

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería Electrónica



Instituto Costarricense de Electricidad

ICE

**“Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo de
Temperaturas para la Sala de Transmisión del
ICE en San Pedro”**

**Informe de Proyecto de Graduación para optar por el
Grado de Bachiller en Ingeniería Electrónica**

Alonso Piedra Gutiérrez

Cartago, 2000

INDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción de la empresa	2
1.1.1 El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)	2
1.1.2 Proceso de Transmisión del ICE.....	4
1.2 Definición del problema y su importancia	5
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo General	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	8
CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES	9
2.1 Estudio del problema a resolver	10
2.1.1 Metodología	10
2.1.2 Sensores	12
2.1.2.1 Termopares	12
2.1.2.2 RTD's	14
2.1.2.3 Termistores	15
2.1.2.4 Termómetro y Termostato digital marca Dallas	16
2.1.2.5 Sensor de precisión de temperatura integrado marca National	17
2.1.3 Determinación del sensor usado.....	19
2.2 Requerimientos de la empresa	19
2.3 Solución propuesta	23
2.3.1 Diagrama de Bloques General	24
2.3.2 Bloque de Sensores	25
2.3.3 Bloque de Adquisición y Procesamiento de Datos	26
2.3.4 Bloque de Control y Direccionamiento	26

Continúa pág. siguiente...

2.3.5	Alarma	27
2.3.6	PC	28
CAPITULO 3: PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....		29
3.1	Estudio de Mercado	30
3.2	Pruebas de sensor	32
3.2.1	Respuesta eléctrica del sensor de precisión LM35 bajo parámetros controlados.....	32
3.2.2	Respuesta eléctrica del sensor bajo condiciones actuales de la sala de Transmisión del ICE en San Pedro.....	35
3.3	Diseño y puesta en marcha del Hardware	37
CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE UTILIZADO.....		44
4.1	Sensores	45
4.2	Bloque de Adquisición y Procesamiento de Datos.....	46
4.3	Bloque de Control y Direccionamiento.....	48
4.4	Bloque de Alarma.....	50
CAPÍTULO 5: DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA		51
5.1	El Puerto Paralelo.....	52
5.2	Propiedades del hardware	55
5.3	Dirección de Puerto.....	57
5.4	Registros del puerto paralelo	57
5.5	Puertos Bidireccionales.....	58
5.6	Escritura y lectura de datos del puerto paralelo	59
5.6.1	Escritura de datos al puerto paralelo	59

Continúa pág. siguiente...

5.6.2	Lectura de datos del puerto	60
5.7	Diseño del controlador para manejo del puerto paralelo	62
5.8	Diseño del programa para las pruebas del control del puerto paralelo.....	66
5.9	Diseño de Interfaz Gráfica para el usuario	71
5.9.1	Menú Archivo	72
5.9.2	Menú Distribución.....	73
5.9.3	Menú Prueba de Módulos.....	73
5.9.4	Menú acerca de.....	73
5.10	Componentes del programa final.....	74
5.11	Descripción general de programa	74
5.12	Detalle de los procesos.....	76
5.13	Lectura de la información de un sensor	77
5.14	Prueba de los sensores	78
5.15	Graficado	78
CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		80
6.1	Explicación del diseño	81
6.1.1	Modo de operación normal y modo de alarma	81
6.1.2	Modo de operación normal	81
6.1.3	Ocurrencias complementarias.....	89
6.1.4	Modo de operación alarma.....	90
6.2	Alcances y limitaciones	91

Continúa pág. siguiente...

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
7.1 Conclusiones.....	97
7.2 Recomendaciones.....	98
BIBLIOGRAFÍA	101
APÉNDICES Y ANEXOS	105
APÉNDICE 1: DIAGRAMAS ELÉCTRICOS.....	106
APÉNDICE 2: CIRCUITOS IMPRESOS.....	109
ANEXOS: IMÁGENES.....	112

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema general del sistema	10
Figura 2	Termopar tipo K.....	13
Figura 3	RTD de níquel de 120Ω	14
Figura 4	Termistor sintético de óxido de manganeso	16
Figura 5	Esquema de un Sensor Dallas 1620.....	17
Figura 6	Vista inferior del integrado LM35 (figura 6.a); funcionalidad eléctrica (figura 6.b).....	18
Figura 7	Diagrama de Bloques General.....	24
Figura 8	Circuito básico recomendado por el fabricante	33
Figura 9	Curva de respuesta del sensor utilizado	33
Figura 10	Sensor usado en las pruebas de laboratorio.....	34
Figura 11	Una muestra de las mediciones registradas en el osciloscopio	36
Figura 12	Muestra del nivel CD amplificado 50 veces en magnitud y 10 veces en el tiempo	36
Figura 13	Diagrama de básico de la etapa de Adquisición de Datos	38
Figura 14	Diagrama de básico de la etapa de Control	40
Figura 15	Diagrama de la fuente de poder provisional.....	42
Figura 16	Fuente de poder del sistema de monitoreo de temperaturas	43
Figura 17	Diagrama Eléctrico de Sensores.....	45
Figura 18	Diagrama Eléctrico de la etapa de Adquisición y Procesamiento de Datos.....	48
Figura 19	Bloque de Control y Direccionamiento	49
Figura 20	Bloque de Alarma.....	50
Figura 21	Conector Centronics DB25.....	52
Figura 22	Direcciones de registros de puerto paralelo	57
Figura 23	Configuración básica del puerto paralelo	58
Figura 24	Forma principal del programa de prueba de puertos.....	67
Figura 25	Circuito sugerido a la hora de hacer pruebas de puerto paralelo.....	68
Figura 26	Forma principal del programa de Monitoreo de Temperaturas	71
Figura 27	Diagrama de tiempos hardware/software.....	76
Figura 28	Diagrama de transición de estados.....	77
Figura 29	Diagrama de tiempos del ADC0804.....	84
Figura 30	Diagrama de la compuerta NAND 7401	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Análisis de termopares	13
Tabla 2	Tipos de termopares investigados	13
Tabla 3	Análisis de los RTD	14
Tabla 4	Análisis de los termistores	15
Tabla 5	Análisis del termómetro / termostato marca Dallas	17
Tabla 6	Análisis del sensor de temperatura National	18
Tabla 7	Análisis de los sensores considerados como mejor opción	19
Tabla 8	Tabla comparativa de algunos sensores investigados	31
Tabla 9	Opciones disponibles de los sensores de precisión marca National	31
Tabla 10	Respuesta de 3 diferentes sensores en 3 sitios diferentes	35
Tabla 11	Desviaciones y errores detectados	37
Tabla 12	Muestra obtenida en un rango de 3°C	39
Tabla 13	Código de instrucciones	41
Tabla 14	Habilitación de Multiplexores y buffers	47
Tabla 15	Distribución de pines	56
Tabla 16	Direcciones del puerto paralelo	57
Tabla 17	Archivos principales del programa	74
Tabla 18	Componentes del programa complementario	75
Tabla 19	Comportamiento del control del bus interno	88

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la empresa

1.1.1 El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)

El desarrollo de las telecomunicaciones lo inicia en el país la Compañía Nacional de Fuerza y Luz. En la década del 50, funcionaba un sistema telefónico manual con aproximadamente 10.000 clientes. Este sistema se volvió obsoleto, y se recibieron las ampliaciones necesarias para un mercado en crecimiento.

A partir de 1963, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) tiene la responsabilidad por medio de la ley No. 3226, del establecimiento, mejoramiento, extensión y operación de los servicios de comunicaciones telefónicas, telegráficas, radiotelegráficas y radio telefónicas.

En 1966 el ICE instala las primeras cuatros centrales telefónicas automáticas; para 1970 ya se habían instalado en total 24 centrales abarcando los principales centros poblacionales del país.

En la década de los 70, el crecimiento de nuevas centrales no se hace esperar y además empieza con la extensión de los nuevos servicios telefónicos a las diferentes áreas rurales, con centrales ubicadas en esas regiones; también se da un gran crecimiento de del número de teléfonos públicos, tanto en el área metropolitana como en el área rural. De esta forma el ICE, por medio de las Telecomunicaciones, se compromete con la universalización y democratización del sistema.

Actualmente se cubren prácticamente todos los rincones del país y al 94 % de la población. En esta misma década, se enlaza Centroamérica, México y Panamá, a través de la Red Centroamericana de Microondas y se inicia con el funcionamiento de Sistema de Marcación Internacional Directa de Abonado (MIDA) que une a Costa Rica con Centroamérica, Estados Unidos y el resto del mundo.

Durante la década de los 80, el crecimiento de las telecomunicaciones no se hace esperar, aumentando en gran cantidad el número de líneas telefónicas y la capacidad de la central internacional; también se inicia la instalación del sistema digital, con el fin de ampliar las centrales más importantes del área metropolitana.

En la década de los noventa se amplía el sistema de larga distancia y la Red Interurbana de Microondas. En 1994 entra a funcionar el sistema de siete dígitos, con el fin de aumentar el numero de líneas, además se inicia con el Servicio de Telefonía Celular. En 1997 el número de líneas celulares alcanzó las 65.000.

En la actualidad, se trabaja en la Digitalización del Sistema Nacional de Telecomunicaciones, con el fin de concordar con los adelantos tecnológicos de los países más desarrollados, con lo que se pretende el uso de un sistema enteramente computadorizado, establecer y configurar nuevos servicios de la mano con adelantos video-informáticas, mayor eficiencia, mayor confiabilidad, y mejorar el funcionamiento de los equipos. Se pretende también colaborar en proyectos con sistemas internacionales de interconexión del país con el resto del mundo a través de cables de fibras ópticas. El cable de fibra óptica consiste de uno o dos hilos flexibles de vidrio ultrapuro cuyo grosor es aproximadamente similar al de un cabello. Este posee un gran ancho de banda (por el orden de los 10Thz) y por consiguiente tiene una gran capacidad de transmisión que le permite el manejo de gran cantidad de llamadas telefónicas, muchísimos programas de televisión e infinidad de señales computarizadas al mismo tiempo. Costa Rica, por medio de la institución, ha logrado un gran avance en telefonía y telecomunicaciones, lo cual ha fortalecido el enlace con el resto del planeta.

1.1.2 Proceso de Transmisión del ICE

El proceso de Transmisión del ICE pertenece a la llamada UEN (Gestión de Red y Mantenimiento) donde él mismo encaja dentro del nivel de "Gestión de Averías", "Conmutación", "Electromecánica y Civil" y "Planta Eterna", entre otros. A saber el Departamento de Transmisión cuenta con dos instalaciones físicas principales: el Edificio Administrativo, localizado al costado sur del Edificio Central del ICE en San Pedro y el Proceso de Transmisión en el sexto piso del Edificio Central.

En el cuarto piso del mismo edificio se le ha asignado un espacio físico para el equipo propio de radioenlaces de baja capacidad, radiotelefonía, microondas, múltiplex de fibra óptica y sincronización y el laboratorio de reparación. (ver organización del espacio físico en Apéndices)

Dentro del amplio margen de actividades y tareas propias del Departamento en cuanto a operaciones y mantenimiento de equipos se enumeran: pruebas de aceptación (del equipo entrante), reparación de averías, mantenimiento preventivo y trabajos especializados, así como la operación de los equipos que suplen la telefonía fija nacional.

1.2 Definición del problema y su importancia

Actualmente en las salas de Transmisión se mantiene un arreglo de "pasillos" cuyos niveles dependen del tamaño propio del equipo montado. Existen pasillos "dedicados" donde se localiza por ejemplo la parte de los equipos PCM multiplexores y en otros se tiene equipo de diversa naturaleza. Es por esa misma diversidad de equipo que se producen focos de disipación energética en forma desigual a través del área del inmueble lo que produce problemas en los equipos, mayormente se reportan problemas por el factor elevado de temperatura que disipan y que no se compensan apropiadamente.

Existen dos factores que agravan el problema: la adquisición y puesta en marcha de nuevo equipo (un ejemplo de esto es el proyecto Cable Maya) y la actual disposición del aire acondicionado.

Específicamente en el cuarto piso del edificio en San Pedro el equipo entrante no está dispuesto en orden de disipación de potencia ni de emisión energética sino que se instala donde así se requiera, por otro lado se tienen las únicas 3 ventilas de aire acondicionado que en determinado momento fue suficiente para compensar y proveer una temperatura baja y uniforme.

En resumen, la disposición actual del equipo y la naturaleza del mismo imposibilita a la actual fuente del aire acondicionado proporcionar una compensación térmica adecuada.

Esta problemática repercute directamente en la eficiencia del equipo que obliga a corto y mediano plazo a invertir mas recursos técnicos en proveer mantenimiento preventivo y correctivo, lo anterior aunado al consumo de repuestos, obligando a una inversión extra de tiempo y recursos económicos.

El efecto inmediato de un cuarto dedicado a diferentes equipos de transmisión de baja / media y alta potencia así como de media y de alta capacidad trabajando las 24 horas del día todo el año con un sistema de enfriamiento insuficiente ha provocado recalentamientos de los equipos y se ha dado fallo de los equipos de mediano a alto nivel.

En realidad se debe contar con un equipo de aire acondicionado que satisfaga los estándares de rangos de temperatura de todos los equipos. Para ello el ICE necesita que Transmisión proporcione un estudio detallado de comportamiento de la temperatura en esa instalación con el objetivo de evaluar un posible rediseño del sistema existente, la potencia necesaria, sus opciones inteligentes de control etc., o bien de ser necesario remover el sistema existente e implementar un sistema tal que compense en forma efectiva la temperatura que se disipa en toda la zona.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Implementar un sistema amigable y flexible de supervisión que sea capaz de mostrar en forma gráfica el comportamiento térmico de los equipos de transmisión instalados en el Departamento de Transmisión del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)

1.3.2 Objetivos Específicos

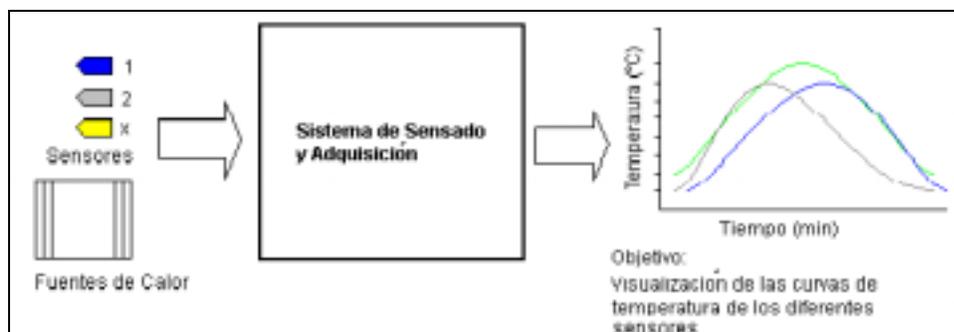
1. Realizar un estudio de mercado de los sensores térmicos a emplear en el diseño.
2. Diseñar un sensor operable bajo las condiciones actuales del Departamento de Telecomunicaciones (etapa de respuesta ante el sensor seleccionado y las condiciones de ruido y longitudes de línea sensor - caja central).
3. Realizar las pruebas de los sensores una vez montados en caja central.
4. Diseñar la etapa de adquisición de datos (sistema de multiplexado y de control).
5. Prueba conjunta de sensores (determinación de márgenes de error, ruido, cables empleados, etc.) en función a su dato binario final.
6. Diseñar y probar la interfaz al P.C.
7. Diseñar la base de datos y despliegue final de la información en un entorno visual amigable como lo es Visual Basic.

