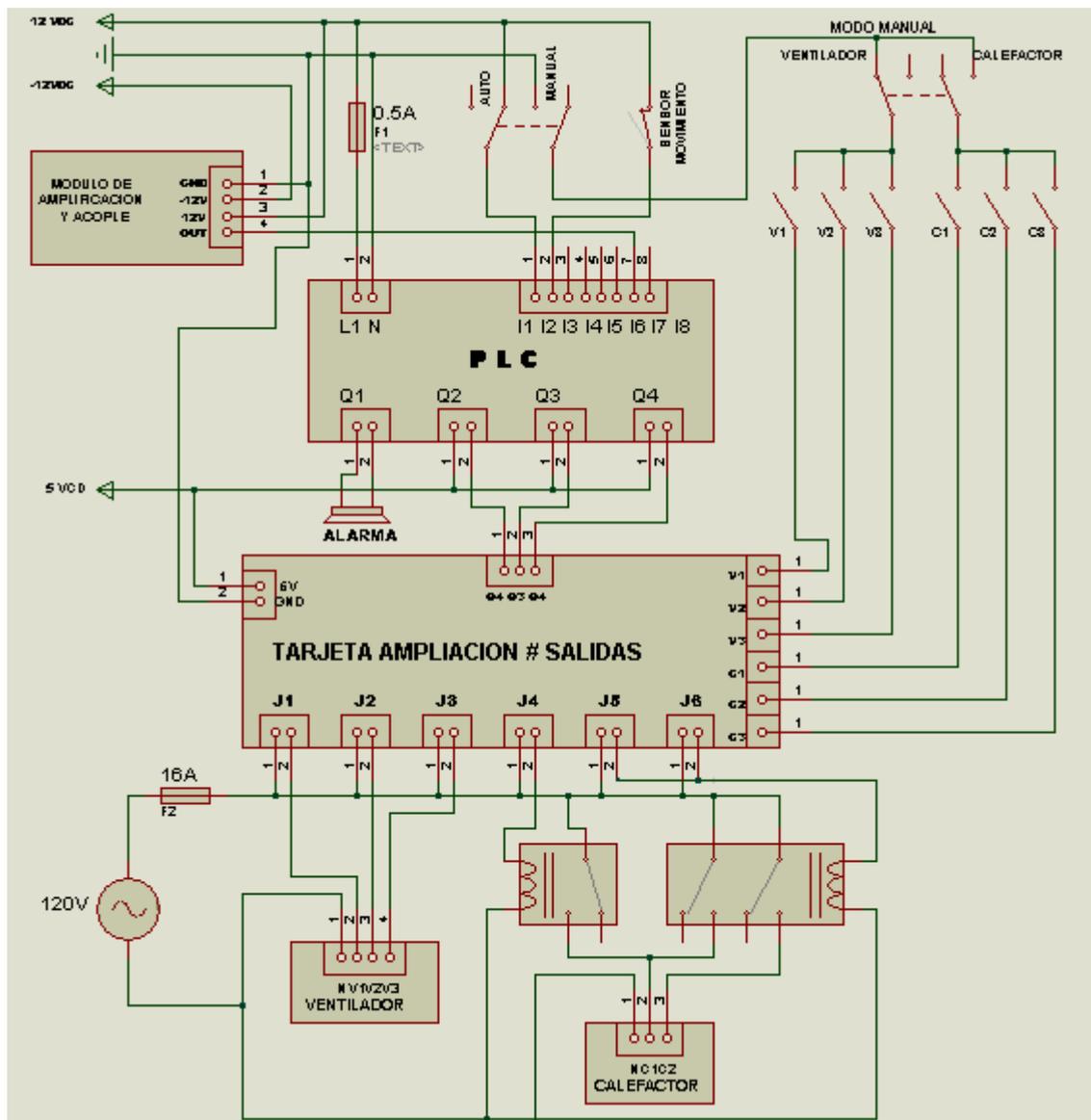


Gráfico 3.10 CIRCUITO ELÉCTRICO PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA

3.3.2 FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA

El funcionamiento del sistema necesita 4 voltajes diferentes como se puede ver en el cuadro 3.3.

Dispositivo	Voltaje de Trabajo (voltios)
PLC logo!	12
Tarjeta de ampliación del número de salidas	5
Modulo de ampliación y acoplamiento	12/-12

Cuadro 3.3 VOLTAJES NECESARIOS

Para cubrir esta demanda, la alimentación de las diferentes partes del sistema se va a utilizar una fuente ATX (fuente de computadora). La cual puede entregar varios voltajes como se puede ver en el cuadro 3.4

Color	Voltaje(Voltios)	I _{max} (Amperios)
Rojo	5	42
Amarillo	12	25
Azul	-12	0.8
Naranja	3.3	28
Blanco	-5	0.5
Negro	0	-

Cuadro 3.4 CÓDIGO DE COLOR FUENTE ATX

Para poder encender esta fuente se tiene que realizar un puente entre el pin 14 (cable verde) y el común (cable negro) como muestra el gráfico 3.11

+3.3VDC	1	11	+3.3VDC
+3.3VDC	2	12	-12VDC
COM	3	13	COM
+5VDC	4	14	PS_ON#
COM	5	15	COM
+5VDC	6	16	COM
COM	7	17	COM
PWR_OK	8	18	-5VDC
+5VSB	9	19	+5VDC
+12VDC	10	20	+5VDC

Gráfico 3.11 CONECTOR DE UN FUENTE ATX

3.3.3 CARACTERÍSTICAS PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA

El sistema está diseñado para ser instalado en una habitación, por lo que se tiene que tener en cuenta la ubicación de los muebles que la conforman. A continuación se listan las características que deben cumplirse para la instalación y ubicación de las diferentes partes del sistema, como ejemplo se va a considerar a la habitación como una oficina:

- La parte central de una oficina es el escritorio, ya que es la parte donde la persona que la habita pasa la mayoría del tiempo. Es aquí donde se debe centrar con mayor énfasis el sistema.
- El sensor de temperatura debe estar ubicado lo más cerca posible del escritorio, para de esta manera garantizar que los cambios de temperatura que siente la persona sean acorde con los que percibe el sensor.
- El PLC debe estar ubicado en lugar visible y cercano al escritorio para que el usuario pueda observar la temperatura en tiempo real y demás información que éste le brinda como son fecha y hora.
- La tarjeta de ampliación del número de salidas la fuente de energía y los relés de 120 VAC para facilidad de conexión deben ir ubicados en un solo lugar para tal fin se puede destinar una caja metálica, la cual debe estar colocada cerca de una toma de corriente de 120VAC.
- El ventilador y el calefactor deben estar ubicados en dirección del escritorio la distancia depende del usuario, pero se recomienda 2 metros para el calefactor y 3 metros para el ventilador, esto de acuerdo a pruebas realizadas.
- Para el cableado de control se va a utilizar cable multipar. Ya que en la parte de control no se va a manejar corrientes mayores a 120mA (corriente del PLC).
- Para alimentar la carga se va a utilizar cable flexible # 18 AWG ya que la mayor corriente que va a soportar es la de 12 amperios del calefactor.

A continuación se muestran una serie de gráficos de cómo se realizó el montaje del sistema:

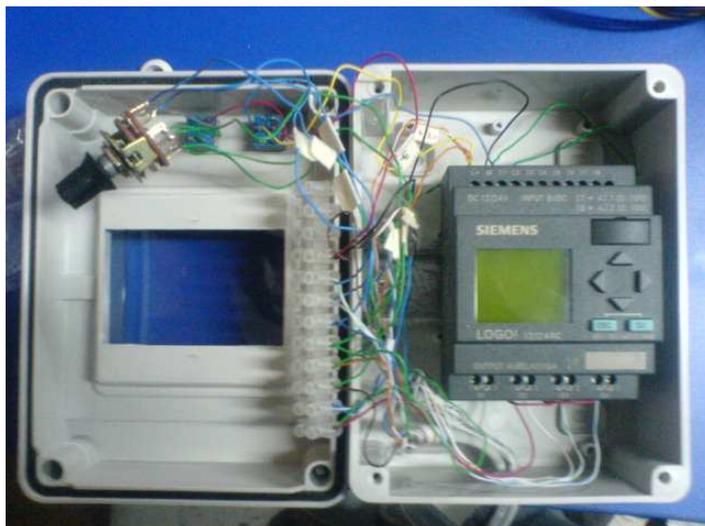


Gráfico 3.12 CONEXIÓN DEL PLC



Gráfico 3.13 PLC EN SU CAJA PROTECTORA



Gráfico 3.14 MONTAJE DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN Y RELÉS DE 120V



Gráfico 3.15 MONTAJE DE LA TARJETA DE AMPLIACIÓN DE SALIDAS



Gráfico 3.16 CONEXIÓN DEL CABLEADO



Gráfico 3.17 CONEXIÓN DEL VENTILADOR

CAPÍTULO 4.

FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento a detalle del sistema ha sido explicado a lo largo del capítulo dos y tres a partir de la explicación de todas las partes tangibles e intangibles que lo componen. A continuación lo que se hará es explicar el funcionamiento de modo general para el entendimiento de una persona sin muchos conocimientos técnicos.

1. El sistema está compuesto por varios módulos bien diferenciados que interactúan entre sí, estos módulos son: Fuente de Alimentación, Circuito de Amplificación y Acoplamiento (donde se encuentra conectado el sensor de temperatura), PLC, Tarjeta de Ampliación del Número de Salidas, Calefactor, Ventilador, Relés de 120V, sensor de movimiento, Control Manual, Alarma.
2. La fuente de alimentación transforma los 120VAC a voltajes de corriente continua para el funcionamiento de las partes electrónicas.
3. El circuito de amplificación y acoplamiento se encarga de acondicionar la señal que le entrega el sensor de temperatura para su correcto procesamiento en el PLC.
4. El PLC se encarga de procesar la información que le entregan los sensores de temperatura y movimiento dependiendo de esto activa sus salidas Q2, Q3 y Q4 (siempre y cuando este seleccionado el modo automático) las cuales son leídas como un código binario por la tarjeta de ampliación del número de salidas.
5. La tarjeta de ampliación de número de salidas lee el código binario presente en las salidas del PLC, dependiendo del código activa uno de sus seis relés que controlan las tres posiciones del calefactor y las tres posiciones del ventilador.

6. El calefactor se encarga de subir la temperatura de la habitación su potencia de funcionamiento, está controlada por las lecturas de temperatura que entrega el sensor de temperatura al PLC.
7. El ventilador se encarga de generar una corriente de aire en la habitación que refresca el ambiente bajando la temperatura, está controlado por las lecturas de temperatura que entrega el sensor de temperatura al PLC.
8. Los relés de 120 VAC de lo único que se encargan es de manejar la carga del calefactor, serán activados desde la tarjeta de ampliación del número de salidas.
9. El sensor de movimiento controla que el sistema no funcione innecesariamente cuando no exista ninguna persona en la habitación.
10. El control manual es un soporte de funcionamiento si el modo automático presenta fallas, lo primero que tiene que hacerse es seleccionar el modo manual, lo segundo es seleccionar que dispositivo desea activar (calefactor o ventilador) y por último se debe seleccionar la intensidad de funcionamiento (1/2/3). Estos controles están incorporados en la caja que contiene al PLC, como se ve en el gráfico 3.13.

4.2 PRUEBAS DEL SISTEMA

Para realizar las pruebas lo primero que se hizo fue calibrar el sistema. Esto se lo hizo con la ayuda de una termocupla como muestra el gráfico 3.18 en donde se pueden ver varias muestras con el sistema ya calibrado.

Se recuerda que en el módulo de amplificación y acoplamiento se incorporó un potenciómetro con el fin de poder calibrar el sistema.

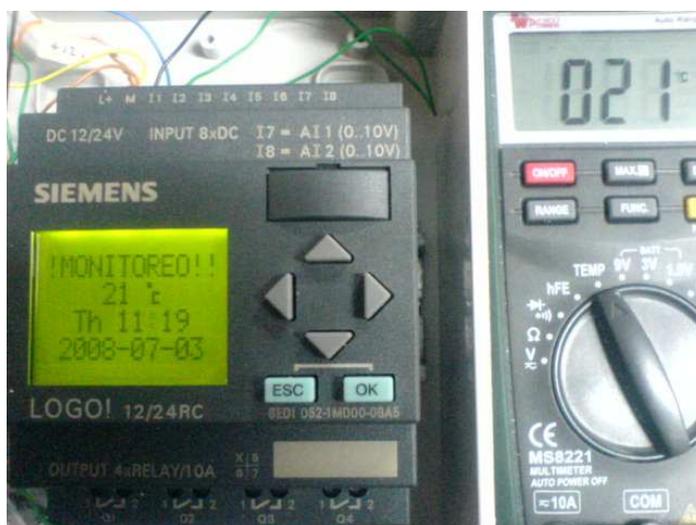


Gráfico 3.18 SISTEMA CALIBRADO

Para realizar las pruebas de funcionamiento se creó una tabla que aparece en el cuadro 3.5, donde aparecen varias muestras de temperatura, la respuesta esperada (teórica) y la respuesta real que se obtuvo del sistema.

TEMPERATURA °C	Elemento y posición activados (resultado esperado)	Elemento y posición activados (resultado obtenido)
25	Ventilador posición 2	Ventilador posición 2
18	Calefactor posición 1	Calefactor posición 1
21	-	-

27	Ventilador posición 2	Ventilador posición 2
23	Ventilador posición 1	Ventilador posición 1
15	Calefactor posición 3	Calefactor posición 3
17	Calefactor posición 2	Calefactor posición 2
29	Ventilador posición 3	Ventilador posición 3
31	Alarma	Alarma

Cuadro 3.5 PRUEBAS REALIZADAS

4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico para el sistema de control automático de temperatura se lo ha realizado en base al cálculo del costo total que la construcción de éste representa.

En el cuadro 3.6 se muestra el costo total del sistema así como el valor unitario de las partes que lo componen.

Como se ve el costo no es excesivo para las prestaciones que presenta el sistema, por lo que se concluye que el costo beneficio es positivo para el usuario.

CANTIDAD	ELEMENTO/DISPOSITIVO/MATERIAL UTILIZADO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	ALARMA	2,7	2,7
1	BAQUELITA 15*20	2,2	2,2
8	BORNERA 2T	0,22	1,76
2	BORNERA 3T	0,45	0,9
2	BORNERA PLASTICA #16	0,3	0,6
1	BREAKER 16A 1POLO	5,2	5,2
44	CABLE FLEXIBLE #18AWG	0,19	8,36
10	CABLE MÚLTIPAR 4PAR	0,35	3,5
2	CABLE SUCRE 3*16	1,09	2,18
1	CAJA PLÁSTICA SOBREPUESTA	7	7
1	CALEFACTOR CERÁMICO 750W/1500W 120V	44,63	44,63
1	CI 7404	0,55	0,55
2	CI 7411	0,65	1,35
1	CI 7L084	0,8	0,8
4	CLORURO FÉRRICO 20 GRAMOS	0,75	3
6	CONECTOR POL 2P H-M	0,18	1,08
6	DIODOS 1N4007	0,32	1,92
1	FUENTE ATX 300W	12	12
1	FUSIBLE 500mA	0,25	0,25
1	GABINETE METÁLICO 30*20*15	21,97	21,97

1	LLAVE SELECTORA 4 POSICIONES	1,2	1,2
1	PERILLA EJE ESTRIADO	0,4	0,4
1	PLC LOGO 12/24RC 8E/4S	108,1	108,1
1	PORTA FUSIBLE	0,43	0,43
1	POTENCIÓMETRO 20K	1,6	1,6
6	RELÉS 5VDC 10A/120VAC	0,65	3,9
2	RELÉS120VAC	5,3	10,6
1	RESISTENCIAS 10K 1/4W	0,03	0,03
7	RESISTENCIAS 1K 1/4W	0,03	0,21
1	SENSOR MOVIMIENTO	16	16
1	SENSOR TEMPERATURA LM35	3	3
2	SWITCH CODILLO AZUL 3 POSICIONES	0,5	0,3
8	TACO F5	0,01	0,1
8	TORNILLO F5	0,01	0,1
6	TRANSISTORES 2N3904	0,46	2,76
1	VENTILADOR 10" 3 VELOCIDADES 120V	15,13	15,13
4	ZÓCALOS 14 PINES	0,07	0,28
		TOTAL	286,09

Cuadro 3.6 CÁLCULO DEL COSTO DEL SISTEMA

4.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.4.1 CONCLUSIONES

- A través de la realización de este proyecto se logró determinar que el sensor de temperatura LM35 cumple con todas las características de trabajo en habitaciones que no posean condiciones extremas. Su salida lineal y proporcional a la escala Celsius, su fácil conexión y muy bajo costo lo hacen el elemento idóneo para este tipo de trabajo.
- Utilizar un PLC era una de las proposiciones en la que se basa este proyecto, y al final de éste se puede decir que valerse del PLC LOGO! 12/24 RC 8E/4S para procesar la información resultó muy conveniente, a pesar de ser un modelo básico incorpora 36 funciones de las cuales 28 son especiales lo que ahorra mucho tiempo y esfuerzo a la hora de la programación. Además el hecho de poseer dos entradas análogas, las cuales pueden ser utilizadas a cualquier instante dentro de la programación representa una de las mayores ventajas del uso de este PLC.

- El desarrollo del programa no representó muchos inconvenientes gracias al lenguaje de programación LADDER se puede comprender fácilmente la lógica del programa, detectar y corregir errores así como realizar modificaciones cuando sea necesario. Si bien el programa realizado es específico para el control de temperatura en una habitación en la ciudad de Quito, los parámetros de temperatura pueden ser modificados en la programación para así adaptarse a nuevas condiciones climáticas de otra ciudad.
- La construcción de una tarjeta de ampliación del número de salidas resultó muy efectiva ya que a muy bajo costo se logró realizar este trabajo. Esta tarjeta puede soportar hasta 10A, para manejar cargas mayores se la debe utilizar para activar dispositivos que soporten más carga.
- La utilización del calefactor resultó muy eficiente ya que estos dispositivos actualmente están diseñados para calentar el aire y no solo para irradiar calor, con lo que se obtiene un ahorro de energía.
- El uso de un ventilador para bajar la temperatura fue bueno ya que éste al generar una corriente de aire produce que el aire estacionario circule.
- En general la construcción del sistema de control de temperatura resulta beneficioso para el usuario final ya que le evita estar expuestos a los bruscos cambios de temperatura que se experimentan hoy en día. Además este sistema puede tomarse como punto de partida para realizar un control a mayor escala (invernaderos, crianza de animales, etc.).

4.4.2 RECOMENDACIONES

- El sistema está diseñado para trabajar en un ambiente interno. No instalar ni exponer ninguna de sus partes a la intemperie.
- Para un correcto funcionamiento del sistema ubicar el sensor en zonas donde no esté expuesto a la luz solar ni otro tipo de fuente de calor que pueda provocar lecturas erróneas de la temperatura. Ubicarlo en lo posible lo más cercano donde el usuario pasa la mayor parte del tiempo.
- Ubicar el calefactor lo más cerca del piso pero no en el piso, esto debido a que el aire más frío por ser más denso está en las partes bajas.
- No manipule los controles existentes tanto en el calefactor como en el ventilador estos fueron desconectados totalmente. Si desea hacer un control manual hágalo desde el sistema.
- El sistema funciona las 24 horas y permite la activación de sus actuadores (ventilador/calefactor) solo cuando existe presencia de movimiento. Si se va a ausentar por mucho tiempo desconecte el sistema de la toma de energía eléctrica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Temperatura: Microsoft Encarta 2008. 1993-2007 Microsoft Corporation.
- http://www.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/thermal/differ_sp_06sep01.html
- http://www.tutiempo.net/silvia_larocca/Temas/Met12.htm
- http://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_de_Quito#Clima_y_estaciones
- <http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=5446&refer=&units=metric>
- <http://termometria.galeon.com/curiosidades.htm>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura_ambiente
- Felipe Fernández García: “CLIMA Y CONFORTABILIDAD HUMANA. ASPECTOS METODOLÓGICOS” *Serie Geográfica*, 1994, vol. 4
- <http://html.rincondelvago.com/confort-termico.html>
- es.wikipedia.org/wiki/Sensor
- <http://www.monografias.com/trabajos3/transductores/transductores.shtml?relacionados>
- <http://www.monografias.com/trabajos14/termoins/termoins.shtml>
- LM35 Datasheet
- COPORSUPER: “Manejo y Aplicaciones con Logo Siemens”
- <http://www.buenmaster.com/?a=1395>
- Manual LOGO! Basic 2005
- http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_corriente_alterna
- Chapman Stephen: “Maquinas Eléctricas” (McGraw Hill: Mexico, 1988)
- <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=20>

ANEXO 1

LM35 DATASHEET

LM35/LM35A/LM35C/LM35CA/LM35D Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/4^\circ\text{C}$ at room temperature and $\pm 3/4^\circ\text{C}$ over a full -55 to $+150^\circ\text{C}$ temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only $60\ \mu\text{A}$ from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55° to $+150^\circ\text{C}$ temperature range, while the LM35C is rated for a -40° to $+110^\circ\text{C}$ range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is

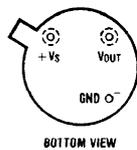
available packaged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-202 package.