CAPÍTULO 2
ANTECEDENTES

2.1 Estudio del problema a resolver

Se diseñará y construirá un sistema de sensado y muestreo de temperaturas, con el fin de crear una base de datos y poder desplegar gráficamente el comportamiento de la temperatura contra tiempo para los diversos pasillos del Departamento de Transmisión del ICE y asimismo crear una "salida" de control futuro (ON/OFF o TTL) de alarma.

El sistema tiene la siguiente estructura general:



Visio Technical 4.1

Figura 1 Esquema general del sistema

2.1.1 Metodología

Primeramente se realizó un estudio de los puntos de monitoreo y luego se hizo un análisis de los requerimientos necesarios para la medición de la temperatura. El criterio de diseño se llega a completar una vez analizadas las ventajas y las desventajas de los tipos de sensores seleccionados para desarrollar la aplicación.

El sensor requerido debe contar con características apropiadas para el desarrollo del proyecto, las cuales son:

- Linealidad (La linealidad es muy importante debido a que se puede tener una relación más precisa de los cambios de temperatura)
- Rango de temperatura
- Inmunidad al ruido

Antes de cualquier tipo de implementación de circuito se realizó un estudio de mercado previo ya que fue necesario seleccionar el sensor de temperatura que mejor se adecuara a las necesidades y condiciones de las variables propias del diseño tales como el rango de temperatura, tamaño del sensor, etc.

Una vez determinadas tales condiciones se procede a:

- Búsqueda del componente en los manuales Philips, National Semiconductor, Motorola, Texas Instruments, Midwest Components, ECG y NTE, existentes en el ICE.
- Se elabora una tabla comparativa de los componentes seleccionados la cuál se muestra en la Tabla 1.
- Se estudia la disponibilidad del componente en el mercado nacional/internacional.

2.1.2 Sensores

A continuación se expone, en forma breve, las 4 categorías de dispositivos sensores de temperatura que fueron investigados por su disponibilidad.

2.1.2.1 Termopares

El método termoeléctrico de medición de temperaturas se fundamenta en la estricta variación de la fuerza termoeléctrica motriz de un termómetro termoeléctrico en función de la temperatura.

Los termómetros termoeléctricos se usan ampliamente para medir temperaturas de hasta 2500°C en distintos campos de la técnica y en las investigaciones científicas. Pueden utilizarse para medir temperaturas a partir de – 200°C, pero en la zona de bajas temperaturas se usan menos que los termómetros de resistencia. En la zona de altas temperaturas (superiores a 1300 – 1600°C), los termómetros termoeléctricos se usan para efectuar mediciones de breve duración.

Tabla 1 Análisis de termopares

VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Variedad de tipos disponibles	1. Complicado de calibrar
2. Bajo costo	2. No ofrece medición lineal
3. Amplio rango de temperaturas	3. Necesita conectadores especiales
4. No presenta errores por calentamiento	4. Sensible al ruido

Tabla 2 Tipos de termopares investigados

Tipo	Aplicación	Criterio
J	<ul style="list-style-type: none">• Altas y bajas temperaturas• Vida útil se reduce en atmósferas oxidantes y húmedas	No es lineal ni opera óptimamente a temperaturas relativas del 80%
K	<ul style="list-style-type: none">• Usado en atmósferas oxidantes.• Altas y bajas temperaturas	No disponible en el momento de realizada la investigación
T	<ul style="list-style-type: none">• Usado en atmósferas oxidantes, inertes y al vacío.• Altas y bajas temperaturas• No se corroe en atmósferas húmedas	Mejor opción pero aun así no es lineal

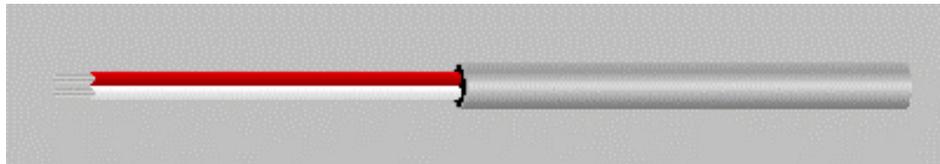


Figura 2 Termopar tipo K

2.1.2.2 RTD's

Los dispositivos detectores de resistencia temperatura (RTD) proveen un cambio físico en sus parámetros eléctricos que varía en función a la temperatura. Su salida es lineal y su reemplazo no precisa de ajustes posteriores

El RTD se usa en circuitos de protección, compensación y regulación electrónica, automotriz y en equipos de refrigeración.

Tabla 3 Análisis de los RTD

VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Distancia máxima del sensor es 120m.	1. Respuesta es lenta (constante de tiempo de respuesta es elevado)
2. Posee alta precisión	2. Elevado costo
3. Es lineal	3. Rango limitado de temperatura



Figura 3 RTD de níquel de 120Ω

2.1.2.3 Termistores

Los termistores, o resistores térmicos, son dispositivos semiconductores que se comportan como resistencias con un coeficiente de temperatura de resistencia alta y, generalmente negativo. En algunos casos, la resistencia de un termistor a temperatura ambiente puede disminuir hasta un 6% por cada 1°C que se eleve la temperatura. Debido a su alta sensibilidad al cambio de temperatura hacen al termistor muy conveniente para mediciones, control y compensar con precisión la temperatura. El uso de termistores está muy difundido en tales aplicaciones, en especial en el rango más bajo de temperatura de -100°C a 300°C . Los termistores se componen de una mezcla sintética de óxidos de metales, como manganeso, níquel, cobalto, cobre, hierro y uranio. Su rango de resistencia va de 0.5 a $75\ \Omega$ y están disponibles en una amplia gama de formas y tamaños.

Tabla 4 Análisis de los termistores

VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Característica estática voltaje-temperatura	1. Alta disipación interna
2. Es posible medir vacío y hasta flujo	2. Respuesta tiende a ser exponencial
3. Amplio rango de sensado	3. Alto manejo de corriente

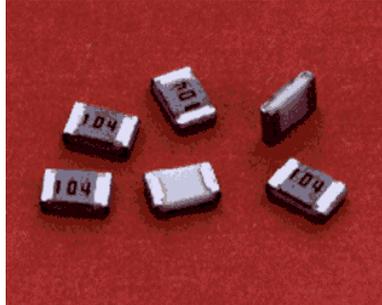


Figura 4 Termistor sintético de óxido de manganeso

2.1.2.3.1 Termómetro y Termostato digital marca Dallas

El termómetro y termostato digital marca "Dallas Semiconductor DS1620" tienen un rango bastante amplio (-55°C - $+125^{\circ}\text{C}$), sin embargo funciona bastante más diferente a los modelos convencionales de medición.

El termómetro digital posee un oscilador interno con un bajo coeficiente de temperatura cuyo contador asociado es capaz de diferenciar temperatura con una precisión de 0.5°C .

Las lecturas del CI DS1620 constan de 9 bits que se almacenan en una memoria volátil en complemento A2. Su número total de líneas es de solo 3 y la transmisión se realiza en forma serial cuyos impulsos pueden procesarse por medio del puerto serial o el paralelo.

Tabla 5 Análisis del termómetro / termostato marca Dallas

VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Alta precisión (+/- 0.5°C)	1. Transmisión serial no apta para ambiente ruidoso
2. Reducido número de líneas	2. Se recomienda uso local, no remoto
3. Puede actuar como termostato	3. Requiere de programación y subrutinas de captura del dato
4. No requiere componentes externos	3. Información disponible no es muy relevante.

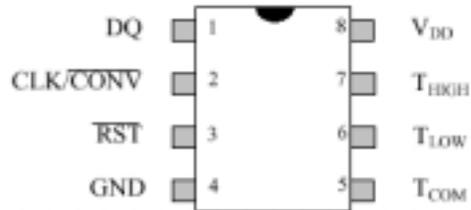


Figura 5 Esquema de un Sensor Dallas 1620

2.1.2.4 Sensor de precisión de temperatura integrado marca National

La línea de sensores de precisión marca "National Semiconductor LM35" está especialmente recomendada para lecturas al aire libre (°C). Disponible en presentaciones (TO-92, TO46, SO-8 y TO-202).

Tabla 6 Análisis del sensor de temperatura National

VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Salida completamente lineal 2. Amplio rango de sensado 3. Especial para mediciones remotas 4. Baja impedancia 5. Bajo costo	1. Se requieren 3 líneas (Vcc, Gnd y Vout) 2. Se requiere compensar capacitancia en el sensor mismo

Por su reducido tamaño, el CI LM-35 es fácilmente manipulable e incluso, puede ser dispuesto como cualquier otro elemento semiconductor como el transistor, por ejemplo. Su alta precisión ($\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a 25°C), su baja disipación interna ($0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$) y su alta velocidad de respuesta ante los cambios de temperatura hacen del CI LM35 la mejor opción.



figura 6.a

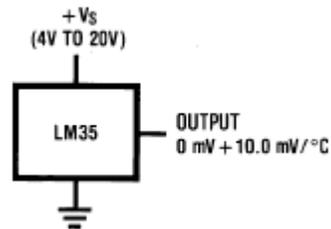


figura 6.b

Figura 6 Vista inferior del integrado LM35 (figura 6.a); funcionalidad eléctrica (figura 6.b)

2.1.3 Determinación del sensor usado

Para la determinación del sensor usado no solo fue necesario tomar en cuenta sus características y comportamientos eléctricos sino que fue necesario saber si el componente era adquirible en el territorio nacional. Esto por cuanto el ICE tiene una política compleja cuando se trata de compras internacionales cuyo trámite se extiende incluso por meses.

Los dos sensores con los que se tomó una decisión definitiva fueron los termopares y los sensores de precisión de temperatura integrado LM35.

Tabla 7 Análisis de los sensores considerados como mejor opción

Termopar	Sensor de precisión
1. Sensible al ruido	1. Alta inmunidad al ruido
2. No es lineal	2. Es lineal
3. Pequeña relación mV/°C	3. Presenta una resolución de 10mV/°C
4. Difícil de calibrar	4. Fácilmente calibrable
5. Necesita conectores especiales	5. Montable sobre lámina de baquelita

2.2 Requerimientos de la empresa

Desde que se le asignó a la Sala de Transmisión su espacio físico las altas temperaturas siempre han generado dificultades no solo en su manejo y compensación sino también debido a los problemas técnicos que se han presentado a raíz de ello. Si bien es cierto se cuenta con aire acondicionado, este parece ser insuficiente y está mal distribuido.

La problemática de compensación de temperatura involucra tres variables:

1. La capacidad de enfriamiento por volumen.
2. La posición de las ventilas.
3. La hora y el día.

Esta problemática repercute directamente en la eficiencia del equipo que obliga a corto y mediano plazo a invertir mas recursos técnicos en proveer mantenimiento preventivo y correctivo, obligando a una inversión extra de tiempo y recursos económicos.

Es importante mencionar dentro de este apartado un fallo general que sucedió en el sistema telefónico del sector San José - San Pedro por hasta 36 horas y que se originó por recalentamiento de unas tarjetas de línea. Este fue el problema que inició la polémica del sistema de compensación de temperatura donde, si bien se han introducido algunas mejoras, no se le ha dado el seguimiento adecuado por razones no especificadas. Lo que el ICE ha dado seguimiento en este caso es que ha modificado el sistema de aire acondicionado para que se le supla a la Sala de Transmisión de más bajas temperaturas.

De acuerdo al inventario de equipo registrado, la anterior solución tuvo éxito hasta cierto punto. Básicamente con la Digitalización y el grado de crecimiento del Sistema Nacional de Telecomunicaciones fue necesaria la implementación de mucho más equipo que ha conllevado al replanteamiento y rediseño constante del aire acondicionado existente.



Figura 2.7 Vista lado este Sala de Transmisión



Figura 2.8 Uno de los pasillos que más disipa calor



Figura 2.9 Cuarto de Control de la Sala de Transmisión



Figura 2.10 Una de las 4 salidas del aire acondicionado

Es necesario contar con un sistema de aire que satisfaga los estándares de rangos de temperatura de todos los equipos, razón por la cuál Transmisión propone un estudio detallado del comportamiento de la temperatura en esa instalación para poder evaluar el diseño y construcción del sistema de aire acondicionado y decidir si se debe rediseñar lo existente o implementar otro equipo con la potencia necesaria, opciones inteligentes de control, etc. Esa es precisamente la misión del proyecto realizado: la creación de un sistema capaz de medir la temperatura a lo largo de los pasillos de la Sala de Transmisión del ICE en forma automática y que los resultados de tales mediciones puedan llegar a ser cuantificables en función del tiempo.

El sistema se compone entonces de 3 sensores por pasillo para un total de 18 sensores que transmiten una señal CD análoga hasta el control principal localizado en el Cuarto de Control. Dichos sensores poseen un rango de 0°C - 60°C y su monitoreo es controlado por una PC la cual no solo se encarga de seleccionar cada sensor por intervalos regulares sino que se encarga también de crear una base de datos con el número de sensor seleccionado, el dato de la temperatura, la hora y la fecha. Se requiere además que el diseño cuente con "puntos de prueba" para diagnóstico del modelo, permita el uso del puerto paralelo y que tenga una señal alterna constante por parte del sensor para la localización de averías o malfuncionamientos. Además el diseño requiere de una señal lógica (1 o 0) en el caso de que la temperatura sobrepase un valor definido por el usuario.

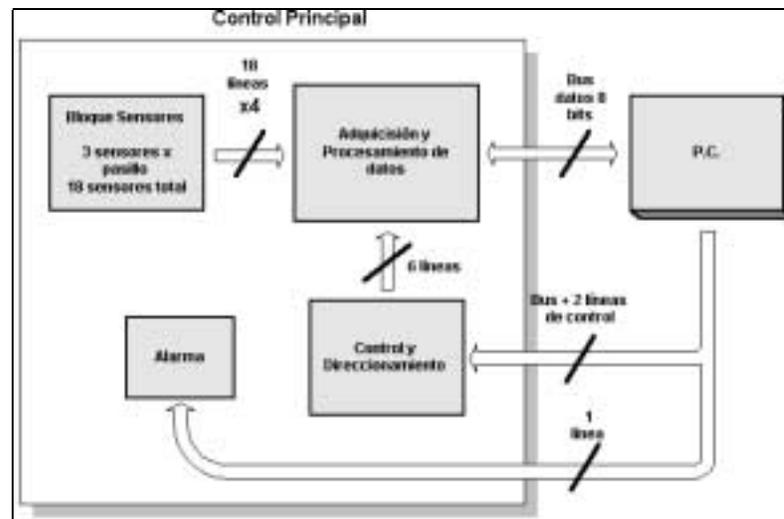
La información proporcionada por los sensores es luego procesada para visualizar las curvas de temperatura en función del tiempo cuando el usuario así lo disponga.

2.3 Solución propuesta

La propuesta final fue en realidad el mismo proyecto planteado desde el principio pero con varias modificaciones hechas hasta el día de las pruebas del módulo sensor de temperatura en la sala de transmisión.

El dispositivo más importante es el sensor de precisión de temperatura marca National LM35D con un rango de temperatura de 0°C - 100°C y un incremento de 10 mV/°C. Con base en su respuesta es que se planteó el resto del circuito cuyas señales analógicas y digitales fueron procesadas de tal forma que la PC pudiera interpretar y procesar sus valores, todo esto por medio de transmisión paralela a través del puerto de impresión y de la misma forma como si se estuviera realizando una labor de impresión.