Features

- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear $\pm 10.0\ \text{mV}/^\circ\text{C}$ scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteeable (at $+25^\circ\text{C}$)
- Rated for full -55° to $+150^\circ\text{C}$ range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than $60\ \mu\text{A}$ current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Nonlinearity only $\pm 1/4^\circ\text{C}$ typical
- Low impedance output, $0.1\ \Omega$ for 1 mA load

Connection Diagrams

**TO-46
Metal Can Package***

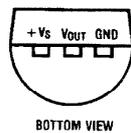


TL/H/5516-1

*Case is connected to negative pin (GND)

Order Number LM35H, LM35AH,
LM35CH, LM35CAH or LM35DH
See NS Package Number H03H

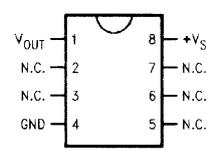
**TO-92
Plastic Package**



TL/H/5516-2

Order Number LM35CZ,
LM35CAZ or LM35DZ
See NS Package Number Z03A

**SO-8
Small Outline Molded Package**

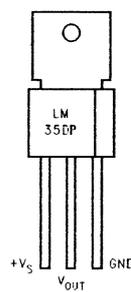


TL/H/5516-21

N.C. = No Connection

Order Number LM35DM
See NS Package Number M08A

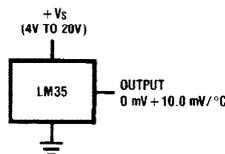
**TO-202
Plastic Package**



TL/H/5516-24

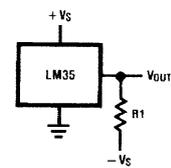
Order Number LM35DP
See NS Package Number P03A

Typical Applications



TL/H/5516-3

**FIGURE 1. Basic Centigrade
Temperature
Sensor ($\pm 2^\circ\text{C}$ to $\pm 150^\circ\text{C}$)**



TL/H/5516-4

Choose $R_1 = -V_S/50\ \mu\text{A}$

$V_{OUT} = +1,500\ \text{mV}$ at $+150^\circ\text{C}$
 $= +250\ \text{mV}$ at $+25^\circ\text{C}$
 $= -550\ \text{mV}$ at -55°C

**FIGURE 2. Full-Range Centigrade
Temperature Sensor**

Absolute Maximum Ratings (Note 10)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	+35V to -0.2V
Output Voltage	+6V to -1.0V
Output Current	10 mA
Storage Temp., TO-46 Package,	-60°C to +180°C
TO-92 Package,	-60°C to +150°C
SO-8 Package,	-65°C to +150°C
TO-202 Package,	65°C to +150°C

Lead Temp.:

TO-46 Package, (Soldering, 10 seconds)	300°C
TO-92 Package, (Soldering, 10 seconds)	260°C
TO-202 Package, (Soldering, 10 seconds)	+230°C

SO Package (Note 12):

Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C

ESD Susceptibility (Note 11)

2500V

Specified Operating Temperature Range: T_{MIN} to T_{MAX} (Note 2)

LM35, LM35A	-55°C to +150°C
LM35C, LM35CA	-40°C to +110°C
LM35D	0°C to +100°C

Electrical Characteristics (Note 1) (Note 6)

Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.2	± 0.5		± 0.2	± 0.5	± 1.0	°C
	$T_A = 10^\circ\text{C}$	± 0.3			± 0.3		± 1.0	°C
	$T_A = T_{MAX}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0	± 1.5	°C
	$T_A = T_{MIN}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4		± 1.5	°C
Nonlinearity (Note 8)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.18		± 0.35	± 0.15		± 0.3	°C
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	+10.0	+9.9, +10.1		+10.0		+9.9, +10.1	mV/°C
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1 \text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	+0.4	+1.0		+0.4	+1.0		mV/mA
	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.5		± 3.0	± 0.5		± 3.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.01	± 0.05		± 0.01	± 0.05		mV/V
	$4V \leq V_S \leq 30V$	± 0.02		± 0.1	± 0.02		± 0.1	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5V, +25^\circ\text{C}$	56	67		56	67		μA
	$V_S = +5V$	105		131	91		114	μA
	$V_S = +30V, +25^\circ\text{C}$	56.2	68		56.2	68		μA
	$V_S = +30V$	105.5		133	91.5		116	μA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4V \leq V_S \leq 30V, +25^\circ\text{C}$	0.2	1.0		0.2	1.0		μA
	$4V \leq V_S \leq 30V$	0.5		2.0	0.5		2.0	μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		+0.39		+0.5	+0.39		+0.5	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	+1.5		+2.0	+1.5		+2.0	°C
Long Term Stability	$T_J = T_{MAX}$, for 1000 hours	± 0.08			± 0.08			°C

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply: $-55^\circ\text{C} \leq T_J \leq +150^\circ\text{C}$ for the LM35 and LM35A; $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq +110^\circ\text{C}$ for the LM35C and LM35CA; and $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +100^\circ\text{C}$ for the LM35D. $V_S = +5\text{Vdc}$ and $I_{LOAD} = 50 \mu\text{A}$, in the circuit of Figure 2. These specifications also apply from $+2^\circ\text{C}$ to T_{MAX} in the circuit of Figure 1. Specifications in **boldface** apply over the full rated temperature range.

Note 2: Thermal resistance of the TO-46 package is $400^\circ\text{C}/\text{W}$, junction to ambient, and $24^\circ\text{C}/\text{W}$ junction to case. Thermal resistance of the TO-92 package is $180^\circ\text{C}/\text{W}$ junction to ambient. Thermal resistance of the small outline molded package is $220^\circ\text{C}/\text{W}$ junction to ambient. Thermal resistance of the TO-202 package is $85^\circ\text{C}/\text{W}$ junction to ambient. For additional thermal resistance information see table in the Applications section.

Electrical Characteristics (Note 1) (Note 6) (Continued)								
Parameter	Conditions	LM35			LM35C, LM35D			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy, LM35, LM35C (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		$^\circ\text{C}$
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	± 0.5			± 0.5		± 1.5	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$	± 0.8	± 1.5		± 0.8		± 1.5	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$	± 0.8		± 1.5	± 0.8		± 2.0	$^\circ\text{C}$
Accuracy, LM35D (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$				± 0.6	± 1.5		$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$				± 0.9		± 2.0	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$				± 0.9		± 2.0	$^\circ\text{C}$
Nonlinearity (Note 8)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.3		± 0.5	± 0.2		± 0.5	$^\circ\text{C}$
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	$+ 10.0$	$+ 9.8,$ $+ 10.2$		$+ 10.0$		$+ 9.8,$ $+ 10.2$	mV/ $^\circ\text{C}$
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1 \text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 2.0		± 0.4	± 2.0		mV/mA
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.5		± 5.0	± 0.5		± 5.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.01	± 0.1		± 0.01	± 0.1		mV/V
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	± 0.02		± 0.2	± 0.02		± 0.2	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5\text{V}, +25^\circ\text{C}$	56	80		56	80		μA
	$V_S = +5\text{V}$	105		158	91		138	μA
	$V_S = +30\text{V}, +25^\circ\text{C}$	56.2	82		56.2	82		μA
	$V_S = +30\text{V}$	105.5		161	91.5		141	μA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}, +25^\circ\text{C}$	0.2	2.0		0.2	2.0		μA
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	0.5		3.0	0.5		3.0	μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		$+ 0.39$		$+ 0.7$	$+ 0.39$		$+ 0.7$	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	+ 1.5		+ 2.0	+ 1.5		+ 2.0	$^\circ\text{C}$
Long Term Stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$, for 1000 hours	± 0.08			± 0.08			$^\circ\text{C}$

Note 3: Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

Note 4: Tested Limits are guaranteed and 100% tested in production.

Note 5: Design Limits are guaranteed (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

Note 6: Specifications in **boldface** apply over the full rated temperature range.

Note 7: Accuracy is defined as the error between the output voltage and $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ times the device's case temperature, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in $^\circ\text{C}$).

Note 8: Nonlinearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the device's rated temperature range.

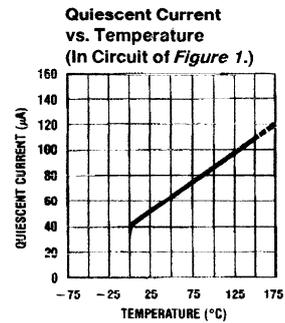
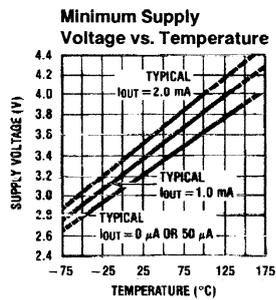
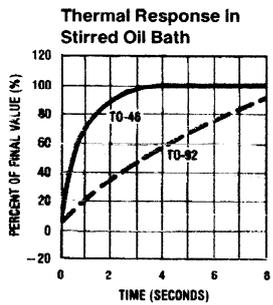
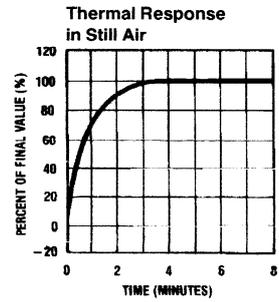
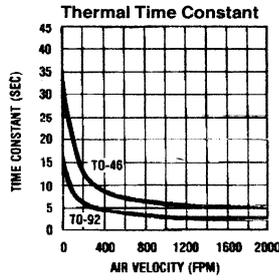
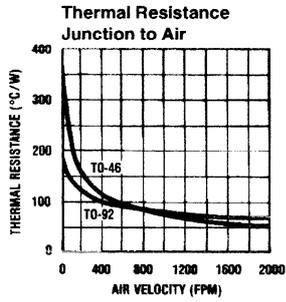
Note 9: Quiescent current is defined in the circuit of Figure 1.

Note 10: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. See Note 1.

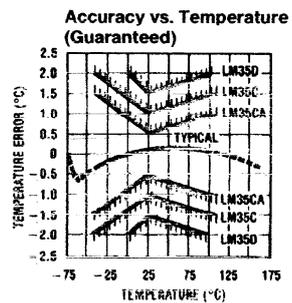
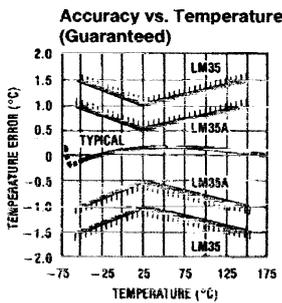
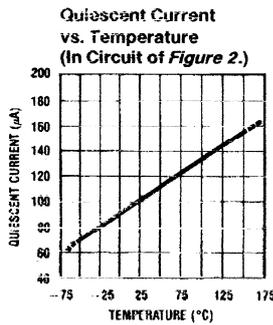
Note 11: Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 k Ω resistor.

Note 12: See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" or the section titled "Surface Mount" found in a current National Semiconductor Linear Data Book for other methods of soldering surface mount devices.

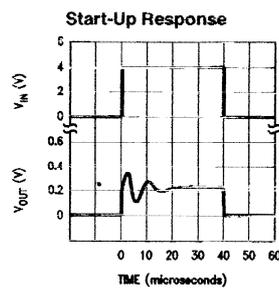
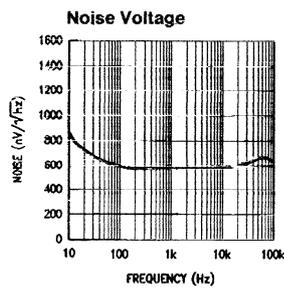
Typical Performance Characteristics



TL/H/5516-17



TL/H/5516-18



TL/H/5516-22

Applications

The LM35 can be applied easily in the same way as other integrated-circuit temperature sensors. It can be glued or cemented to a surface and its temperature will be within about 0.01°C of the surface temperature.

This presumes that the ambient air temperature is almost the same as the surface temperature; if the air temperature were much higher or lower than the surface temperature, the actual temperature of the LM35 die would be at an intermediate temperature between the surface temperature and the air temperature. This is especially true for the TO-92 plastic package, where the copper leads are the principal thermal path to carry heat into the device, so its temperature might be closer to the air temperature than to the surface temperature.

To minimize this problem, be sure that the wiring to the LM35, as it leaves the device, is held at the same temperature as the surface of interest. The easiest way to do this is to cover up these wires with a bead of epoxy which will insure that the leads and wires are all at the same temperature as the surface, and that the LM35 die's temperature will not be affected by the air temperature.

The TO-46 metal package can also be soldered to a metal surface or pipe without damage. Of course, in that case the V- terminal of the circuit will be grounded to that metal. Alternatively, the LM35 can be mounted inside a sealed-end metal tube, and can then be dipped into a bath or screwed into a threaded hole in a tank. As with any IC, the LM35 and accompanying wiring and circuits must be kept insulated and dry, to avoid leakage and corrosion. This is especially true if the circuit may operate at cold temperatures where condensation can occur. Printed-circuit coatings and varnishes such as Humiseal and epoxy paints or dips are often used to insure that moisture cannot corrode the LM35 or its connections.

These devices are sometimes soldered to a small light-weight heat fin, to decrease the thermal time constant and speed up the response in slowly-moving air. On the other hand, a small thermal mass may be added to the sensor, to give the steadiest reading despite small deviations in the air temperature.

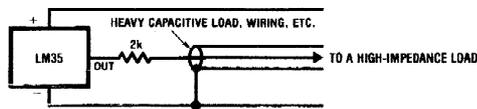
Temperature Rise of LM35 Due To Self-heating (Thermal Resistance)

	TO-46,	TO-46,	TO-92,	TO-92,	SO-8	SO-8	TO-202	TO-202 ***
	no heat sink	small heat fin*	no heat sink	small heat fin**	no heat sink	small heat fin**	no heat sink	small heat fin
Still air	400°C/W	100°C/W	180°C/W	140°C/W	220°C/W	110°C/W	85°C/W	60°C/W
Moving air	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W	105°C/W	90°C/W	25°C/W	40°C/W
Still oil	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W				
Stirred oil	50°C/W	30°C/W	45°C/W	40°C/W				
(Clamped to metal, Infinite heat sink)		(24°C/W)			(55°C/W)		(23°C/W)	

* Wakefield type 201, or 1" disc of 0.020" sheet brass, soldered to case, or similar.

** TO-92 and SO-8 packages glued and leads soldered to 1" square of 1/4" printed circuit board with 2 oz. foil or similar.

Typical Applications (Continued)



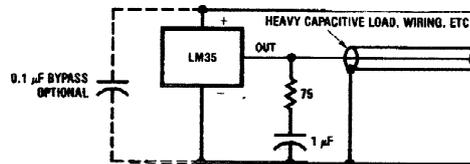
TL/H/5516-19

FIGURE 3. LM35 with Decoupling from Capacitive Load

CAPACITIVE LOADS

Like most micropower circuits, the LM35 has a limited ability to drive heavy capacitive loads. The LM35 by itself is able to drive 50 pf without special precautions. If heavier loads are anticipated, it is easy to isolate or decouple the load with a resistor; see Figure 3. Or you can improve the tolerance of capacitance with a series R-C damper from output to ground; see Figure 4.

When the LM35 is applied with a 200Ω load resistor as shown in Figure 5, 6, or 8, it is relatively immune to wiring

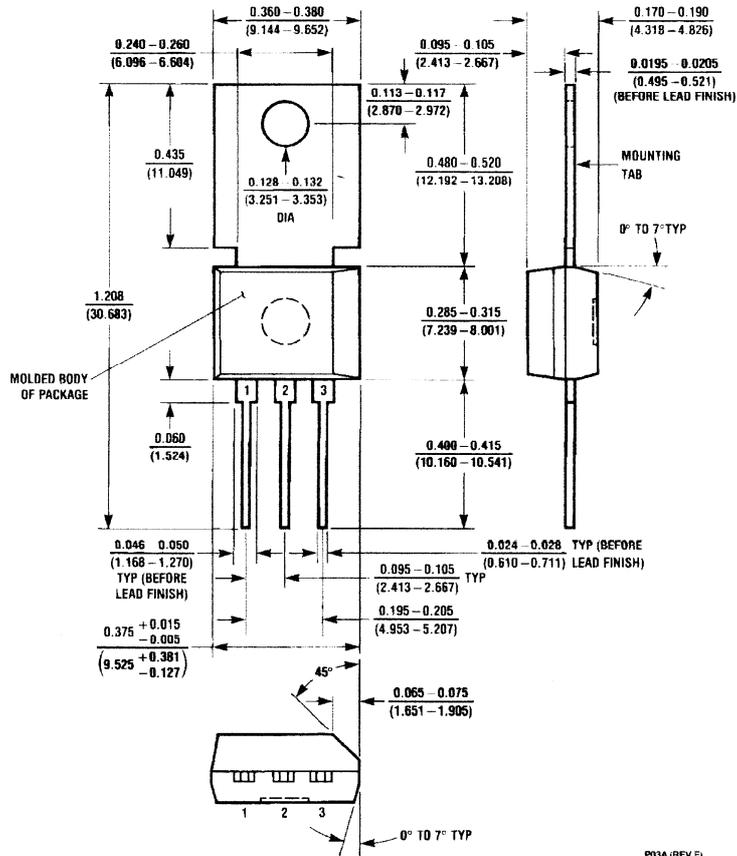


TL/H/5516-20

FIGURE 4. LM35 with R-C Damper

capacitance because the capacitance forms a bypass from ground to input, not on the output. However, as with any linear circuit connected to wires in a hostile environment, its performance can be affected adversely by intense electromagnetic sources such as relays, radio transmitters, motors with arcing brushes, SCR transients, etc, as its wiring can act as a receiving antenna and its internal junctions can act as rectifiers. For best results in such cases, a bypass capacitor from V_{IN} to ground and a series R-C damper such as 75Ω in series with 0.2 or 1 μF from output to ground are often useful. These are shown in Figures 13, 14, and 16.

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



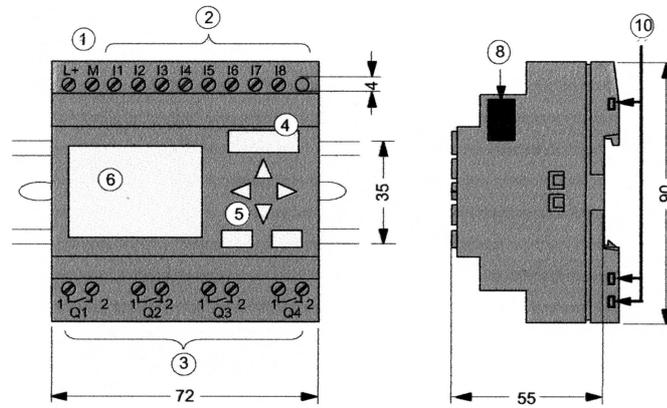
Power Package TO-202 (P)
Order Number LM35DP
NS Package Number P03A

P03A (REV F)

ANEXO 2

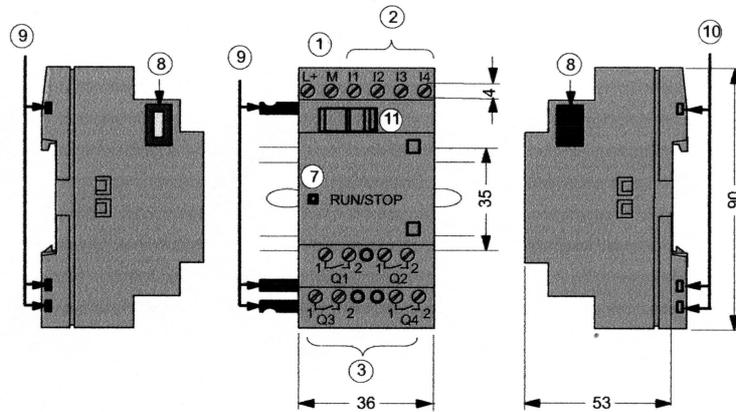
MANUAL LOGO

LOGO! Basic (p.ej.: 12/24 RC)



LOGO! de LOGO!