2.3.1 Diagrama de Bloques General



Visio Technical 4.1

Figura 7 Diagrama de Bloques General

El circuito que se propuso obedece el diagrama de bloques mostrado. El mismo se compone de 4 partes:

1. Sensores
2. Adquisición y Procesamiento de Datos
3. Control y Direccionamiento
4. Dispositivo de alarma

2.3.2 Bloque de Sensores

- Número de líneas de entrada: 3 (+15v, -15v y tierra)
- Número de líneas de salida: 1 (0 a -5v)
- Número total de elementos del mismo tipo: 18
- Objetivo: Reportar al sistema central el dato analógico correspondiente a la temperatura que en ése momento se esté monitoreando.
- Interacción con otros módulos: Adquisición y Procesamiento de Datos

El sensor es un dispositivo que se encuentra en constante operación, o sea, su función nunca es interrumpida. Este sensor consta de un CI LM35D capaz de entregar con gran precisión ($10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$) un voltaje que varía en función a la temperatura y cuya salida se mantiene a 10mA en forma constante. De esta forma a 0°C se reportará al Bloque de Adquisición y Procesamiento de Datos 0v y a los 60°C su salida será de 5V .

El módulo de sensor cuenta con un “Botón de Prueba” que al ser activado desactiva la señal correspondiente a la temperatura y envía una señal CD constante para luego ser interpretado por el programa (Capítulo 5, Descripción del Software del Sistema)

2.3.3 Bloque de Adquisición y Procesamiento de Datos

- Número de líneas de entrada: 18 (sensores)
- Número de líneas de salida: 3 (+15v, -15v y tierra)
- Número total de elementos del mismo tipo: 3
- Objetivo: Su objetivo es el de seleccionar la información CD proveniente de cada sensor y traducir esa información a un dato hexadecimal.
- Interacción con otros módulos: Sensores y Control y Direccionamiento.

La señal de entrada es una señal CD de 0 a -5v que se multiplexa y se invierte de nuevo para posteriormente ser procesada por el convertidor analógico-digital ADC0804. El convertidor está configurado de manera que lea el valor análogo de temperatura y cargue el dato procesado en forma hexadecimal al registro de datos a través del buffer con salidas de tercer estado.

La etapa de Adquisición y Procesamiento de Datos funciona en forma conjunta con la etapa de Control y Direccionamiento ya que es ésta etapa la que selecciona el sensor, el multiplexor y la habilitación del convertidor.

2.3.4 Bloque de Control y Direccionamiento

- Número de líneas de entrada: 11 (por ser un bus bidireccional se establecen 8 líneas de datos y a la vez 6 de dirección y 1 línea de alarma y 3 correspondientes al control de flujo, inicialización y activación de registros)

- Número de líneas de salida: 6
- Número total de elementos del mismo tipo: 1
- Objetivo: Su objetivo es el de controlar la selección del componente correspondiente en el momento preciso y poder leer el dato directamente del puerto paralelo.
- Interacción con otros módulos: Adquisición y Procesamiento de Datos.

El Bloque de Control y Direccionamiento permite habilitar y operar los multiplexores por medio del registro de carga paralela-paralela utilizando el circuito integrado (CI) 74198. Esto es posible gracias a un LM555 que permite "cargar" la dirección y 512ms luego carga el dato hexadecimal correspondiente al valor de temperatura al registro de datos de carga paralela-paralela y lo mantiene estable hasta que sea leído por la PC por medio del controlador entrada/salida que consiste de dos memorias intermedias (buffers) de 8 bits con el CI 74244.

Dicho control entrada/salida también se controla por la PC y consta de una línea que al estar en bajo permite la "lectura" y en alto permite la "escritura" del dato.

2.3.5 Alarma

- Número de líneas de entrada: 1
- Número de líneas de salida: 0
- Número total de elementos del mismo tipo: 1

- Objetivo: Permite activar una señal luminosa y establecer una salida lógica (1 o 0) en el momento en que algún sensor sobrepase un nivel límite establecido por el usuario
- Interacción con otros módulos: Control y Direccionamiento.

2.3.6 PC

- Número de líneas de entrada: 8
- Número de líneas de salida: 2
- Número total de elementos del mismo tipo: 1
- Objetivo: Permitir seleccionar el sensor y a la vez capturar el dato hexadecimal para luego ser procesado, todo por medio del puerto paralelo.
- Interacción con otros módulos: Control y Direccionamiento.

CAPITULO 3
PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

En este apartado se explica en forma descriptiva los pasos y acciones involucradas en la consecución de los objetivos propuestos. Las partes que componen éste apartado son de carácter narrativo, dejando los detalles técnicos para el apartado siguiente.

3.1 Estudio de Mercado

El estudio de mercado fue el primer y más importante paso en el desarrollo del proyecto. Su importancia se debe a que la investigación realizada permitió la determinación del sensor de temperatura que mejor se adecuara a las necesidades imperantes en el ICE siendo de esta manera posible la futura confiabilidad de las lecturas realizadas.

El estudio de los sensores se basó bajo las siguientes premisas:

- Linealidad (muy importante debido a que se puede tener una relación más precisa de los cambios de temperatura)
- Rango de temperatura
- Inmunidad al ruido

Con base en lo anterior se prepararon varias tablas con las características eléctricas, disponibilidad, requerimientos y además su costo.

A continuación se muestra 2 tablas correspondientes a los termistores y sensores de precisión adquiribles en el país como muestra de la información solicitada para valorar todas las opciones disponibles.

Tabla 8 Tabla comparativa de algunos sensores investigados

TIPO	MARCA	MODELO	LINEAL	RESISTENCIA A 25C		DISIPACIÓN A 25C	FACTOR DISIPACIÓN (mW/C)	Vbe A 25°C	CTE TERMA L (s)	RANGO (C)	
				MIN	MÁX					MIN	MÁX
Termistores	MCI	2H-202			2k	x	2 MW/C	X	8	-50	400
Termistores	Philips	2322 627 2		680	680k	x	0,7mW/C	X	10	-25	200
Sensores Estado Solido	Sensistor	TG 1/8	x			25 mW	x	X	35	-65	150
Sensor Silicón	de Motorola	MTS-102	x	x			x	595 mV	8	-40	120

Tabla 9 Opciones disponibles de los sensores de precisión marca National

MODELO	LINEAL (+/- C)	RANGO (C)		Vin	Circuitos Adicionales	Líneas de control	Compra local	Colones	JAMECO	\$/u	Clasif
		MIN	MÁX								
LM35A	0,18	-55	150	35-0,2	X	3	NO	0	NO	NO	3
LM35CA	0,15	-40	110	35-0,3	X	3	SÍ	?¿	NO	NO	2
LM35	0,3	-55	150	35-0,4	X	3	NO	0	NO	NO	3
LM35C	0,2	-40	110	35-0,5	X	3	SÍ	4725 + 13%	SÍ	4,95	2
LM35D	0,2	0	100	35-0,6	X	3	SÍ	1660 + 13%	SÍ	1,75	1
LM135A/235A	0,3	-55	150	40-5	X	3	-	-	-	-	3
LM135/LM235	0,3	-40	125	40-6	X	3	-	-	-	-	3
LM335A	0,3	-40	100	40-7	X	3	-	-	-	-	3
LM335	0,3	-40	100	40-8	X	3	-	-	-	-	3

La Tabla 9 muestra las diferentes opciones disponibles en el mercado en cuanto a sensores se refiere. Los dos sensores que mejor se adecuaron a los requerimientos del proyecto fueron los CI LM35C y CI LM35D siendo su única diferencia el rango de temperaturas. Por último fue el CI LM35D el empleado ya que su rango 0 – 100°C permite mayor facilidad a la hora de interactuar con los amplificadores operacionales de los módulos de sensor (los factores de amplificación requieren de una relación de 2 resistencias, el CI LM35D permite el uso de resistencias de 1M Ω y 120K Ω).

3.2 Pruebas de sensor

Se realizaron 2 pruebas significativas del sensor de temperatura LM35D antes de proceder a diseñar un circuito que se adaptara al esquema general planteado.

3.2.1 Respuesta eléctrica del sensor de precisión LM35 bajo parámetros controlados

La respuesta eléctrica del sensor de precisión LM35D se realizó en el Departamento de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica bajo la supervisión del Dr. Benito Stradi. Tales pruebas fueron aplicadas a 3 sensores cuya configuración básica es propuesta por el fabricante tal y como se muestra en la Figura 8.

A los sensores se les aplicó silicona en sus partes conductoras y se sumergió su masa central en el agua destilada cuyo volumen no debía ser menor a 2/3 del volumen total del calentador BLUEM. La razón por la cuál no fue posible obtener un rango más amplio fue debido a que ambos, sensor y calentador de agua, eran sumamente sensibles a los cambios. Cada medición debía tener una separación no menor a 15mins siendo la temperatura inicial 19°C; la más pequeña variación de ráfaga de viento era detectada por los sensores sumergidos a aproximadamente 0.5cms de la superficie y a aproximadamente a los 32°C se producía vapor de agua lo que dificultaba una medición estable. A pesar de las dificultades se logró tener una respuesta clara y bastante precisa del sensor cuyo comportamiento, tal y como lo dice las hojas de datos es de 10mv/°C.

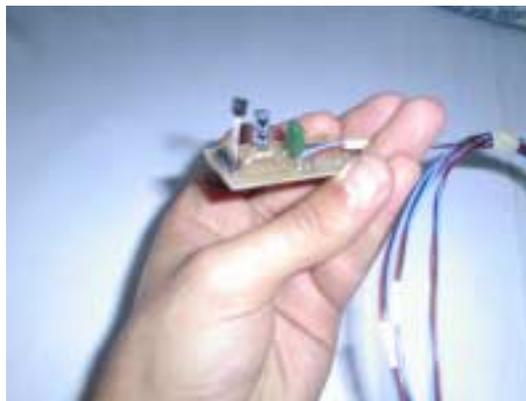


Figura 10 Sensor usado en las pruebas de laboratorio

3.2.2 Respuesta eléctrica del sensor bajo condiciones actuales de la sala de Transmisión del ICE en San Pedro

Una vez determinada la confiabilidad del sensor se procede a diseñar una etapa de sensor que se adecue a las condiciones de línea y ruido de la Sala de Transmisión. Para ello se hizo un diseño que resultó ser el definitivo ya que respondió satisfactoriamente ante las pruebas realizadas. Dicho diseño se muestra más adelante en el capítulo 4, página 38.

La prueba consistió en la determinación de parámetros eléctricos de voltaje y corriente en forma remota de 3 sensores diferentes colocados en un mismo lugar del pasillo y a una misma altura.

Tabla 10 Respuesta de 3 diferentes sensores en 3 sitios diferentes

Pasillo	LM35.1 (mV)	Sensor 1 (v)	I out (mA)	LM35.2 (mV)	Sensor 2 (v)	I out (mA)	LM35.3 (mA)	Sensor 3 (v)	I out (mA)
1	285.7	-2.376	8	283.0	-2.344	7.98	287.6	-2.378	7.99
2	272.2	-2.243	7.97	270.7	-2.219	7.99	276.5	-2.266	8.0
3	275.5	-2.257	8.0	274.1	-2.285	7.92	273.5	-2.790	7.95

El tipo de cable utilizado para estas pruebas es del cable para regleta 2C. Cal. 24 AWG de 2 pares. Todas las mediciones fueron realizadas con un multímetro Hewlett Packard modelo E2373A con una precisión no mayor del 1% y un osciloscopio también marca Hewlett Packard modelo Agilent 54810A de 500Mhz y 1Gsa/s.

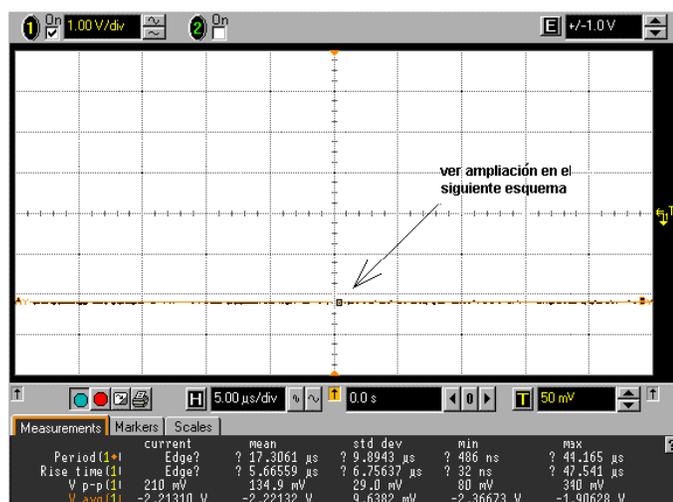


Figura 11 Una muestra de las mediciones registradas en el osciloscopio

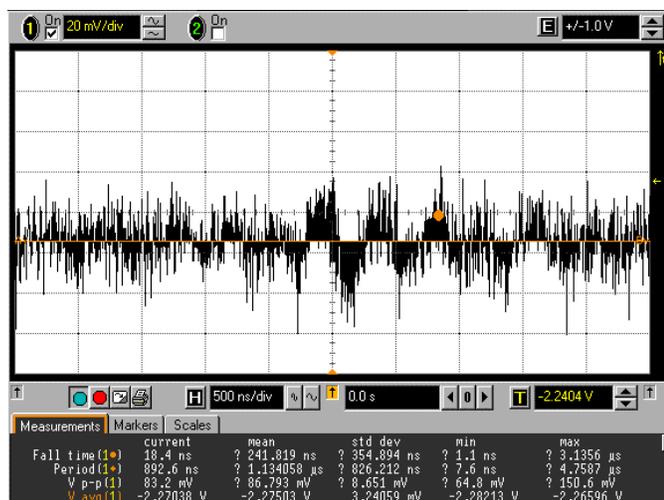


Figura 12 Muestra del nivel CD amplificado 50 veces en magnitud y 10 veces en el tiempo

Una vez analizados los datos se determinó que, efectivamente, el error de temperatura del LM35 es bajo y por lo tanto las lecturas tienen alta precisión.

Tabla 11 Desviaciones y errores detectados en las mediciones realizadas con 3 sensores en 3 pasillos diferentes.

Sensor	Desviación (+ / - mV)	% Error (°C)
1	3	0.3
2	2.24	0.2
3	0.75	0.8

En la Tabla 11 se puede observar como en el pasillo 1 (pasillo que emite más calor a cualquier hora del día) los errores son aún menores que los que especifica el fabricante (+ / - 0.5% a 25°C).

Se observa también como a mayores temperaturas mayor error. Esto se debe a la misma precisión del sensor ya que la zona con más disipación térmica es la zona más ventilada. Esos cambios se reflejan directamente sobre la medición de voltaje del sensor haciendo que la lectura sea más oscilante y más difícil de determinar.

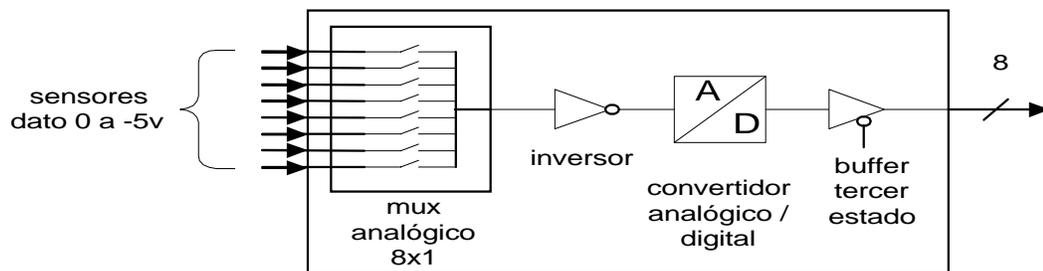
3.3 Diseño y puesta en marcha del Hardware

Luego de obtener la respuesta real del sensor y de haber comprobado sus alcances y limitaciones se procedió a la construcción del circuito final.