(p.ej.: DM8 12/24R)



- | | | |
|---|----------------------------------|--------------------------------------|
| ① Alimentación de tensión | ⑤ Panel de manejo (no en RCo) | ⑧ Interfaz de ampliación |
| ② Entradas | ⑥ Pantalla LCD (no en RCo) | ⑨ Codificación mecánica = pernos |
| ③ Salidas | ⑦ Indicación del estado RUN/STOP | ⑩ Codificación mecánica - conectores |
| ④ Receptáculo de módulo con revestimiento | | ⑪ Guía deslizante |

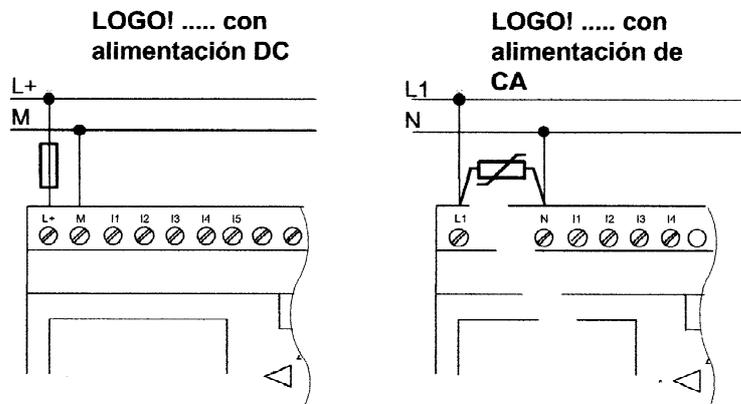
Nota

Un corte de la alimentación eléctrica podría ocasionar p.ej. en las funciones especiales activadas por flancos la generación de un flanco adicional.

Los datos del último ciclo ininterrumpido se guardan en LOGO!

Conexión

Para conectar LOGO! a la red:



Protección mediante fusible si se desea (recomendado) para:

12/24 RC....	0,8 A
24:	2,0 A
EIB/KNX	0,08 A

Para picos de tensión, utilizar un varistor (MOV) con una tensión de servicio como mínimo un 20% superior a la tensión nominal.

Nota

LOGO! es un equipo de conmutación con aislamiento protector. Por lo tanto, no necesita una conexión para conductor de protección.

Modo de conexión protegido en caso de tensión alterna

En caso de picos de tensión en la línea de alimentación, puede utilizar un varistor de óxido metálico (MOV). Recuerde que la tensión de servicio del varistor debe ser como mínimo un 20% superior a la tensión nominal (p.ej. S10K275).

2.3.2 Conexión de las entradas de LOGO!

Condiciones

Ud. conecta sensores a las entradas. Los sensores pueden ser: pulsadores, interruptores, barreras de luz, atenuadores, etc.

Propiedades de los sensores para LOGO!

	LOGO! 12/24 RC/RCo LOGO! DM8 12/24 R		LOGO! 24/24o LOGO! DM8 24	
	I1 ... I6	I7,I8	I1 ... I6	I7,I8
Estado operacional 0	< 5 V CC	< 5 V CC	< 5 V CC	< 5 V CC
Intensidad de entrada	< 1,0 mA	< 0,05 mA	< 1,0 mA	< 0,05 mA
Estado operacional 1	> 8 V CC	> 8 V CC	> 8 V CC	> 8 V CC
Intensidad de entrada	> 1,5 mA	> 0,1 mA	> 1,5 mA	> 0,1 mA

	LOGO! 24 RC/RCo (AC) LOGO! DM8 24 R (CA)	LOGO! 24 RC/RCo (DC) LOGO! DM8 24 R (CC)	LOGO! 230 RC/RCo (CA) LOGO! DM8 230 R (CA)	LOGO! 230 RC/RCo (CC) LOGO! DM8 230 R (CC)
Estado operacional 0	< 5 V CA	< 5 V CC	< 40 V CA	< 30 V CC
Intensidad de entrada	< 1,0 mA	< 1,0 mA	< 0,03 mA	< 0,03 mA
Estado operacional 1	> 12 V CA	> 12 V CC	> 79 V CA	> 79 V CC
Intensidad de entrada	> 2,5 mA	> 2,5 mA	> 0,08 mA	> 0,08 mA

2.3.3 Conexión de las salidas

LOGO! ...R...

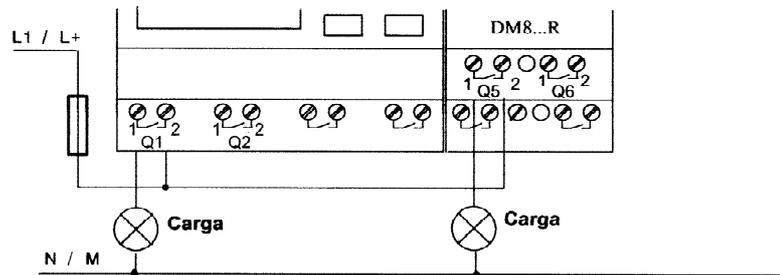
Las salidas de LOGO! ...R... son relés. Los contactos de los relés están libres de potencial con respecto a la tensión de alimentación y a las entradas.

Condiciones para las salidas de relé

Puede conectar diferentes cargas a las salidas, p.ej. lámparas, lámparas fluorescentes, motores, protecciones, etc. Respecto a las propiedades necesarias de la carga conectada a LOGO! ...R... , ver anexo A.

Conexión

Para conectar la carga a LOGO! ...R...:



Protección con fusible automático máximo 16 A, característica B16, p.ej.: disyuntor 5SX2 116-6 (si se desea)

3.5 Las 4 reglas de oro para manejar LOGO!

Regla 1

Cambio del modo de operación

- El programa se elabora en el **modo de programación**. Tras una conexión de alimentación y “No Program / Press ESC” en la pantalla, debe pulsar la tecla **ESC** para acceder al modo de programación.
- La modificación de los valores de tiempo y de parámetros en un programa ya existente pueden realizarse en los **modos de parametrización y programación**. Durante la **parametrización LOGO!** se encuentra en modo **RUN**, es decir, que el programa continúa en procesamiento (ver el capítulo 5). Para **programar** debe finalizar el procesamiento del programa con el comando “**Stop**”.
- Para acceder al modo **RUN** debe ejecutar el comando de menú ‘Start’ del menú principal.
- En el **modo RUN**, para regresar al **modo de operación Parametrización**, deberá pulsar la tecla **ESC**.
- Si está en el **modo de parametrización** y desea regresar al **modo de programación**, ejecute el comando “**Stop**” del menú de parametrización y responda con “**Yes**” a “**Stop Prg**”, colocando el cursor sobre “**Yes**” y pulsando la tecla **OK**.

Encontrará más detalles sobre los modos de funcionamiento en el anexo D.

Nota

Para versiones anteriores hasta 0BA2 rige:

- Para acceder al modo de programación debe pulsar simultáneamente las teclas ◀, ▶ y **OK**.
 - Para acceder al modo de parametrización debe pulsar simultáneamente las teclas **ESC** y **OK**.
-

Regla 2

Salidas y entradas

- Siempre debe introducir un programa desde la salida hasta la entrada.
- Es posible enlazar una salida con varias entradas, pero no conectar varias salidas a una entrada.
- Dentro de una ruta del programa no se puede enlazar una salida con una entrada precedente. Para tales retroacciones internas (recursiones) es necesario intercalar marcas o salidas.

Regla 3

Cursor y posicionamiento del cursor

Para la introducción del programa rige:

- Si el cursor se representa subrayado, Ud. puede **posicionarlo**:
 - Pulse las teclas ◀, ▶, ▼ o ▲ si mueve el cursor en el programa
 - con **OK** cambia a "Seleccionar borne/bloque"
 - con **ESC** sale del modo de introducción del programa.
- Si el cursor se representa enmarcado, deberá Ud. **elegir un borne/bloque**:
 - Pulse las teclas ▼ o ▲ para elegir un borne o un bloque
 - Confirme la selección pulsando **OK**
 - con **ESC** retrocede un paso.

Regla 4

Planificación

- Antes de elaborar un programa planifíquelo primero completamente sobre el papel o programe LOGO! directamente con LOGO!Soft Comfort.
- LOGO! sólo puede guardar programas completos y correctos.

3.8 Espacio de memoria y tamaño de un circuito

El tamaño de un programa en LOGO! está limitado por la memoria (ocupación de memoria de los bloques).

Áreas de memoria

- **Memoria de programa:**
En LOGO! utilizar un número limitado de bloques para el programa.
La segunda limitación resulta del número máximo de bytes disponibles que puede contener un programa. El número de bytes ocupados puede calcularse sumando los bytes de las funciones utilizadas.
- **Memoria remanente (Rem):**
Área en el que LOGO! guarda los valores reales actuales que se deben mantener de forma remanente, por ejemplo, el valor de contaje de un contador de horas de funcionamiento. En bloques con utilización selectiva de la función de ramanencia, este área de memoria sólo se ocupa si se ha activado la ramanencia.

Recursos disponibles en LOGO!

Un programa en LOGO! puede ocupar, como máximo, los siguientes recursos:

Bytes	Bloques	REM
2000	130	60

LOGO! vigila la utilización de la memoria y sólo ofrece en las listas las funciones para las que haya suficiente memoria disponible.