El ensamblaje del diseño final se fue dando por etapas, las cuáles se describen a continuación:

- 1 Sensores
- 2 Adquisición y Procesamiento de Datos
- 3 Bloque de Control y Direccionamiento
- 4 Etapa de Poder

El módulo de sensores, como se dijo anteriormente, provee una respuesta de 0 a $-5v$ en función de la temperatura. La selección individual de cada uno de los 18 sensores que componen el sistema es generada por el Bloque de Adquisición y Procesamiento de Datos conjuntamente con la etapa de Control. La etapa de adquisición funciona de la siguiente manera:



Visio Technical 4.1

Figura 13 Diagrama de básico de la etapa de Adquisición de Datos

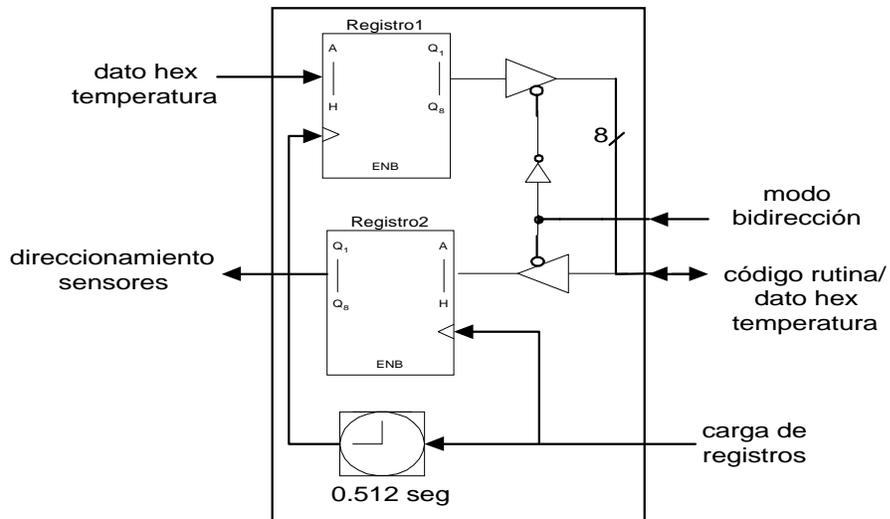
Como se puede observar en la Figura 13, la información de los sensores es seleccionada por el multiplexor analógico para luego ser invertida (a la salida del sensor se tendrán 0 a $5v$). Luego la señal es procesada por el convertidor A/D y luego el buffer de tercer estado se encarga del control del bus de datos ya que, al ser 18 el número total de sensores, se requieren 3 etapas en total como la descrita anteriormente.

La salida al bus de datos corresponde a un byte de información hexadecimal. Una muestra del dato esperado en el bus de datos se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12 Muestra obtenida en un rango de 3°C

Temperatura °C	Dato hexadecimal
18,00	4C
18,25	4D
18,50	4E
18,75	4F
19,00	51
19,25	52
19,50	53
19,75	54
20,00	55
20,25	56
20,50	57
20,75	58
21,00	59

La etapa de control se encarga de seleccionar los multiplexores analógicos, el sensor y además de forma indirecta control el tercer estado del bus de datos.



Visio Technical 4.1

Figura 14 Diagrama de básico de la etapa de Control

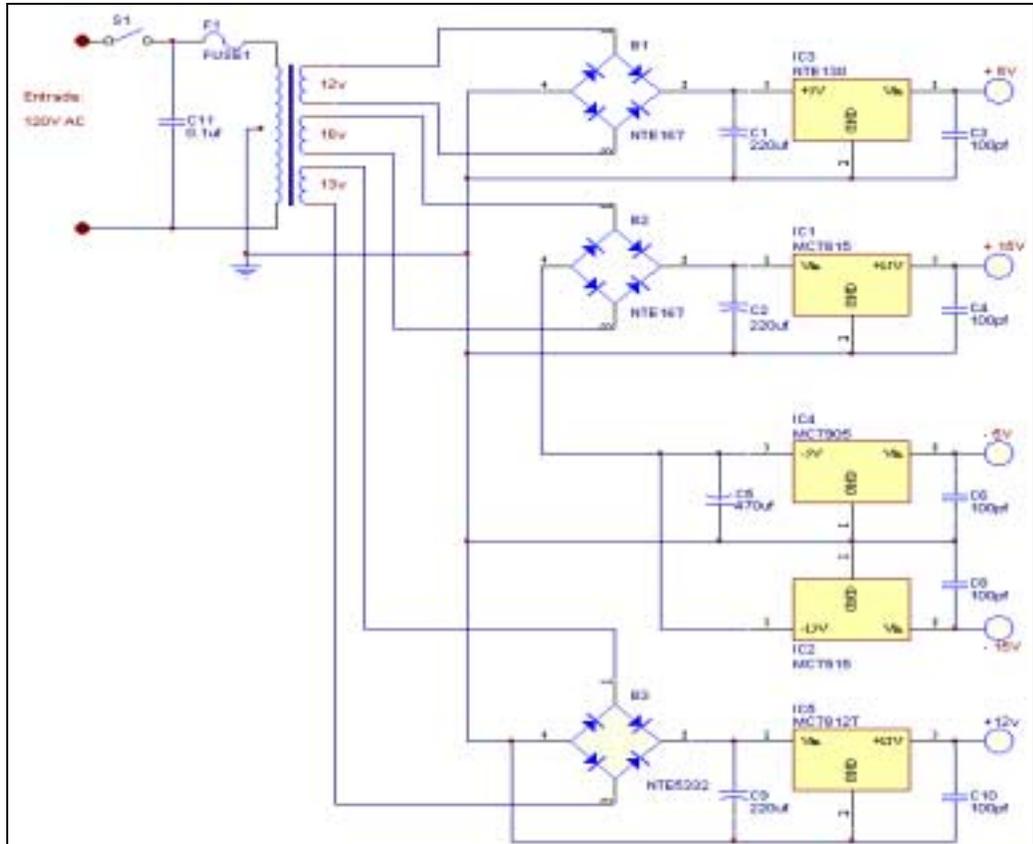
Por medio del programa y el puerto paralelo de la PC es posible que la etapa de control se encargue de:

1. Recibir el código de cada sensor en el multiplexor correspondiente.
2. Poner la etapa de Control en modo de escritura.
3. Cargar los registros.
4. Poner la etapa de Control en modo de lectura.

Tabla 13 Código de instrucciones para direccionamiento de los diferentes sensores

sensor	dirección
0	30
1	31
2	32
3	33
4	34
5	35
6	36
7	37
8	28
9	29
10	2A
11	2B
12	2C
13	2D
14	2E
15	2F
16	18
17	19

La etapa de poder en un principio se diseñó de tal forma que se alimentara al circuito con los voltajes requeridos de +/-5v, +12v y +/-15v. Este circuito se muestra en la siguiente figura:



Protel SE99

Figura 15 Diagrama de la fuente de poder provisional

Al final la etapa de pruebas se adquirió una fuente tipo “switching” marca Potrans modelo UO30431 con salidas de +5v y +/- 15v cuyo diseño se le incorporó los reguladores de voltajes correspondientes a +12V y -5V.

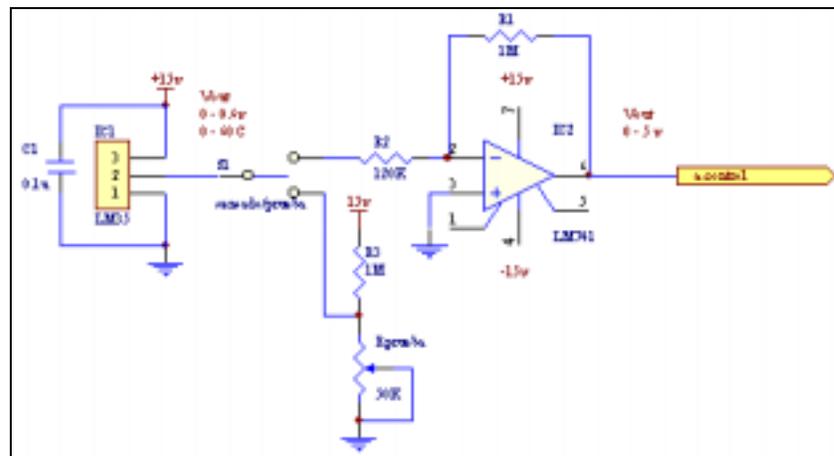


Figura 16 Fuente de poder del sistema de monitoreo de temperaturas

CAPÍTULO 4
DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE UTILIZADO

4.1 Sensores

La etapa de sensores es la que se encarga de traducir la temperatura a un valor eléctrico. Dichas lecturas se realizan a distancias considerables (con longitudes de líneas de hasta 30mts por sensor). El total de líneas son 4 y corresponden a los +/- 15v, tierra y la señal de salida Vout siendo en total 18 los módulos que se distribuyen a lo largo de los pasillos de la Sala de Transmisión del cuarto piso en San Pedro.



Protel SE99

Figura 17 Diagrama Eléctrico de Sensores

El circuito empieza por un sensor de precisión de temperatura con una deflexión de 1v debido a su rango de 0°C a 100°C a una razón de 10mV/°C. El rango de temperatura exigido es de 0°C a 60°C por lo que el máximo voltaje de salida es de 0.6v.

Con el fin de trabajar con un rango de 5v es que se implementó un circuito OpAmp con un CI LM741 capaz de proveer una ganancia de 8.333 ($AV = -RF/R1$), haciendo de esta forma posible que exista una deflexión total de 5v (0 a - 5v).

La otra parte del módulo consiste en un divisor de voltaje capaz de proveer una señal estable de 0.3v. Gracias a este divisor de tensión se podrá tener una señal estable en las líneas de aproximadamente 2.5v (50% del rango total de la señal manejada por el sensor) y de esta forma poder determinar el estado tanto de las líneas como del sensor mismo por medio del programa asociado para tal fin (ver Descripción del Software, cap 5).

4.2 Bloque de Adquisición y Procesamiento de Datos

El Bloque de Adquisición y Procesamiento de Datos se encarga de recibir una señal analógica con un rango de 5v procedente de todos los sensores, se selecciona en el multiplexor analógico CD4051, se invierte con el amplificador operacional LM741 de ganancia 1 y se convierte posteriormente en un dato hexadecimal gracias al convertidor analógico-decimal ADC0804 cuyo dato es almacenado posteriormente en un registro de carga paralela 74198 por medio del control de bus de tercer estado 74LS244 para luego ser enviado a la PC por medio de la etapa de Control.

Por medio del bus de 8 bits (D0 - D7) se carga en el registro de direcciones 74198 tanto el número del sensor a muestrear como el multiplexor correspondiente por medio de las líneas de direccionamiento (A, B, C) y el pin habilitador (INH). El impulso que carga los registros también se encargan de reinicializar el CI ADC0804 por medio de la compuerta de colector abierto NAND 74LS01.

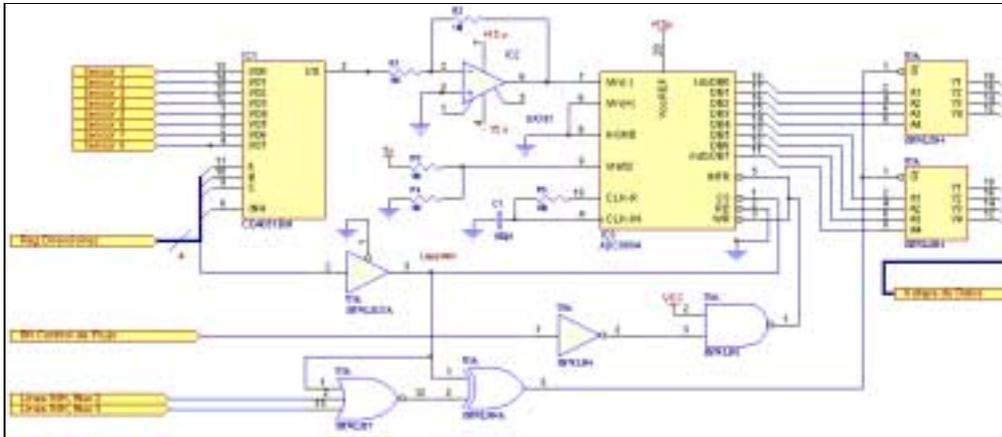
Por medio de las compuertas NOR 74LS27 y la XOR 74LS86 se habilitan el primer, segundo y tercer módulo según el número de sensor muestreado poniendo en tercer estado al resto de los módulos no operantes para que de esta forma solo se habilite 1 multiplexor analógico y un CI 74LS244 (control de bus) por cada 8 sensores con un solo impulso de reloj (pulso “strobe” del módulos de control).

Tabla 14 Habilitación de Multiplexores y buffers según arreglo NOR/XOR

INH MUX1	INH MUX2	INH MUX3	Enable Buffer1	Enable Buffer2	Enable Buffer3
0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	1	0

El convertidor ADC0804 tiene un rango de 5 voltios gracias a su referencia en el pin 9 de 2.5v y su $V_{in} (-)$ de 0v (referencia es tierra) y su respuesta total será el rango preciso de temperatura exigida por el ICE siendo de ésta forma 0v:00h:0°C y 5v:FFh:60°C.

El DAC está diseñado de tal forma que tenga una lectura libre y no interrumpida siempre y cuando se seleccione los uno de los 3 bancos de adquisición que posee el sistema completo. El registro es el que se encargará de capturar el dato a intervalos de muestreo especificados por el usuario.



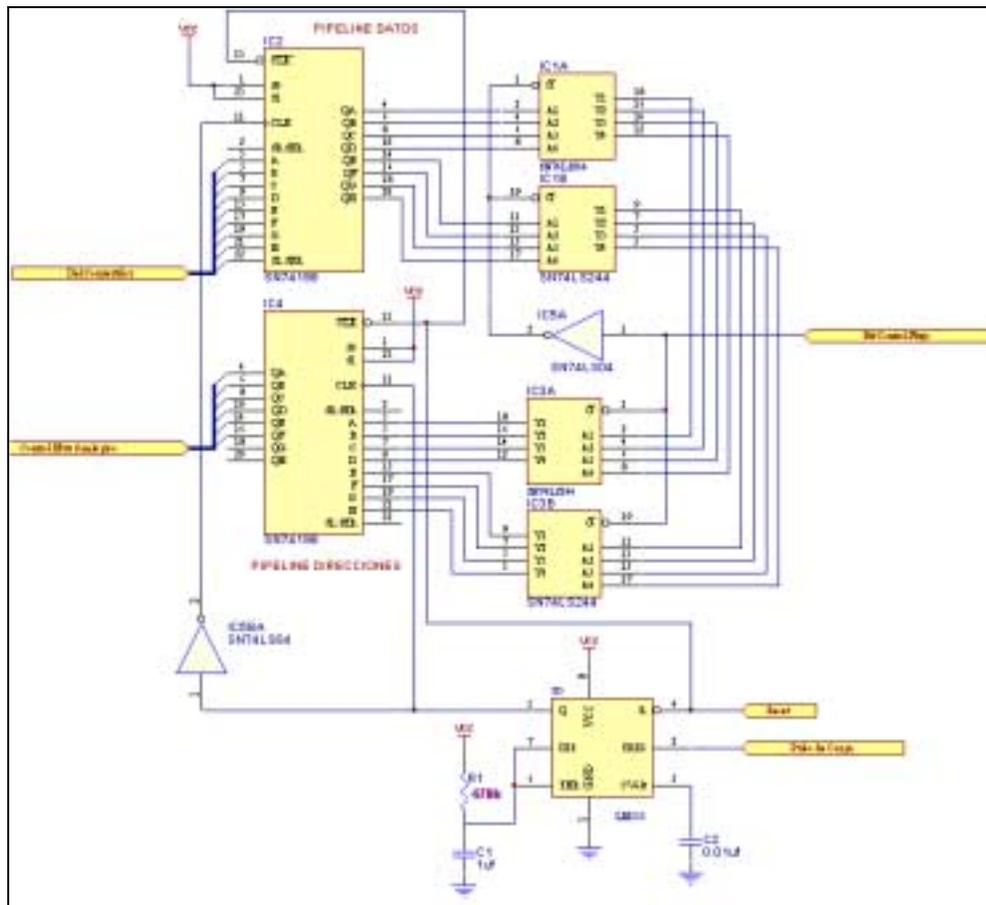
Protel SE99

Figura 18 Diagrama Eléctrico de la etapa de Adquisición y Procesamiento de Datos

4.3 Bloque de Control y Direccionamiento

El Bloque de Control y Direccionamiento es el que se encarga de seleccionar los tres multiplexores y también direccionar del sensor 0 al sensor 7 en los 3 diferentes módulos de Adquisición. Este mismo bloque se encarga ya sea "escribir" la dirección del sensor o bien de "leer" el dato hexadecimal correspondiente a la temperatura asociada al sensor seleccionado.

Por otra parte el impulso de carga de los registros es inicialmente activado por el pin 14 "autofeed" del conector Centronics de 25 pines que se aplica directamente al LM555. Este está configurado como un oscilador asincrónico que provee un impulso de 512ms gracias a la configuración RC de 470kΩ y 1mf respectivamente en las patillas 7 Y 6 del CI LM555. Dicho impulso es el que produce una inicialización al convertidor A/D 0804 en la etapa de adquisición y carga el código de rutina o de los sensores en el Registro de Direcciones (SN74198) y 512ms después carga el dato procesado proveniente de la etapa de adquisición en el registro de datos (CI SN74198) justo en el flanco positivo del temporizador.



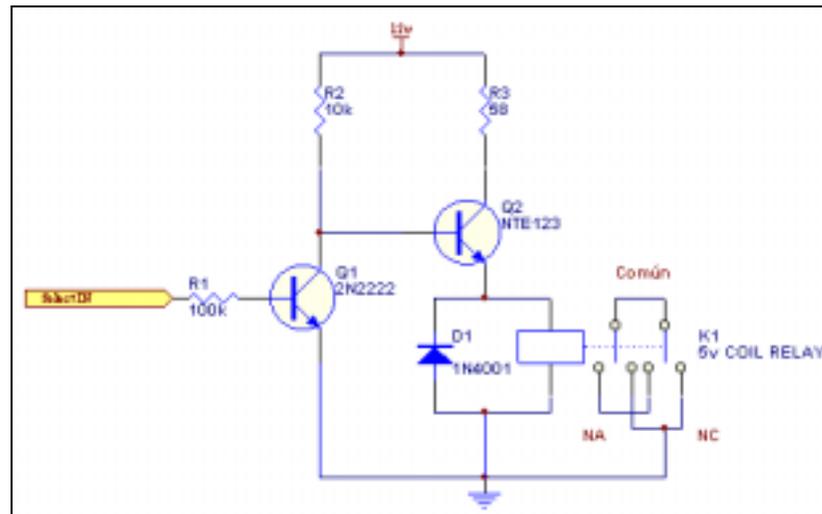
Protel SE99

Figura 19 Bloque de Control y Direccionamiento

El proceso se completa al poner el pin 1 del conector Centronics (pin "Strobe" del registro de control del puerto paralelo) en estado lógico de 1 para la lectura posterior del dato y su correspondiente proceso por software.

4.4 Bloque de Alarma

La etapa de alarma es la que se encarga de generar una señal de encendido o apagado a algún periférico externo y a la vez advierte al usuario que la misma se ha activado con el fin de que tome las acciones pertinentes.



Protel SE99

Figura 20 Bloque de Alarma

CAPÍTULO 5
DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA

5.1 El Puerto Paralelo

El puerto paralelo es el dispositivo usado mas comúnmente en transmisiones a periféricos tales como impresora y escáner. Este permite la comunicación unilateral o bidireccional de hasta un byte con el soporte de las señales de control y de estado, permitiéndole así poder emplearlo en proyectos a cualquier escala.

La configuración de un conector paralelo del tipo DB-25 se muestra en la siguiente figura, indicándose en ella las diferentes funciones de cada uno de los que la componen.

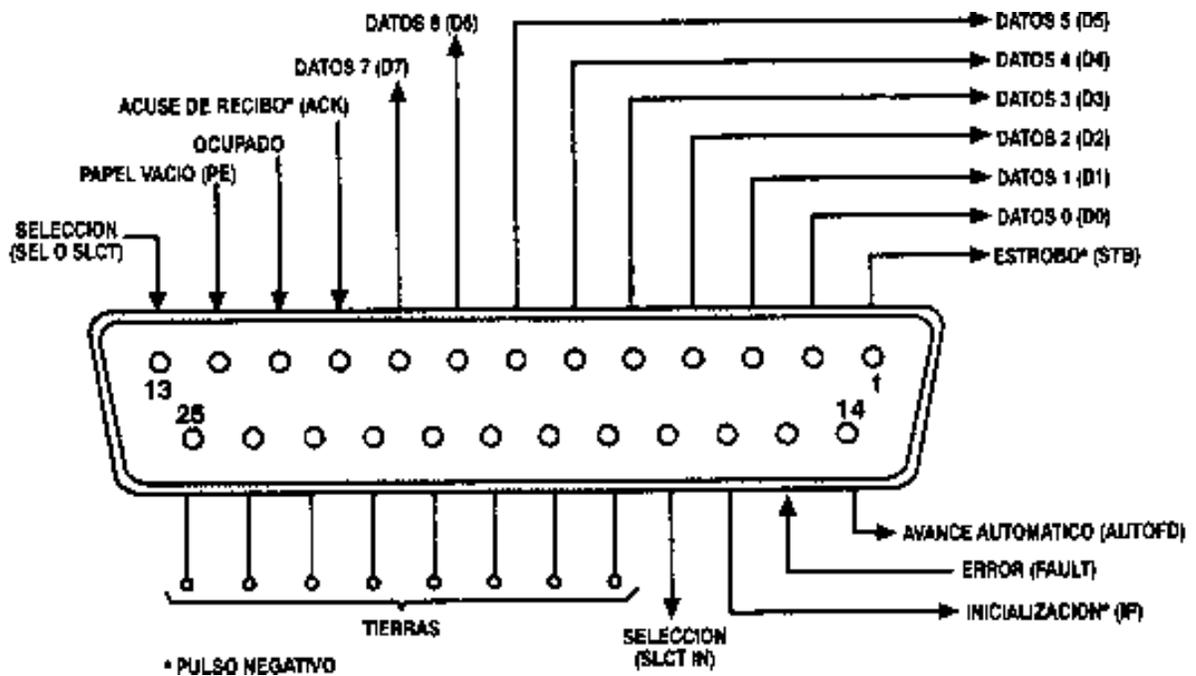


Figura 21 Conector Centronics DB25

Las tierras cumplen dos funciones: la primera es que vinculan un nivel de tensión en común de los dos dispositivos que se interconectan de modo que puedan compartir una tierra común como referencia para la señal. La otra función consiste en que las tierras (llamadas muchas veces retornos de tierra) actúan como blindajes de las líneas más importantes.

Como su nombre lo indica, la salida de datos transfiere información desde la computadora a un periférico en paralelo. Esto se hace con ocho bits (un byte) por vez utilizando los terminales 2-9. DO (pin 2) se considera el bit menos significativo (LSB) y D7 (pin 9) el más significativo (MSB). A este conjunto de líneas se las denomina "salidas de datos".

A las otras cuatro líneas de salida (STB, AUTOFD, SLCT IN, IF) se las denomina "salidas de diálogo" y envían señales específicas al dispositivo, interrogándolo para cumplir su labor.

Finalmente a las cinco líneas de entrada (SEL, PE, OCUPADO, ACK, FAULT) se les denomina "entrada de diálogo" que junto con las salidas de diálogo complementan el procedimiento de comunicación entre la PC y el dispositivo en cuestión.

Las normativas estandarizadas del puerto paralelo IE1284 especifica 5 modos de operación:

1. Compatibility Mode (Modo Compatibilidad). También llamado "Modo Centronics" es el más usado. Es capaz de enviar información en un sentido de 50 kbytes a 150+kbytes por segundo.
2. Nibble Mode (Modo Mordisco). El modo "nibble" permite el acceso de 4 bits en la dirección contraria.
3. Byte Mode (Modo Byte). El modo byte usa la capacidad bidireccional (encontrada solamente en algunos ordenadores) para poder recibir del dispositivo 8 bits.
4. EPP Mode (Modo Aumentado de Puerto Paralelo). El protocolo EPP fue originalmente desarrollado por Intel, Xircom y Zenith Data Systems, como una manera de obtener un puerto paralelo de alta resolución totalmente compatible con el puerto paralelo standard. Mediante el uso del protocolo EPP para la transmisión de datos un sistema puede mejorar los radios de transmisión desde 500 K hasta 2Mbytes por segundo

5. ECP Mode (Modo Capacitivo Aumentado de Puerto Paralelo). El protocolo de puerto de capacidad extendida o ECP, fue propuesto por Hewlett Packard y Microsoft como un modo avanzado para la comunicación de periféricos del tipo de los scanners y las impresoras. Como el protocolo EPP, el ECP proporciona una alta resolución en la comunicación bi-direccional entre el adaptador del ordenador y el periférico.

Para tener pleno acceso al puerto paralelo es necesario, en primera instancia, algún compilador tipo Visual Basic o Visual C++ pasando por "C" o Basic/Delphi. Sin embargo, y a pesar de la gran diversidad de lenguajes, la sintaxis de las respectivas instrucciones para enviar (escribir) y recibir (leer) datos del puerto es similar.

5.2 Propiedades del hardware

La siguiente tabla muestra las salidas de un conector tipo DB de 25 pines y un conector Centronics. Los conectores tipo D de 25 pines son más frecuentemente usados en las computadoras y los conectores Centronics se usan por lo general en los puertos de las impresoras.

Tabla 15 Distribución de pines en un conector tipo D y tipo Centronics

Pin No (D-Type 25)	Pin No (Centronics)	Señal Spp	Dirección In/out	Registro
1	1	$\overline{\text{Strobe}}$	In/Out	Control
2	2	Data 0	Out	Data
3	3	Data 1	Out	Data
4	4	Data 2	Out	Data
5	5	Data 3	Out	Data
6	6	Data 4	Out	Data
7	7	Data 5	Out	Data
8	8	Data 6	Out	Data
9	9	Data 7	Out	Data
10	10	$\overline{\text{Ack}}$	In	Status
11	11	$\overline{\text{Busy}}$	In	Status
12	12	Paper-Out PaperEnd	In	Status
13	13	Select	In	Status
14	14	$\overline{\text{Auto - Linefeed}}$	In/Out	Control
15	32	$\overline{\text{Error}}$	In/Out	Status
16	31	$\overline{\text{Initialize}}$	Gnd	Control
17	36	$\overline{\text{Select - Printerer}}$ Select - In		Control
18-25	19-30	Gnd	Ground	

5.3 Dirección de Puerto

El puerto paralelo tiene 3 direcciones de puerto las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 16 Direcciones del puerto paralelo

Dirección	Notas
3BCh – 3BCh	Opción mayormente usada en puertos controlados por el BIOS
378h –37Fh	Dirección generalmente designada por el puerto LPT1
278h – 27Fh	Dirección generalmente designada por el puerto LPT2

Al iniciar la computadora el BIOS determina el número de puertos disponibles y les asigna una dirección de puerto LPT1, LPT2 y LPT3. Una vez detectados automáticamente busca la dirección 3BCh y si esta no se encuentra o no está disponible busca la 378h, de lo contrario asigna la dirección 278h.

5.4 Registros del puerto paralelo

El puerto paralelo utiliza 3 registros, su asignación se muestra en la siguiente figura:

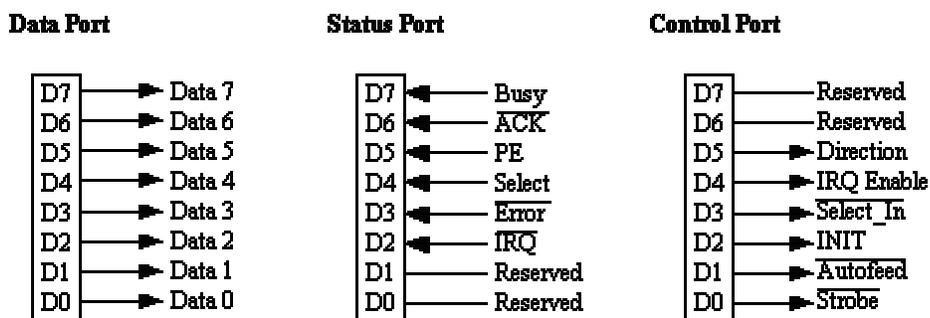


Figura 22 Direcciones de registros de puerto paralelo

El manejo del puerto paralelo requiere del uso de al menos dos de los registros antes mencionados. El Puerto de Datos (Base +0) es un registro de configuración bidireccional en la mayoría de los casos, por lo que se podría leer y escribir a puerto con la ayuda del registro de control. El registro de control (Base +2) por su lado es un registro de escritura. Normalmente es el que se encarga de establecer la comunicación con la impresora. El Status Port o puerto de estado (Base +1) es un registro de lectura y es donde la impresora o periférico le puede indicar a la PC su condición actual o petición.

5.5 Puertos Bidireccionales

En este apartado se muestra una configuración base de cómo opera el registro de Datos (Data Port) con dispositivos TTL de lógica 74LS.

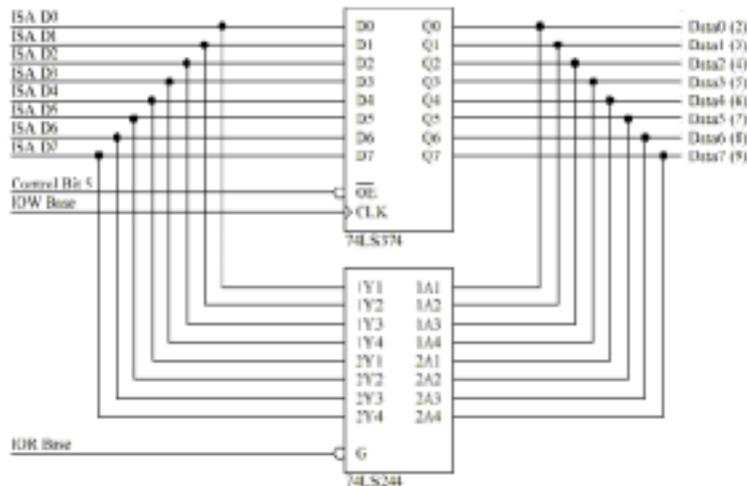


Figura 23 Configuración básica del puerto paralelo

Las tarjetas madre actuales poseen esta misma configuración estándar pero la presentación es tipo ASIC que es mucho más compacta y de menor consumo.

Puede observarse como por medio del bit 5 del Registro de Control es posible poner en tercer estado la salida del CI 74LS374 y de esta forma poder recibir datos por medio del CI 74LS244 sin que la salida del primero entre en conflicto.

5.6 Escritura y lectura de datos del puerto paralelo

En este apartado se muestra en forma general como es posible la escritura y la lectura de información a través del puerto paralelo.