A.8 Especificaciones técnicas: LOGO! 12/24... y LOGO! DM8 12/24R

	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RC _o	LOGO! DM8 12/24R
Fuente de alimentación		
Tensión de entrada	12/24 V c.c.	12/24 V c.c.
Margen admisible	10,8 ... 28,8 V c.c.	10,8 ... 28,8 V c.c.
Protección contra inversión de polaridad	sí	sí
Consumo de corriente		
• 12 V c.c.	30 ... 140 mA	30 ... 140 mA
• 24 V c.c.	20 ... 75 mA	20 ... 75 mA
Compensación de fallos de tensión		
• 12 V c.c.	tip. 2 ms	tip. 2 ms
• 24 V c.c.	tip. 5 ms	tip. 5 ms
Potencia disipada		
• 12 V c.c.	0,3 ... 1,7 W	0,3 ... 1,7 W
• 24 V c.c.	0,4 ... 1,8 W	0,4 ... 1,8 W
Tamponaje del reloj a 25 °C	tip. 80 h	
Exactitud del reloj de tiempo real	tip. ± 2 s / día	
Separación galvánica	no	no
Entradas digitales		
Cantidad	8	4
Separación galvánica	no	no
Tensión de entrada L+		
• señal 0	<5 V c.c.	<5 V c.c.
• señal 1	> 8 V CC	> 8 V CC

	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RCo	LOGO! DM8 12/24R
Intensidad de entrada para		
• señal 0	< 1,0 mA (I1...I6) < 0,05 mA (I7, I8)	<1,0 mA
• señal 1	> 1,5 mA (I1...I6) > 0,1 mA (I7, I8)	>1,5 mA
Tiempo de retardo para		
• cambio de 0 a 1	tip. 1,5 ms <1,0 ms (I5,I6)	tip. 1,5 ms
• cambio de 1 a 0	tip. 1,5 ms <1,0 ms (I5,I6)	tip. 1,5 ms
Longitud del conductor (sin blindaje)	100 m	100 m
Entradas analógicas		
Cantidad	2 (I7 = AI1, I8 = AI2)	
Margen	0 ... 10 V DC Impedancia de entrada 76 kΩ	
Tiempo de ciclo para la formación de valores analógicos	300 ms	
Tensión de entrada máx.	28,8 V CC	
Longitud de la línea (blindada y trenzada)	10 m	
Salidas digitales		
Cantidad	4	4
Tipo de las salidas	Salidas a relé	Salidas a relé
Separación galvánica	sí	sí
En grupos de	1	1
Activación de una entrada digital	sí	sí
Tensión de salida		

Especificaciones técnicas

	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RCo	LOGO! DM8 12/24R
Intensidad de salida		
Corriente constante I_{th} (por cada borne)	máx. 10 A por relé	máx. 5 A por relé
Carga de lámparas incandescentes (25.000 maniobras) en caso de	1.000 W	1.000 W
Tubos fluorescentes con dispositivo previo electr. (25.000 histérisis)	10 x 58 W	10 x 58 W
Tubos fluorescentes compensados convencionalmente (25.000 maniobras)	1 x 58 W	1 x 58 W
Tubos fluorescentes no compensados (25.000 maniobras)	10 x 58 W	10 x 58 W
A prueba de cortocircuitos y sobrecarga		
Limitación de corriente en cortocircuitos		
Derating	ninguno; en todo el rango de temperatura	ninguno; en todo el rango de temperatura
Resistencia a cortocircuitos cos 1	Contactador potencia B16 600 A	Contactador potencia B16 600 A
Resistencia a cortocircuitos cos 0,5 a 0,7	Contactador potencia B16 900 A	Contactador potencia B16 900 A
Conexión de las salidas en paralelo para aumentar la potencia	no admisible	no admisible
Protección de un relé de salida (si se desea)	máx. 16 A, característica B16	máx. 16 A, característica B16

	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RCo	LOGO! DM8 12/24R
Frecuencia de conmutación		
Mecánica	10 Hz	10 Hz
Eléctrica		
Carga óhmica/carga de lámparas	2 Hz	2 Hz
Carga inductiva	0,5 Hz	0,5 Hz

A.9 Capacidad de conmutación y vida útil de las salidas de relé

Carga óhmica

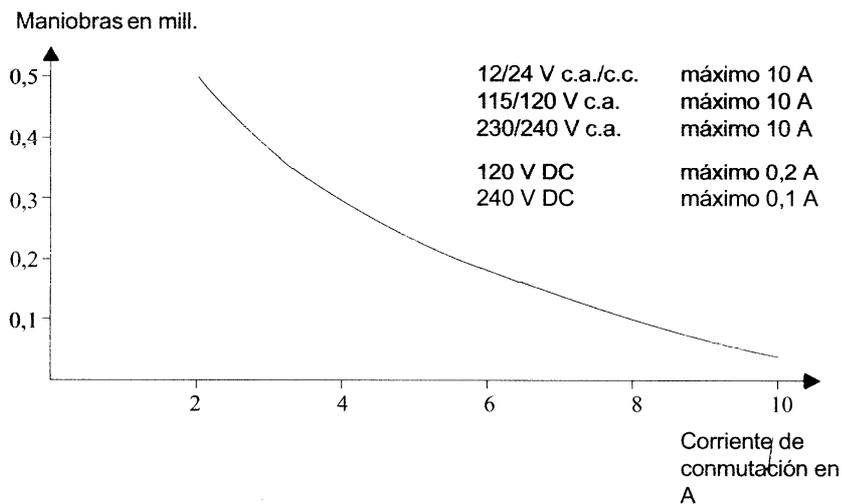


Figura A Capacidad de conmutación y vida útil de los contactos con carga óhmica (calentamiento)

ANEXO 3

TLO84 DATASHEET

TL081, TL081A, TL081B, TL082, TL082A, TL082B TL082Y, TL084, TL084A, TL084B, TL084Y JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS

SLOS081E – FEBRUARY 1977 – REVISED FEBRUARY 1999

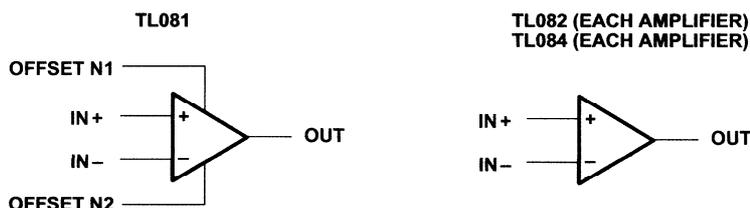
- Low Power Consumption
- Wide Common-Mode and Differential Voltage Ranges
- Low Input Bias and Offset Currents
- Output Short-Circuit Protection
- Low Total Harmonic Distortion . . . 0.003% Typ
- High Input Impedance . . . JFET-Input Stage
- Latch-Up-Free Operation
- High Slew Rate . . . 13 V/μs Typ
- Common-Mode Input Voltage Range Includes V_{CC+}

description

The TL08x JFET-input operational amplifier family is designed to offer a wider selection than any previously developed operational amplifier family. Each of these JFET-input operational amplifiers incorporates well-matched, high-voltage JFET and bipolar transistors in a monolithic integrated circuit. The devices feature high slew rates, low input bias and offset currents, and low offset voltage temperature coefficient. Offset adjustment and external compensation options are available within the TL08x family.

The C-suffix devices are characterized for operation from 0°C to 70°C. The I-suffix devices are characterized for operation from –40°C to 85°C. The Q-suffix devices are characterized for operation from –40°C to 125°C. The M-suffix devices are characterized for operation over the full military temperature range of –55°C to 125°C.

symbols



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**

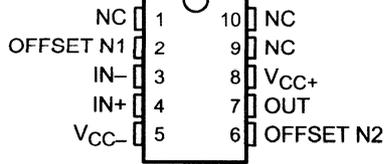
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1999, Texas Instruments Incorporated
On products compliant to MIL-PRF-38535, all parameters are tested unless otherwise noted. On all other products, production processing does not necessarily include testing of all parameters.

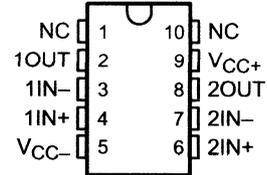
**TL081, TL081A, TL081B, TL082, TL082A, TL082B
TL082Y, TL084, TL084A, TL084B, TL084Y
JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS**

SLOS081E – FEBRUARY 1977 – REVISED FEBRUARY 1999

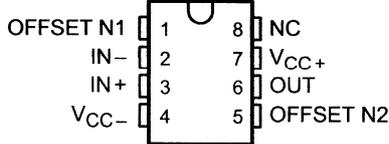
**TL081M
U PACKAGE
(TOP VIEW)**



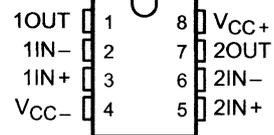
**TL082M
U PACKAGE
(TOP VIEW)**



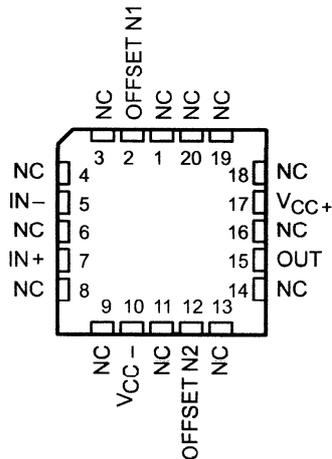
**TL081, TL081A, TL081B
D, JG, P, OR PW PACKAGE
(TOP VIEW)**



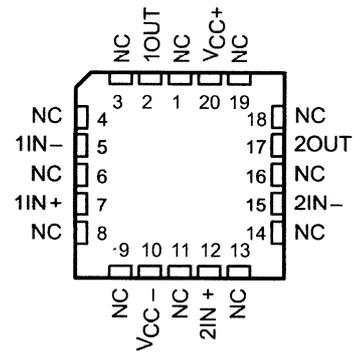
**TL082, TL082A, TL082B
D, JG, P, OR PW PACKAGE
(TOP VIEW)**



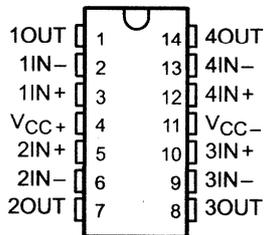
**TL081M ... FK PACKAGE
(TOP VIEW)**



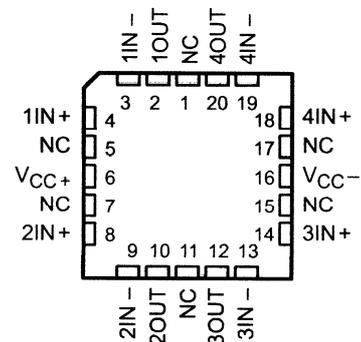
**TL082M ... FK PACKAGE
(TOP VIEW)**



**TL084, TL084A, TL084B
D, J, N, PW, OR W PACKAGE
(TOP VIEW)**



**TL084M ... FK PACKAGE
(TOP VIEW)**



NC – No internal connection



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

**TL081, TL081A, TL081B, TL082, TL082A, TL082B
TL082Y, TL084, TL084A, TL084B, TL084Y
JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS**

SLOS081E – FEBRUARY 1977 – REVISED FEBRUARY 1999

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

	TL08_C TL08_AC TL08_BC	TL08_I	TL084Q	TL08_M	UNIT
Supply voltage, V_{CC+} (see Note 1)	18	18	18	18	V
Supply voltage V_{CC-} (see Note 1)	-18	-18	-18	-18	V
Differential input voltage, V_{ID} (see Note 2)	± 30	± 30	± 30	± 30	V
Input voltage, V_I (see Notes 1 and 3)	± 15	± 15	± 15	± 15	V
Duration of output short circuit (see Note 4)	unlimited	unlimited	unlimited	unlimited	
Continuous total power dissipation	See Dissipation Rating Table				
Operating free-air temperature range, T_A	0 to 70	-40 to 85	-40 to 125	-55 to 125	$^{\circ}\text{C}$
Storage temperature range, T_{stg}	-65 to 150	-65 to 150	-65 to 150	-65 to 150	$^{\circ}\text{C}$
Case temperature for 60 seconds, T_C	FK package			260	$^{\circ}\text{C}$
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 60 seconds	J or JG package			300	$^{\circ}\text{C}$
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	D, N, P, or PW package	260	260	260	$^{\circ}\text{C}$

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTES: 1. All voltage values, except differential voltages, are with respect to the midpoint between V_{CC+} and V_{CC-} .