5.6.1 Escritura de datos al puerto paralelo

Como se dijo anteriormente el puerto paralelo puede ser empleado para comunicar la PC con otros periféricos con el fin de desarrollar de este modo aplicaciones en tiempo-real que necesiten un rápido tiempo de respuesta en forma de byte o nibble.

El acceso se realiza escribiendo un byte (8 bits) en un registro determinado (datos, control o estado) en forma binaria. Por ejemplo si queremos escribir en el registro de datos el bit D0 y el bit D2 entonces el byte es:

0	0	0	0	0	1	0	1	= 5 En decimal
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Registro de datos

Luego, se debe escribir 5 en el registro de datos (dirección base):

dir_base y dir_estado es de tipo word, y dato es de tipo byte.

En Turbo Pascal:

```
Port[dir_base]:=5;
```

En C:

```
Outportb(dir_base, 5);
```

En ensamblador:

```
mov dx, dir_base {Almacenar en dx la dirección base}
```

```
mov al, 5 {Colocar en "al" el número 5}
```

```
out dx, al {Enviar al puerto}
```

5.6.2 Lectura de datos del puerto

La lectura de datos se realiza accediendo un byte del registro determinado. Al hacer la lectura se debe convertir el byte a binario para determinar él o los bits que interesen. Note que sólo se debe leer el registro de estado, o sea, la dirección base+1.

En Turbo Pascal:

```
Var dato: byte;  
dato:=Port[dir_estado];
```

En C:

```
unsigned int dato;  
dato=inportb(dir_estado);
```

En ensamblador:

```
mov dx, dir_estado {Direccionar dx con el registro de estado del puerto}  
in al, dx {Leer del puerto. En el registro " al " está el dato leído}
```

Por ejemplo, si el dato leído es igual a 96, significa que los bits S5 y S6 están activos(tienen un nivel alto, un 1).

0	1	1	0	0	0	0	0	= 96 En decimal
S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0	Registro de estado

5.7 Diseño del controlador para manejo del puerto paralelo

Visual Basic posee una cantidad amplia pero limitada en el manejo de controles. Los controles son los que se encargan de poner el modo "visual" en Visual Basic, es por ello que cada control tiene cuatro aspectos:

Representación gráfica: Lo que se selecciona del "Toolbox" para posicionar en algún lugar de la forma

Propiedades: que manejan la forma en que se ve y se comporta, determinando su color, estilo, tamaño, texto, etc.

Métodos: códigos no visibles dentro de los controles que le permiten al usuario, por ejemplo, agregar componentes dentro de las "listbox" o bien, dentro de los controles mismos.

Eventos: son rutinas de Visual Basic donde se escribe el código para decirle al control que debe de hacer cada vez que se selecciona, se mueve, se desplaza, etc.



En lo que respecta al control que permite el acceso a puerto paralelo Visual Basic no ofrece ninguna opción predefinida para su llamado o manejo, mas bien se refiere al sitio de Microsoft para adquirirlo a un precio razonable; otros desarrolladores de software también ofrecen controles personalizados para el manejo del puerto paralelo.

Para poder comunicarse de manera bidireccional con el puerto paralelo fue necesario la creación de dicho controlador. Para ello fue necesario la implementación de los siguientes archivos:

1. Inpout32.dll, archivo tipo dll (Dynamic Link Library, o bien Biblioteca de Enlace Dinámico) que permite el uso de rutinas Input y Output en programas de 32 bits.
2. Inpout32.bas, declaraciones de Visual Basic para llamadas tipo Inp y Out.
3. Inpout32.vbp, las declaraciones de Visual Basic para el proyecto en Visual
4. Basic Inpout32.frm, archivo de arranque para el proyecto de Visual Basic.

5. Inpout32.dpr, código fuente para el archivo tipo dll ejecutado en el compilador de Objetos en Pascal Borland Delphi 2.0.

La creación de tal archivo carece de la mayoría de las propiedades de los controles de Microsoft, sin embargo contienen el código necesario para declarar en el programa en Visual las llamadas Inp y Out (entrada/salida o lectura/escritura) a la dirección del puerto paralelo especificado por el usuario en el BIOS de la computadora.

A continuación se muestra el código fuente del controlador usado para el manejo del puerto I/O:

{Código fuente para la llamada inpout32.dll.

Habilita los programas de Visual Basic de 32 bits para una comunicación directa I/O(Inp and Out) bajo Windows 95 y 98.Compilado en Borland Delphi 2.0.

```
library inpout32;  
uses SysUtils;  
procedure Out32(PortAddress:smallint;Value:smallint);stdcall;export;  
var  
ByteValue:Byte;  
begin  
ByteValue:=Byte(Value);
```

```
asm
push dx
mov dx,PortAddress
mov al, ByteValue
out dx,al
pop dx
end;
end;
```

```
function Inp32(PortAddress:smallint):smallint;stdcall;export;
```

```
var
```

```
ByteValue:byte;
```

```
begin
```

```
asm
```

```
push dx
```

```
mov dx, PortAddress
```

```
in al,dx
```

```
mov ByteValue,al
```

```
pop dx
```

```
end;
```

```
Inp32:=smallint(ByteValue) and $00FF;
```

```
end;
```

```
Exports
    Inp32,
    Out32;
begin
end.
```

El controlador es un archivo del tipo "dll" que debe copiarse en la carpeta de sistema de Windows (C:\windows\system) para que Windows se encargue de la parte misma de la escritura a los puertos de datos y control y del proceso de lectura del registro de estado.

5.8 Diseño del programa para las pruebas del control del puerto paralelo

Antes de programar y comunicarse directamente con el puerto paralelo fue indispensable hacer primero las pruebas de comunicación con dicho puerto. Existen varias razones las que motivaron implementar dichas pruebas, entre ellas:

- No todos los puertos paralelos son verdaderamente bidireccionales, sin importar lo que diga el BIOS.
- No todos los puertos tienen la llamada bidireccional de control en el mismo bit del registro de control (bit 5 en la mayoría de las PC's).

- Algunos puertos no cuentan con resistencias "pull-up" en sus salidas, precaución usada para proteger a los buffers de entrada o de salida de los periféricos. Algunos solo cuentan con salidas "totem pole" y otros incluso cuentan con salidas "colector abierto".

La razón de mayor peso a la hora de leer un dato bajo las condiciones antes citadas es que si se envía un dato del periférico al puerto paralelo y este no se encuentra en modo de lectura (o bidireccional) o en modo de "tercer estado", puede existir un conflicto ya que cabe la posibilidad de "drenar" la corriente del posible 1 lógico del puerto de datos de la PC con un 0 lógico proveniente del periférico. Esta operación puede dañar el integrado de salida del puerto paralelo (normalmente un CI 68HC11) cuya salida se limita a unos cuantos miliamperios. En los anexos se adjunta una copia del Manual del Usuario donde se explica los pasos y cuidados que se debe tener a la hora de hacer las pruebas de puerto, paso previo y de mayor importancia a la hora de preparar alguna otra PC para tal tarea.

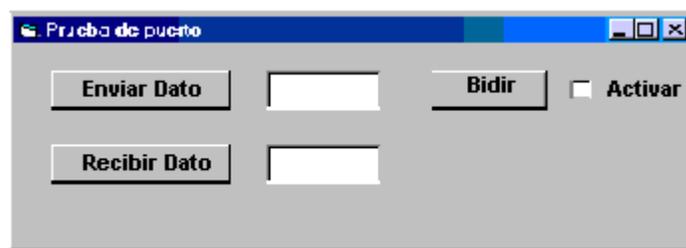


Figura 24 Forma principal del programa de prueba de puertos

El programa de prueba de puerto tiene básicamente 3 controles:

1. Envío Dato
2. Recibir Dato
3. La activación de la propiedad bidireccional, que permite leer y escribir 8 bits al puerto de datos en la misma rutina de ejecución.

Así por ejemplo al enviar un 10, en las patillas del puerto paralelo se leerá (del bit más significativo al menos significativo): 00001010 y al oprimir “Recibir dato” se leerá también 10. En modo bidireccional por ejemplo se envía un 10, se activa la bidirección y la lectura del puerto debe ser, por lo general, 255 (todas las patillas de entrada del registro tienen el 1 lógico proveniente del arreglo de resistencias de “pull-up” previamente configuradas sobre algún tipo de montaje, como por ejemplo el “proto-board”).

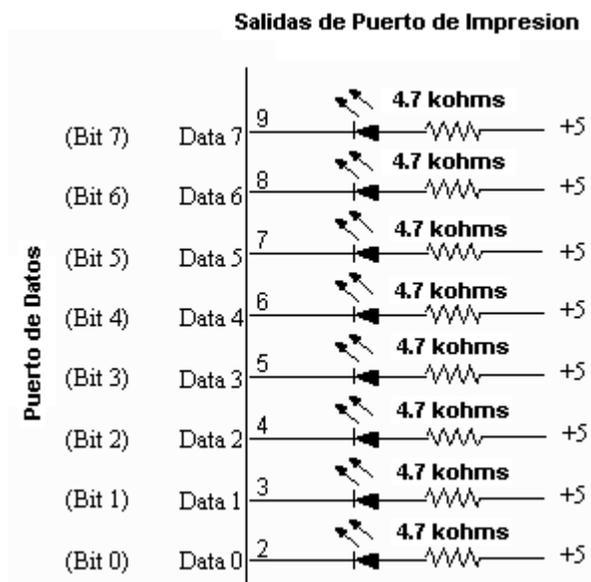


Figura 25 Circuito sugerido a la hora de hacer pruebas de puerto paralelo

En caso de que los resultados de las pruebas no sea satisfactorios se alienta al usuario a probar otras direcciones y modos en el BIOS del ordenador hasta encontrar la respuesta deseada. Caso contrario no se recomienda ejecutar ningún tipo de aplicación de puerto paralelo bidireccional hasta tanto no se tenga completa certeza de que tal propiedad esté habilitada.

La siguiente es una sección del programa de prueba del puerto paralelo:

```
Private Sub bt_mandar_Click()  
Dim dato As Integer  
Dim datocontrol As Integer      'declaración de las variables  
dato = 0  
datocontrol = 0      'se inicializan los registros de datos y control  
Out PortAddressControl, datocontrol  
    If txt_enviar.Text = "" Then  
        MsgBox "Debe de escribirse un dato valido", vbExclamation, "Error"  
    Else  
dato = CStr(txt_enviar.Text) 'se recibe el dato y se manda al puerto  
Out PortAddress, dato  
    End If  
End Sub
```

```
Private Sub bt_recibir_Click()
Dim datocontrol As Integer
If CheckOptBidireccion.Value Then
    datocontrol = 96    'Se envía un 1 al bit de bidirección al
Else
    datocontrol = 0    'registro de control
End If
Out PortAddressControl, datocontrol
txt_recibir.Text = Inp(PortAddress)
End Sub

Private Sub bt_salir_Click()
End
End Sub
```

5.9 Diseño de Interfaz Gráfica para el usuario

El diseño final del programa capaz de crear una base de datos con la información de temperatura, número de sensor, hora y fecha por medio del puerto paralelo de la PC fue realizado en Visual Basic 6 conjuntamente con llamadas a Delphi, Ensamblador y Access.

En este apartado se muestra y explica brevemente el contenido de las opciones de menú. El listado del programa completo se encuentra en los anexos.

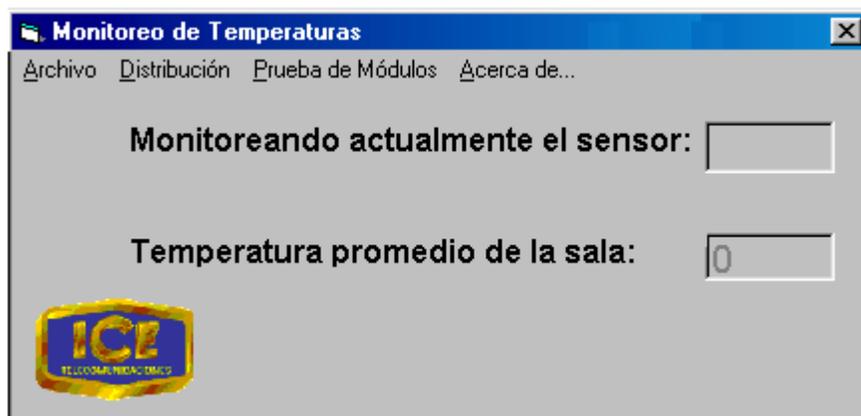


Figura 26 Forma principal del programa de Monitoreo de Temperaturas

5.9.1 Menú Archivo

El menú archivo tiene 3 opciones:

- Generar Reporte.
- Configuración.
- Salir.

La opción "Generar Reporte" despliega las 100 últimas muestras sensadas que se encuentran almacenadas en la base de datos. La gráfica se actualiza luego de cada muestra consecutiva.

La opción "Configuración" le permite al usuario escoger el tiempo de muestreo y establecer el valor de temperatura más alto permisible. Además se incluye un botón capaz de generar una señal de alarma falsa para la prueba de la misma.

Y por último la opción "Salir" que le permite al usuario cerrar la aplicación ejecutable.

5.9.2 Menú Distribución

El menú distribución le permite al usuario ubicar qué número de sensor corresponde a cuál pasillo y a la vez le permite modificarlo, en caso de algún futuro cambio o redistribución. Esta ventana posee un objeto OLE (Eslabón Embebido de Objetos) que permite abrir un archivo ajeno a Visual Basic, modificarlo, salvarlo y cerrarlo dentro del mismo programa. En éste caso la distribución de planta fue guardada y modificada en Corel 9 con 18 "layers" o capas diferentes correspondientes a los 18 sensores y que pueden manipularse uno por uno, sin que el dibujo base de planta se altere.

5.9.3 Menú Prueba de Módulos

La ventana de las pruebas de sensor le indican al usuario si existen problemas en algún sensor específico o en la línea. Esto se logra enviando un dato fijo ajustado por el usuario (0.3v) al circuito central por medio del botón para tal fin y comparando luego dicho resultado con un dato base. Dicho botón se encuentra en todos los sensores y es por medio de éste mecanismo que se compara la señal enviada de los sensores (valor hexadecimal previamente procesado por el convertidor analógico/digital) con el correspondiente valor hexadecimal para ése nivel de corriente directa en el programa mismo.

5.9.4 Menú acerca de...

Muestra una pequeña leyenda acerca del autor del proyecto y la forma de localizarlo en caso de alguna eventualidad.

5.10 Componentes del programa final

El sistema de monitoreo consta de los siguientes archivos:

Tabla 17 Archivos principales del programa de Monitoreo de Temperaturas

Archivo	Propósito
Final.vbp	Es el proyecto principal
Frm_about	Créditos del proyecto
Fmr_config.frm	Desde aquí se configuran los sensores, se define la temperatura máxima, así como la frecuencia de muestreo o monitoreo y prueba de alarma
Frm_distribucion.frm	Se muestra el posicionamiento de los sensores sobre una imagen escaneada de la distribución real de los sensores en la Sala de Transmisión.
Final.frm	Es la forma principal del proyecto, dentro de esta se produce el proceso de monitoreo
Frm_prueba_alarma.frm	Advierte al usuario que la prueba se la alarma está en proceso
Frm_pruebas.frm	Desde esta ventana se puede probar el estado de todos los sensores que conforman el proyecto
Frm_reporte.frm	Se muestra un reporte de las temperaturas de los sensores, ya sea un reporte general o un individual para cada sensor. El reporte se muestra en forma gráfica.

5.11 Descripción general de programa

Este programa se encarga del monitoreo del estado de 18 sensores de temperatura a intervalos regulares definidos por el usuario, estos intervalos pueden ser cada 5, 10 o 15 minutos. Cada vez que se obtiene la temperatura de un sensor su valor es almacenado en una base de datos junto con el número de sensores, fecha y la hora exacta del monitoreo. La base de datos en cuestión contiene una sola tabla cuya estructura es la siguiente:

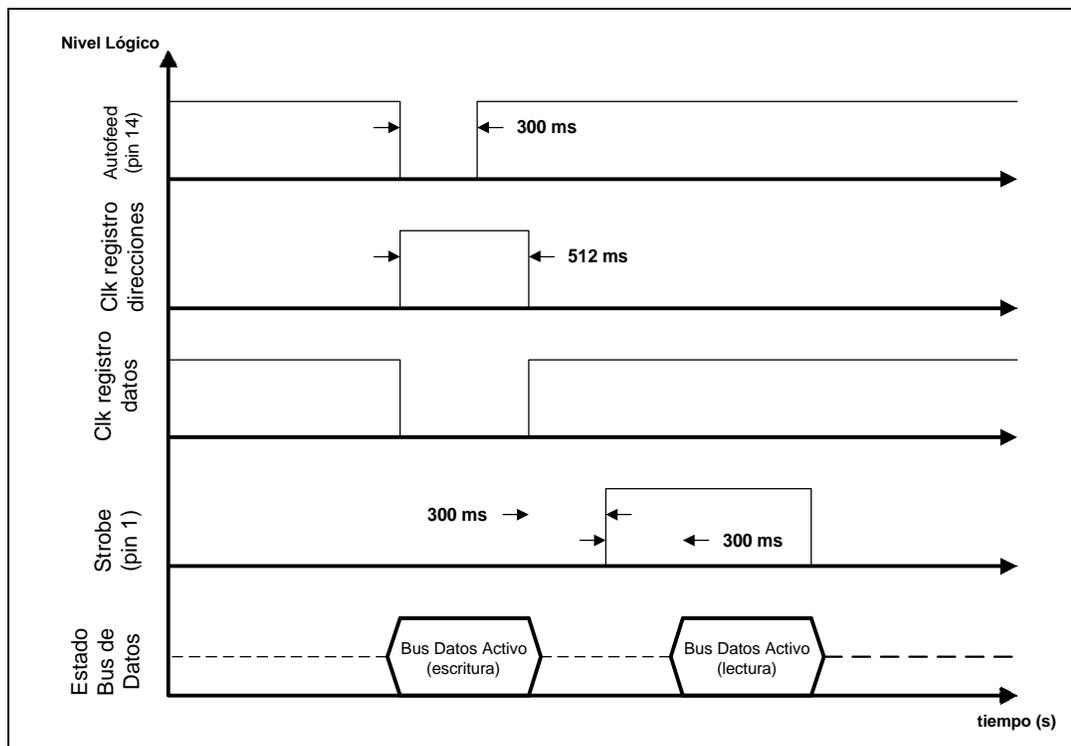
Tabla 18 Componentes del programa complementario en
Access db_sensores

Campo	Tipo	Significado
Id	Autoincremento	Es el campo llave de la tabla
Numero_sensor	Entero	Es el número de sensor que se monitorea
Fecha	Fecha/Hora fecha corta	Es la fecha del monitoreo
Hora	Fecha/hora hora larga	Es la hora exacta del monitoreo
Temperatura_sensor	Entero	Es el valor de la temperatura para el sensor en cuestión

El mantener esta información histórica del sensor - fecha - hora - temperatura nos permite, además de tener un registro de las temperaturas pasadas, mostrar gráficas por sensor de las últimas 100 mediciones realizadas; así el usuario puede, por inspección de la gráfica, determinar cual es la tendencia de la temperatura en general (promedio del valor de todos los sensores) o por número de sensor.

Para obtener el estado de la temperatura del sensor se hace una consulta al puerto paralelo con la información hexadecimal correspondiente a la dirección del multiplexor y del sensor específico a sensar. Luego de un lapso se procede a leer el resultado de dicha lectura. Ese lapso está definido por el temporizador interno del módulo principal que corresponde a $1.1RC = 0.512$ seg.

El dato hexadecimal correspondiente al valor de temperatura es leído del puerto paralelo y luego es almacenado en la base de datos para posteriormente ser graficado según el usuario así lo desee.

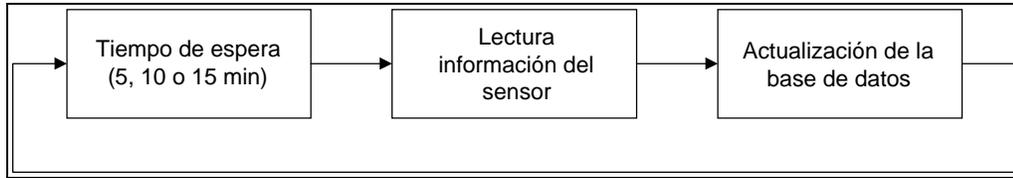


Visio Technical 4.1

Figura 27 Diagrama de tiempos hardware/software

5.12 Detalle de los procesos

El proceso principal del sistema consiste en el direccionamiento de los sensores y la espera del resultado obtenido, este proceso se describe mediante el siguiente diagrama de transición de estados:



Visio Technical 4.1

Figura 28 Diagrama de transición de estados

Otros subprocesos que se realizan son:

1. Lectura de la información del sensor.
2. La prueba de los sensores
3. El proceso de graficado de la información histórica de un sensor.

Estos procesos se localizan en las distintas formas del programa, sin embargo el proceso de prueba es el único que detiene el proceso de muestreo.

5.13 Lectura de la información de un sensor

Para mayor modularidad y reutilización de código, se procedió a escribir una función llamada flanco que se encarga de ejecutar todos los outs e inps (salidas y entradas o escrituras y lecturas) necesarios para obtener el estado de un sensor. En este se recibe como parámetro el número de sensor y por medio de una tabla de código (Tabla 13) este número se traduce a un valor de registro. La función retorna el valor por medio de inp, o sea la temperatura del sensor especificado que posteriormente es almacenada.

5.14 Prueba de los sensores

El proceso de prueba consiste en direccionar manualmente cada sensor para obtener una señal fija correspondiente al valor DC de 2.5v. Esto es posible gracias al botón de prueba que cada sensor tiene cuyo resultado es comparado en el programa con su correspondiente valor hexadecimal. El proceso requiere la intervención de dos usuarios, uno que pulse el botón de prueba de cada sensor y otro que seleccione la opción de sensor bajo prueba en el cuarto donde se encuentre la PC.

El objetivo es tener un valor comparativo de respuesta del sensor para así determinar si existe un error de línea o un fallo de sensor propiamente. El programa se encargará de interpretar dicho resultado e indicará al usuario si en efecto existe algún tipo de problema en ése módulo

5.15 Graficado

Dada la información histórica disponible, es posible su despliegue gráfico para efectos de visualización del comportamiento de la temperatura en forma general (temperatura promedio) o individual (curvas por número de sensor).

Según la información obtenida de la tabla es posible procesar un subconjunto de esta por medio de una consulta SQL. Por ejemplo, si lo que se quiere obtener es el despliegue histórico de un sensor se procede a ejecutar el siguiente script:

```
SELECT * FROM SENSORN WHERE NUMERO_SENSOR = %NUMERO ORDER  
BY FECHA, HORA
```

Donde %NUMERO es el número de sensor que puede tener un valor entre 1 y 18.

Tal como se puede observar esta consulta retorna todos los muestreos realizados sobre un sensor específico. Para que la cantidad de puntos sea manejable, se decidió mostrar únicamente los últimos 100 muestreos por sensor.

Para lograr este comportamiento se mueve el cursor al final de la tabla de resultado de la consulta (última línea de la lista db_sensores, localizada en la raíz del disco duro) y se empieza a graficar del último sensor al anterior. De esta forma por cada punto que se grafica se mueve el cursor un registro hacia atrás, así hasta que se llegue al límite de 100 registros o hasta que se llegue al inicio de la tabla, cualquiera de estos dos eventos que suceda primero.

CAPÍTULO 6
ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 Explicación del diseño

6.1.1 Modo de operación normal y modo de alarma

El sistema está diseñado para que su operación sea ininterrumpida, a no ser que el usuario desee hacer las pruebas de los sensores, en cuyo caso se detiene temporalmente el proceso. Una vez finalizadas tales pruebas se reanuda la operación en el sensor siguiente, dando continuidad al monitoreo sin afectar la sucesión de los datos en las tablas de Access.

Es por lo anterior que tanto el monitoreo normal como las pruebas de sensores tienen la misma dinámica; la primera tiene un protocolo automático (sin intervención del usuario en ningún momento) y la segunda que consiste básicamente en la misma que la anterior solamente que existe la intervención del usuario.

6.1.2 Modo de operación normal

El objetivo de este apartado es ilustrar al lector la forma en que se envía a la entrada del puerto paralelo la información binaria correspondiente al valor de temperatura que ése mismo sensor esté detectando. El proceso se repite de la misma manera 18 veces, una vez por sensor, la diferencia consiste en el dato de direccionamiento que se reciba del puerto paralelo (ver Tabla 13)

Se describe a continuación el proceso completo que se ejecuta al leer el sensor 0 (dirección de registro = 30 hexadecimal, 00110000 binario).

En ese momento se tiene al pin 1 “strobe” del conector Centronics (bit 0 del Registro de Control de la PC) en estado de 0 lógico. Un 0 lógico en strobe significa que se está en modo de escritura, o sea, se habilita la entrada de U17 por medio de los pines 1 y 19 y se deshabilita la salida de U15 con la ayuda de uno de los 6 inversores del CI SN74LS04.

Se envía entonces el dato de dirección a registro correspondiente al sensor número 0 que equivale a un 30 hexadecimal. Este dato estará presente en la entrada del registro de direcciones pero no será un dato válido de dirección hasta que se produzca el impulso de carga.

El impulso de carga se obtiene del oscilador astable LM555 que por medio de $R16 = 470K$ y $C4 = 1\mu f$ producen un impulso en su salida de $1.1RC = 0.517s$. El oscilador en cuestión recibe la orden de disparo por el pin 14 “autofeed” del conector Centronics (bit 1 del Registro de Control) y responde al flanco negativo, lo que produce un impulso con flanco positivo a su salida que va directamente al pin de CLK del registro SN74198. Este tipo de registro carga en forma paralela el dato de dirección al existir un flanco positivo en CLK manteniendo así el dato de dirección estable en su salida estable para su posterior procesamiento.

Una vez que se tenga el dato estable a la salida del Registro de Direcciones se direcciona el dato de la siguiente manera:

0	0	1	1	0	0	0	0	Sensor 0
X	X	INH U1	INH U5	INH U9	C	B	A	Pocisionamiento

De acuerdo con el diagrama todos los pines de direccionamiento A, B y C de los convertidores analógico-digital CD4051BM están interconectados a una misma salida de registro (QA, QB y QC del Registro de Direcciones) respectivamente y por otro lado los convertidores están activos al tener un estado lógico 0 en sus entradas INH y estarán en tercer estado al tener un 1 lógico. Es así como se demuestra que se está seleccionando el sensor 0 (CBA = 0) que se encuentra en el Bloque de Adquisición y Procesamiento de Datos número 1 (solo U9 está habilitado).

El multiplexor CD4051BM tiene 3 niveles de CD. Vss equivale a la línea común (tierra) mientras que Vdd y Vee determinan el rango de “aceptación” de los niveles de voltaje a la entrada. De esta forma al ser Vdd = 5v y Vee = -5v se puede multiplexar señales con amplitudes de Vdd –Vee = 10v o bien +/- 5v.

Al estar el U1 en operación y tener la entrada 0 activa se transfiere el valor analógico del sensor (valor que varía en función a la temperatura y cuyo rango está entre los 0 y los -5v equivalentes a los 0 - 60°C, rango requerido por el ICE) al inversor UA741C, chip U2 del esquemático.

El amplificador operacional UA741C es un amplificador inversor cuya salida es unitaria y se encarga de suministrar la información del sensor en forma estable y con el menor ruido a la entrada (pin 6) del convertidor analógico digital ADC0804.

El convertidor ADC0804 tiene un rango de operación de 5v y se debe especificar ese rango tanto en el pin 7 (-IN) como en el pin 9 (VREF/2). El pin 7 corresponde al valor mínimo a convertir que, al estar a tierra, responde al valor inferior de 0V y al pin 9 se le conecta un divisor de tensión que corresponde a dos resistencias de 1MΩ al 2% cada una. Los pines 19 y 4 corresponden a las entradas de reloj CLKR y CLKIN para establecer la frecuencia de muestreo. La misma esta dada por la función:

$$f_{CLK} \cong \frac{1}{1.1RC}$$

Al ser R=10KΩ y C= 150pf se obtiene un f_{CLK} de +/- 600Khz.

Según los diagramas de tiempos de las hojas de datos del CI ADC0804 tanto \overline{INTR} como \overline{WR} responden a los mismos tiempos de transición.

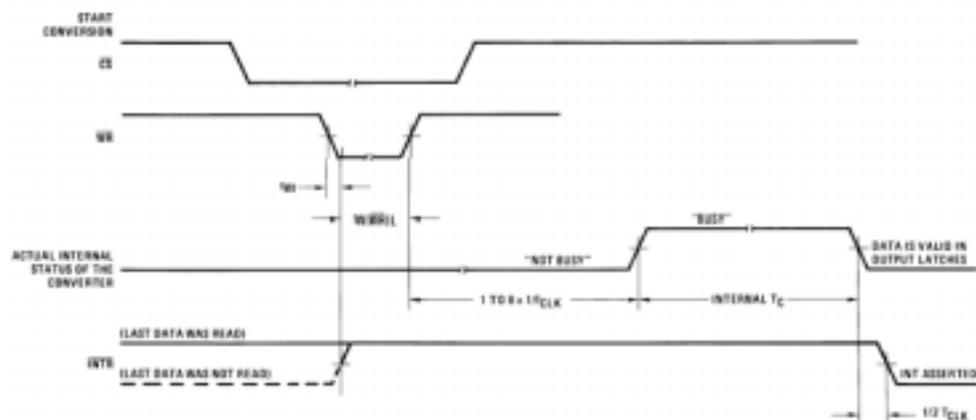
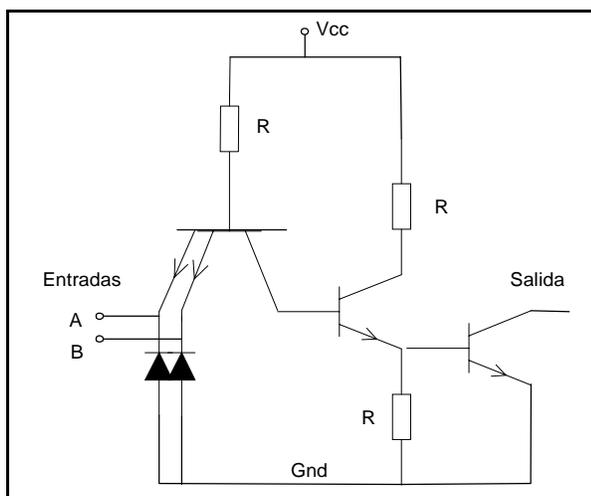


Figura 29 Diagrama de tiempos del ADC0804

Al hacer las pruebas del sistema se detectó un error en la adquisición del dato proveniente del CI ADC0804. Luego de investigar el problema se descubrió que el fabricante recomienda la puesta en corto en forma momentánea de la unión $\overline{INTR} / \overline{WR}$ (pines 3 y 5) para asegurar la operación. Para responder ante esa limitación es que se hace uso del chip 7401 que es una compuerta NAND con colector abierto ya que, como se dijo anteriormente, el sistema es independiente y no requiere de intervención de usuario a no ser que se realicen las pruebas.