2. Differential voltages are at $IN+$ with respect to $IN-$.

3. The magnitude of the input voltage must never exceed the magnitude of the supply voltage or 15 V, whichever is less.

4. The output may be shorted to ground or to either supply. Temperature and/or supply voltages must be limited to ensure that the dissipation rating is not exceeded.

DISSIPATION RATING TABLE

PACKAGE	$T_A \leq 25^{\circ}\text{C}$ POWER RATING	DERATING FACTOR	DERATE ABOVE T_A	$T_A = 70^{\circ}\text{C}$ POWER RATING	$T_A = 85^{\circ}\text{C}$ POWER RATING	$T_A = 125^{\circ}\text{C}$ POWER RATING
D (8 pin)	680 mW	5.8 mW/ $^{\circ}\text{C}$	32 $^{\circ}\text{C}$	460 mW	373 mW	N/A
D (14 pin)	680 mW	7.6 mW/ $^{\circ}\text{C}$	60 $^{\circ}\text{C}$	604 mW	490 mW	186 mW
FK	680 mW	11.0 mW/ $^{\circ}\text{C}$	88 $^{\circ}\text{C}$	680 mW	680 mW	273 mW
J	680 mW	11.0 mW/ $^{\circ}\text{C}$	88 $^{\circ}\text{C}$	680 mW	680 mW	273 mW
JG	680 mW	8.4 mW/ $^{\circ}\text{C}$	69 $^{\circ}\text{C}$	672 mW	546 mW	210 mW
N	680 mW	9.2 mW/ $^{\circ}\text{C}$	76 $^{\circ}\text{C}$	680 mW	597 mW	N/A
P	680 mW	8.0 mW/ $^{\circ}\text{C}$	65 $^{\circ}\text{C}$	640 mW	520 mW	N/A
PW (8 pin)	525 mW	4.2 mW/ $^{\circ}\text{C}$	25 $^{\circ}\text{C}$	336 mW	N/A	N/A
PW (14 pin)	700 mW	5.6 mW/ $^{\circ}\text{C}$	25 $^{\circ}\text{C}$	448 mW	N/A	N/A
U	675 mW	5.4 mW/ $^{\circ}\text{C}$	25 $^{\circ}\text{C}$	432 mW	351 mW	135 mW
W	680 mW	8.0 mW/ $^{\circ}\text{C}$	65 $^{\circ}\text{C}$	640 mW	520 mW	200 mW



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

**TL081, TL081A, TL081B, TL082, TL082A, TL082B
TL082Y, TL084, TL084A, TL084B, TL084Y
JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS**

SLOS081E – FEBRUARY 1977 – REVISED FEBRUARY 1999

electrical characteristics, $V_{CC\pm} = \pm 15\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	TL082Y, TL084Y			UNIT
		MIN	TYP	MAX	
V_{IO} Input offset voltage	$V_O = 0$, $R_S = 50\ \Omega$		3	15	mV
αV_{IO} Temperature coefficient of input offset voltage	$V_O = 0$, $R_S = 50\ \Omega$		18		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
I_{IO} Input offset current‡	$V_O = 0$,		5	200	pA
I_{IB} Input bias current‡	$V_O = 0$,		30	400	pA
V_{ICR} Common-mode input voltage range		± 11	-12 to 15		V
V_{OM} Maximum peak output voltage swing	$R_L = 10\ \text{k}\Omega$,	± 12	± 13.5		V
A_{VD} Large-signal differential voltage amplification	$V_O = \pm 10\ \text{V}$, $R_L \geq 2\ \text{k}\Omega$	25	200		V/mV
B_1 Unity-gain bandwidth			3		MHz
r_i Input resistance			10^{12}		Ω
CMRR Common-mode rejection ratio	$V_{IC} = V_{ICRmin}$, $V_O = 0$, $R_S = 50\ \Omega$	70	86		dB
kSVR Supply voltage rejection ratio ($\Delta V_{CC\pm} / \Delta V_{IO}$)	$V_{CC} = \pm 15\ \text{V}$ to $\pm 9\ \text{V}$, $V_O = 0$, $R_S = 50\ \Omega$	70	86		dB
I_{CC} Supply current (per amplifier)	$V_O = 0$, No load		1.4	2.8	mA
V_{O1}/V_{O2} Crosstalk attenuation	$A_{VD} = 100$		120		dB

† All characteristics are measured under open-loop conditions with zero common-mode voltage unless otherwise specified.

‡ Input bias currents of a FET-input operational amplifier are normal junction reverse currents, which are temperature sensitive as shown in Figure 17. Pulse techniques must be used that maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible.

operating characteristics, $V_{CC\pm} = \pm 15\ \text{V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
SR Slew rate at unity gain	$V_I = 10\ \text{V}$, $R_L = 2\ \text{k}\Omega$, $C_L = 100\ \text{pF}$, See Figure 1	8	13		V/ μs
t_r Rise time	$V_I = 20\ \text{mV}$, $R_L = 2\ \text{k}\Omega$, $C_L = 100\ \text{pF}$, See Figure 1		0.05		μs
Overshoot factor			20%		
V_n Equivalent input noise voltage	$R_S = 20\ \Omega$	$f = 1\ \text{kHz}$		18	nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		$f = 10\ \text{Hz}$ to $10\ \text{kHz}$		4	μV
I_n Equivalent input noise current	$R_S = 20\ \Omega$, $f = 1\ \text{kHz}$		0.01		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
THD Total harmonic distortion	$V_{I rms} = 6\ \text{V}$, $f = 1\ \text{kHz}$, $A_{VD} = 1$, $R_S \leq 1\ \text{k}\Omega$, $R_L \geq 2\ \text{k}\Omega$,		0.003%		

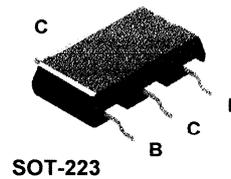
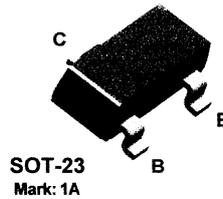
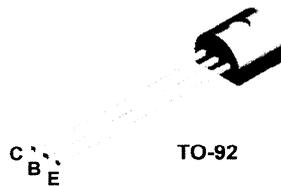
ANEXO 4

2N3904 DATASHEET

2N3904

MMBT3904

PZT3904



NPN General Purpose Amplifier

This device is designed as a general purpose amplifier and switch. The useful dynamic range extends to 100 mA as a switch and to 100 MHz as an amplifier.

Absolute Maximum Ratings*

$T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage	40	V
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	60	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	6.0	V
I_C	Collector Current - Continuous	200	mA
T_J, T_{stg}	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

NOTES:

- 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.
- 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

Thermal Characteristics

$T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Characteristic	Max			Units
		2N3904	*MMBT3904	**PZT3904	
P_D	Total Device Dissipation	625	350	1,000	mW
	Derate above 25 $^\circ\text{C}$	5.0	2.8	8.0	mW/ $^\circ\text{C}$
$R_{\theta JC}$	Thermal Resistance, Junction to Case	83.3			$^\circ\text{C/W}$
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	200	357	125	$^\circ\text{C/W}$

*Device mounted on FR-4 PCB 1.6" X 1.6" X 0.06."

**Device mounted on FR-4 PCB 36 mm X 18 mm X 1.5 mm; mounting pad for the collector lead min. 6 cm².

NPN General Purpose Amplifier

(continued)

Electrical Characteristics

$T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min	Max	Units
OFF CHARACTERISTICS					
$V_{(BR)CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = 1.0\text{ mA}, I_B = 0$	40		V
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 10\ \mu\text{A}, I_E = 0$	60		V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10\ \mu\text{A}, I_C = 0$	6.0		V
I_{BL}	Base Cutoff Current	$V_{CE} = 30\text{ V}, V_{EB} = 3\text{ V}$		50	nA
I_{CEX}	Collector Cutoff Current	$V_{CE} = 30\text{ V}, V_{EB} = 3\text{ V}$		50	nA

ON CHARACTERISTICS*

h_{FE}	DC Current Gain	$I_C = 0.1\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$	40	300	
		$I_C = 1.0\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$	70		
		$I_C = 10\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$	100		
		$I_C = 50\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$	60		
		$I_C = 100\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$	30		
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 1.0\text{ mA}$		0.2	V
		$I_C = 50\text{ mA}, I_B = 5.0\text{ mA}$		0.3	V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 1.0\text{ mA}$	0.65	0.85	V
		$I_C = 50\text{ mA}, I_B = 5.0\text{ mA}$		0.95	V

SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS

f_T	Current Gain - Bandwidth Product	$I_C = 10\text{ mA}, V_{CE} = 20\text{ V}, f = 100\text{ MHz}$	300		MHz
C_{obo}	Output Capacitance	$V_{CB} = 5.0\text{ V}, I_E = 0, f = 1.0\text{ MHz}$		4.0	pF
C_{ibo}	Input Capacitance	$V_{EB} = 0.5\text{ V}, I_C = 0, f = 1.0\text{ MHz}$		8.0	pF
NF	Noise Figure	$I_C = 100\ \mu\text{A}, V_{CE} = 5.0\text{ V}, R_S = 1.0\text{ k}\Omega, f = 10\text{ Hz to }15.7\text{ kHz}$		5.0	dB

SWITCHING CHARACTERISTICS

t_d	Delay Time	$V_{CC} = 3.0\text{ V}, V_{BE} = 0.5\text{ V},$		35	ns
t_r	Rise Time	$I_C = 10\text{ mA}, I_{B1} = 1.0\text{ mA}$		35	ns
t_s	Storage Time	$V_{CC} = 3.0\text{ V}, I_C = 10\text{ mA}$		200	ns
t_f	Fall Time	$I_{B1} = I_{B2} = 1.0\text{ mA}$		50	ns

*Pulse Test: Pulse Width $\leq 300\ \mu\text{s}$, Duty Cycle $\leq 2.0\%$

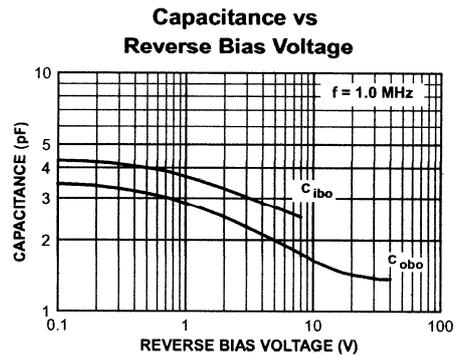
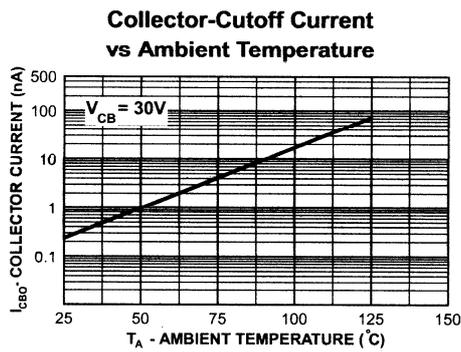
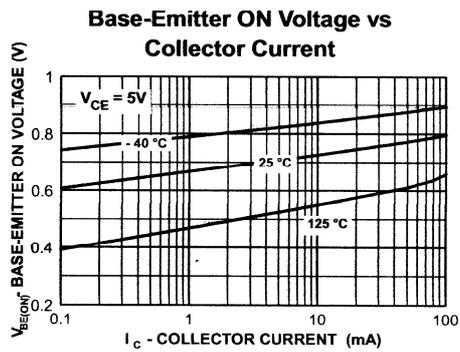
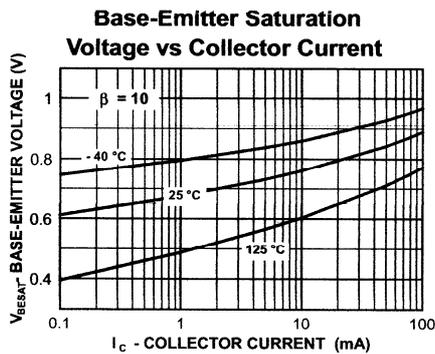
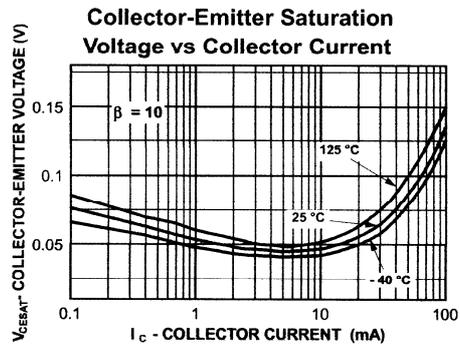
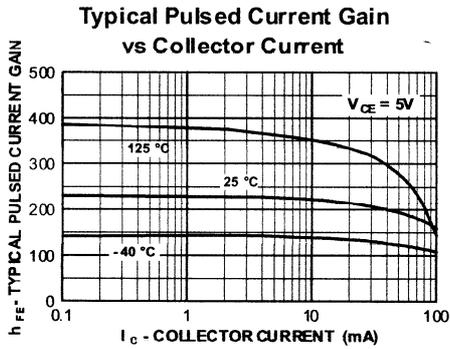
Spice Model

NPN (Is=6.734f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=74.03 Bf=416.4 Ne=1.259 Ise=6.734 Ikf=66.78m Xtb=1.5 Br=.7371 Nc=2 Isc=0 Ikr=0 Rc=1 Cjc=3.638p Mjc=.3085 Vjc=.75 Fc=.5 Cje=4.493p Mje=.2593 Vje=.75 Tr=239.5n Tf=301.2p Itf=.4 Vtf=4 Xtf=2 Rb=10)

NPN General Purpose Amplifier
(continued)

2N3904 / MMBT3904 / PZT3904

Typical Characteristics



ANEXO 5

SENSOR

MOVIMIENTO

TS-6511 SPECIFICATIONS

Supply Voltage:	12VDC
Current Drain:	18MA Stand by
Alarm Contact:	20MA Max@ 12VDC
Tamper Switch:	1AMP Max@ 12VDC
Warm Up Period:	30 Seconds
Sentivity:	Selectable Link-Normal, Medium
Mounting Height:	2.2 MTR Nominal
Vertical Bean Adjustment:	Screw Adjustable

SENSITIVITY

NORMAL SENSITIVITY

With the jumper in this position the PIR is most sensitive. Movement into or out of a bean creating an alarm condition.

MEDIUM SENSITIVITY

With the jumper in this position the PIR requires movement into and out of a bean to create alarm condition.

LOW SENSITIVITY

With the jumper in this position the PIR requires movement into and out of several beans to create an alarm condition.

TS-6511 PASSIVE INFRARED DETECTOR(SMD)

The TS-6511 design incorporates highly reliable SMD circuitry excellent detection capability. Along with an exceptional high immunity to prevent from false alarms.

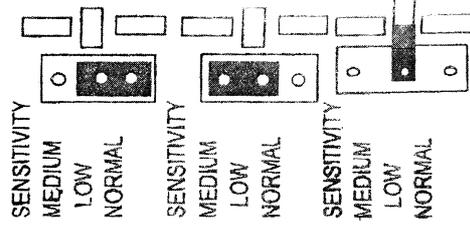
MAJOR FEATURES

- *High PIR Rejection
- *Selectable Sensitivity
- *Lens Library -SMD
- Long Range
- Curtain

- *Dual Element Pyroelectric Detector
- *Fail Safe Output

MOUNTING THE DETECTOR

TS-6511 is designed to be wall or corner mounted at a height of 2.2 meters approximately. Detection zone height may be varied by vertical adjustment of the PCB draughts do not enter through any holes made in the case. Avoid pointing PIR's at heat sources, especially the sun, or white light(car headlights).



WIRING CONNECTIONS

+ -12VDC

Connect to a regulated 12VDC out from the control unit.

C-NC TMRP

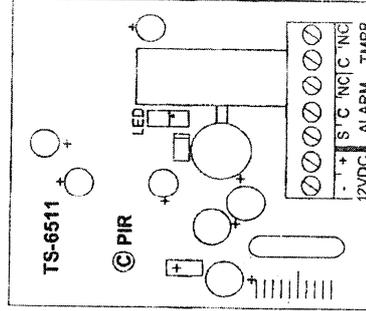
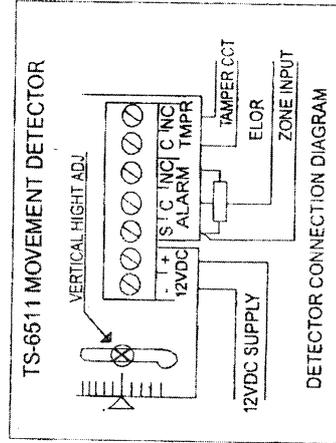
Normally closed contacts opening when the detector cover is removed.

S TERMINAL

Spare termination which may be utilized when terminating the controls "End of line resistor"

C-NC ALARM

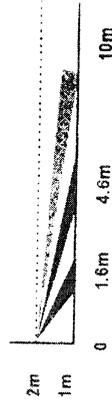
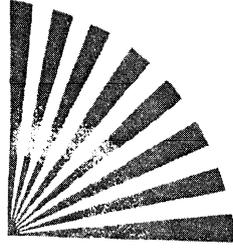
Normally closed contact opening on activation or removal of 12VDC



DETECTION PATTERNS

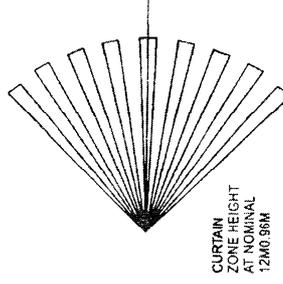
Standard Lens

Range 15 Meters
Viewing Angle 90°
Detection Zones 48



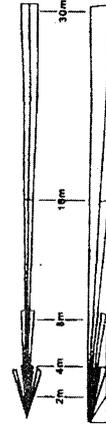
Curtain Lens

Range 12 Meters
Beam Width 0.9 Meters
Detection Zones 11
(Vertical)



Long Range Lens

Range 30 Meters
Beam Height 3 Meters
Detection Zones 10



LONG RANGE
ZONES COMPARED WITH STANDARD

ANEXO 6

MANUAL DEL

USUARIO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de funcionamiento 120VAC/60Hz
- Potencia máxima (dada por el calefactor) 1500W (+5% -15%)

INSTRUCCIONES PREVIAS AL USO

- No instalar el sistema a la intemperie, está diseñado para interiores.
- Asegúrese de que el calefactor esté en una superficie firme y nivelada, y lejos de materiales altamente inflamables.
- Evite sobrecargar el circuito eléctrico, no utilice otro aparato o sistema de alta potencia en el mismo tomacorriente.
- Si la habitación permanece cerrada ventilarla cada cierto tiempo para evitar que el aire se vicie.
- No permitir que el sistema ni sus partes sean manejados por niños.
- No intente manipular el PLC, puede causar daños en el programa.
- Si se va a ausentar por un largo periodo de tiempo desconecte de la toma eléctrica al sistema.

INSTRUCCIONES DE USO

El sistema tiene dos modos de funcionamiento Automático y Manual.



Cualquiera que sea el modo que escoja en la pantalla del PLC visualizará la temperatura de la habitación.

Modo Automático

1. Para comenzar el funcionamiento conecte el sistema al tomacorriente.
2. En el panel de control que se encuentra en la caja del PLC seleccione el modo AUTO. En este modo no tiene que realizar ninguna otra acción, el sistema trabajará por si solo en función de la temperatura de la habitación como muestra la siguiente tabla.

TEMPERATURA °C	Elemento y posición activados
Menor 16	Calefactor posición 3
Menor 18	Calefactor posición 2
Menor 20	Calefactor posición 1
20-22	No realiza acción
Mayor 22	Ventilador posición 1
Mayor 24	Ventilador posición 2
Mayor 27	Ventilador posición 3
Mayor 30	Ventilador posición 3 + Alarma

Modo Manual

1. Conecte el sistema a un tomacorriente de 120V.
2. En el panel seleccione el modo manual.
3. En el panel seleccione con cuál elemento desea trabajar, ventilador o calefactor.
4. Dependiendo de su gusto seleccione en que posición (1-2-3) desee que trabaje el elemento que seleccionó en el punto anterior.