El valor del “corto momentáneo” fue medido y se determinó que el CI ADC0804 responde bien si se produce un corto con una resistencia no mayor a los 80Ω . Las pruebas se enfocaron entonces a la determinación de algún dispositivo que pudiera poner en corto al arreglo $\overline{INTR} / \overline{WR}$ por un corto período y con las especificaciones antes indicadas.

El único dispositivo que fue capaz de producir tal efecto fue el CI 7401, según la figura siguiente:



Visio Technical 4.1

Figura 30 Diagrama de la compuerta NAND 7401

Según su conexión en el circuito, una de sus 2 entradas siempre va a estar en alto y la otra entrada será la que en realidad produzca el efecto de “corto momentáneo” al drenar a tierra la corriente del arreglo $\overline{INTR} / \overline{WR}$ por cerca de 300 ms a través del transistor de salida cuya resistencia dinámica (determinada por la relación V_{OUT} e I_{OH} de la compuerta) es de 20Ω . De esta forma cada vez que se cargue un dato se resetea por un lapso de 0.3 s el convertidor ADC0804 que esté en ese momento habilitado, esto ocurre antes de que ningún dato esté siendo procesado por el convertidor, lo que asegura la confiabilidad del dato muestreado.

El ADC0804 puede convertir la información análoga de 0 a 5v a un dato hexadecimal de 0 a FF por medio de sus salidas DB0 a DB7. Si bien es cierto el CI ADC0804 posee características de tercer estado a sus salidas, se consideró conveniente intercalar un buffer entre sus salidas y el bus común que enlaza los 3 Bloques de Adquisición y Procesamiento de Datos por protección (el CI ADC0804 se caracteriza por ser un dispositivo sumamente sensible y fácil de dañar).

El dato hexadecimal es entonces transmitido a la entrada del buffer que esté activo en ese momento. En esta parte del diseño fue necesario incorporar a dos tipos de compuertas más, la 74LS86 y la 74LS27 que garantizaran que solo un buffer esté activo y que lo haga en el banco de Adquisición y Procesamiento de Datos que así corresponda (U4 para el Bloque 1, U8 para el Bloque 2 y U12 para el Bloque 3) y que también tenga previsto que al ocurrir un evento no programado (lectura de 0 hexadecimal en el Registro de Direcciones por errores, desconexiones del Módulo Central que produzcan un reset en el registro, desconexión accidental del cable de transmisión paralela etc. se asegure que todos los buffers de control de bus U4, U8 y U12 se pongan en tercer estado.

La Tabla 14 muestra el comportamiento de los pines de habilitación de dichos buffers. Tal comportamiento obedece a la siguiente tabla:

Tabla 19 Comportamiento del control del bus interno ante las posibles situaciones de operación

Posibles instrucciones en binario en entradas del 74LS27			Entrada XOR		Pines de habilitación (control bus interno)		
A	B	C	Pin 0	Pin 1	U4	U8	U12
0	0	0	0	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	1	1
1	0	1	0	0	1	0	1
0	1	0	0	0	1	1	0

Según la Tabla 19 el arreglo del CI 74LS27 junto con el CI 74LS86 asegura que no existirán conflictos de buses en ninguna de las situaciones de direccionamiento normal ni por eventualidades fuera del diseño.

Una vez que el dato hexadecimal correspondiente al valor de temperatura se encuentre activo en el bus es que se carga al Registro de Datos.

El Registro de Datos es un SN74198 de carga en el flanco positivo en su entrada CLK que almacenará el dato hexadecimal 512 ms después de que se hizo la solicitud de escritura del código del sensor 0, tiempo suficiente para que todos los componentes en el circuito respondieran a la o las solicitudes del código de dirección y de conversión de dato hexadecimal del CI ADC0804.

La carga del dato procesado al Registro de Datos no es independiente al resto de las cargas o habilitaciones de los componentes del circuito. El mismo oscilador astable LM555 (U13) que cargó el dato de dirección 512ms atrás cambia de flanco al concluir su pulso y es aprovechado por el inversor U22b para producir el flanco positivo que se requiere para almacenar el dato y tenerlo estable y listo para ser enviado a la PC por medio del puerto paralelo.

De esta forma el valor de temperatura del sensor 0 en código hexadecimal está presente en la salida del registro y a su vez, a la entrada del buffer 74LS244 (U15). La última etapa del proceso se completa al habilitar U15 por medio del pin 1 (strobe). Anteriormente cuando se leyó el dato de dirección del sensor strobe se encontraba en 0, lo que deshabilitaba a U15. Ahora se requiere lo contrario, se necesita deshabitar U17 para poder sacar el dato a puerto. Este proceso se logra al poner el bit 1 del Registro de Control en la PC (strobe) en 1, deshabilitando U17 y habilitando U15 por medio del inversor SN74LS04.

6.1.3 Ocurrencias complementarias

El circuito requiere, además de lo explicado anteriormente, de dos componentes extras para su perfecto funcionamiento.

Uno de esos componentes responde a la cargabilidad de las componentes y el otro a la protección del puerto de impresión de la PC.

En cuanto a la cargabilidad de los componentes se determinó que casi ninguna compuerta esta sobrecargada, sin embargo se detectó una disminución en los niveles de salida del Registro de Direcciones provocado por los multiplexores CD4051 cuya información eléctrica suministrada por el fabricante es casi nula. Es por ello que se recurrió al uso del integrado U18, un buffer que se encuentra siempre habilitado y que provee la corriente que el CI CD4051 necesita.

En cuanto a la protección del puerto paralelo de la PC se recurrió al uso de R20, un arreglo de resistencias “pull-up” que protege el drenaje de los buffers de salida del puerto paralelo (ver apartado 5.8 “Diseño del programa para las pruebas del control del puerto paralelo”).

6.1.4 Modo de operación alarma

La alarma es un pequeño módulo que gracias a su “relay” es capaz de pasar de encendido a apagado según lo determine el programa (al incurrir en algún exceso de temperatura) por medio del pin 1 del Registro de Control de la PC (autofeed)

Para protección del Registro de Control se empleó la más alta resistencia de base ($R17 = 100k\Omega$) capaz de poner a Q1 en corte o en saturación. El resultado de poner un 0 lógico en la base de Q1 provoca que un corte que polariza la base de Q2. Al polarizarse Q2 se genera la corriente de 100mA necesaria para que la bobina del relay se polarice y se produzca un cambio de estado en sus conectores.

En estado normal (esto es, al estar el sistema encendido y conectado a la PC o al estar en modo de funcionamiento sin ninguna incidencia de aumento de la temperatura permisible) siempre existirá un 1 lógico a la salida del pin 14 (autofeed) que se reflejará a la base de Q1 que, al estar en modo de saturación, provoca que en la base de Q2 exista 0.2v aproximadamente, situación que lo pone en corte y produce una $I_{\text{colector}} \cong 0$ mA que despolariza a la bobina del relay, sacándola de operación. D1 es un diodo que protege a Q2 antes tales cambios debido a las corrientes de retorno de la bobina.

6.2 Alcances y limitaciones

El sistema monitor de temperaturas es un sistema capaz de medir la temperatura ambiente de 18 sensores con una precisión de +/- 0.25°C en forma remota y prácticamente libre de ruido bajo las condiciones imperantes en la Sala de Transmisión del cuarto piso del ICE en San Pedro.

Se asegura la operación de los sensores en forma remota a una distancia de línea de hasta 30 mts, distancia máxima a la que fueron sometidos los módulos durante la etapa de pruebas.

Cada sensor consta de un integrado marca National Semiconductor LM35D con un rango de temperaturas de 0 a 100°C. Es por ello que el sensor como tal es capaz de responder ante ese rango sin embargo el sistema está diseñado de tal forma que su máximo valor de temperatura permisible por el convertidor analógico digital ADC0804 equivale a 60°C. Toda temperaturas mayor será reportada como 60°C en el software y por lo tanto en la base de datos.

La configuración actual consta de 3 multiplexores de 8 entradas cada uno para un total de 24 entradas. Solamente 18 de esas 24 entradas están activas por requerimientos de la empresa, sin embargo debido a la forma de diseño se podría eventualmente utilizar el mismo diseño para direccionar 24 sensores. El funcionamiento de todas las entradas del circuito estaría sujeto a la reprogramación del software que acompaña el dispositivo.

El diseño del sistema provee gran protección al convertidor ADC0804 al incorporar protección de 3^{er} estado extra en sus patillas de habilitación así también como de control de bus interno complementario a la salida del mismo.

De esta forma se “aisla” el convertidor ADC0804 lo más que se puede protegiéndolo de posibles futuros conflictos no programados.

El circuito fue inicialmente realizado en el programa Protel SE99. Algunos de los diagramas de este proyecto se conservaron en esta aplicación pero no fue hasta que se estaba implementando el montaje final (el enrutamiento de los componentes dentro del área disponible para el montaje) que se encontraron problemas internos de software, razón por la cuál fue necesario hacer uso del correo electrónico para lograr corregir errores por medio del servicio técnico en línea sin muy buenos resultados. Por esta razón se replanteó el diagrama esquemático en el programa llamado Orcad 9.0 donde no se encontró problemas de ningún tipo a la hora de hacer el montaje del circuito en placas de 2 caras y más bien su manipulación a la hora de pasar del diagrama esquemático (archivo .opj) a la placa de montaje (archivo .max) fue poco complicada, bastante gráfica y bien descriptiva.

El circuito completo fue inicialmente realizado en una sola placa de dos caras. A la hora de la confección del archivo tipo .max para el ruteo de las conexiones de los componentes dicho programa no pudo realizar todas las conexiones en una área de 10 x 15cms. El área de las placas disponibles corresponde a una placas donadas por el gobierno de Corea al Instituto Tecnológico de Costa Rica que consisten en placas de 1 y de 2 caras. La razón por la que se decidió trabajar con dichas placas fue porque se ubicaron otras cuatro opciones que disponían de equipo para la confección de tarjetas pero algunas no contaban con la calidad que se requería o bien no se disponía del tiempo necesario para esa labor (se cita el ejemplo del Colegio Vocacional de Artes y Oficios “COVAO” donde a finales de noviembre se están preparando para el final de año, exámenes de bachillerato, proyectos finales etc.) o bien tenían otros trabajos ya programados.

La limitación de trabajar con áreas no mayores de 10 x 15cms hizo necesario la división en dos del circuito creando de esta manera 2 tarjetas de 2 caras del circuito central, otra tarjeta de 1 cara para los conectores RJ11 para las entradas de los sensores, otras dos tarjetas de 1 cara para los 18 sensores y otra tarjeta de 1 cara para la fuente.

La necesidad de trabajar con esa área hizo obligatoria la remoción de las puntas de prueba que originalmente se habían dispuesto para fines de diagnóstico en caso de averías. El uso de las puntas de prueba era uno de los requisitos de diseño que fue, por lo tanto, necesario eliminar por falta de tiempo y recursos.

Otro aspecto relacionado al hardware fue la creación, en forma artesanal, de las 18 cajas que conforman los módulos de los sensores. Dichas cajas están hechas de un material llamado polietileno de 3mm de grosor que permite fácilmente su manipulación (corte y lijado) y a su vez presenta una forma agradable y moldeable, haciéndolo incluso agradable a la vista. La razón del uso del polietileno se debe a que no existen cajas de metal u otro material en el mercado que se amolden al sensor mismo, lo que hacía necesario la confección de las mismas en otros lugares. El problema en este sentido es que ninguna compañía consultada (tres en total) estaba en disposición de crear un patrón específico para los sensores si la producción de las mismas no era menor a 20000 unidades mensuales, razón por la cuál y bajo circunstancias obvias fue necesario crear cada caja en forma manual.

En cuanto al software se refiere existen varias limitantes en su uso y en especial en el uso del mismo en otras computadoras que debe de ser tomado muy en cuenta.

En cuanto al uso del programa "Monitor de Temperaturas" se destaca su capacidad gráfica actualizada a tiempo real, su base de datos en Access, su fácil configuración, su modo de pruebas y sus demás opciones. Por un lado se tiene que las gráficas tipo barras de las que se dispone en las herramientas del Visual Basic 6 donde no existe opción en donde se pueda cambiar su forma (gráfica de líneas, gráfica de puntos etc.). Además no se cuenta en el menú de la opción "Save" ni "Save as..." donde el usuario pueda salvar desde el programa *Monitor de Temperaturas* los eventos almacenados ni su posterior borrado. Tales acciones deberán hacerse desde el mismo archivo llamado db_sensores creado en Access y localizado en la raíz del disco duro de la PC.

Otra limitación es que las gráficas consisten en las últimas 100 muestras de los sensores, muestras que pueden tener intervalos de 5, de 10 o de 15 minutos según así lo desee el usuario. No existe opción en el programa donde se pueda variar ese muestreo. Esta opción es predefinida y no es modificable por el usuario (solo por el programador).

Por su parte el Modo de Pruebas proporciona una alternativa de detección de fallas tomando un valor base de cada sensor (ajustable manualmente y enviado por medio del botón de prueba para tal fin) y comparado con su correspondiente valor hexadecimal traducido por el ADC0804 en el sistema central. Para ello se debe contar con dos personas: una en el sensor y otra en la PC seleccionando el sensor en prueba. No existe modo “automático” de pruebas ni pruebas libres de la intervención del usuario.

Otra limitación es la falta en el menú de la opción “Help” donde por lo general los programas comerciales ofrecen ayuda en el manejo y comprensión general de la aplicación en uso. Como complemento se ofrece al ICE dos manuales: el “Manual del Usuario” y el “Manual de Mantenimiento”.

CAPÍTULO 7
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Con el estudio realizado a través del presente Proyecto de Graduación, se ha concluido lo siguiente:

1. El sistema de adquisición de datos representa una solución flexible y económicamente viable para la supervisión de salas de equipo en general.
2. El sistema permite el monitoreo de temperaturas de 18 sensores con un rango de 0 a 60°C y una precisión del 0.5%.
3. La comunicación por medio del puerto paralelo permite lecturas y escrituras de palabras completas (8 bits) con la ventaja del uso de los registros de control y de estado.
4. La comunicación análoga entre el sensor y el sistema central permite obtener señales estables y de bajo ruido, dos características importantes para la confiabilidad del dato muestreado.
5. Las salidas de alarma proveen una alternativa de supervisión remota a través de otros equipos destinados a este fin, en casos en que no exista personal fijo destacado en el lugar
6. Los sensores son muy versátiles debido a la facilidad de prueba que se implementó en cada uno de estos.
7. Debido a que el software desarrollado opera en ambiente Windows 9X, se asegura una interfaz amigable con el usuario.
8. Las gráficas obtenidas de las últimas 8, 16 o 25 horas permiten una visualización histórica del comportamiento de la temperatura por zona o de la sala en general.

9. La detección de fallas en las líneas o en el sensor mismo puede realizarse directamente en el módulo de pruebas del programa Monitor de Temperaturas.
10. Trabajar sobre el puerto paralelo requiere de pruebas previas que permitan al usuario establecer la comunicación bidireccional entre el sistema periférico y la PC.
11. La creación de una base de datos independiente al programa principal permite un manejo del registro histórico más estable y seguro.

7.2 Recomendaciones

1. Debido al rango de temperatura configurado se recomienda usar solamente el CI LM35D o LM35DZ. El uso de otros sensores marca National Semiconductors u otras marcas producirían una lectura de temperatura incorrecta.
2. Si bien el sistema está configurado para el manejo de 18 sensores, dicho sistema podría incluso manejar hasta 24 sensores de temperatura. Esto es posible gracias a la implementación de 3 bloques de Adquisición y Procesamiento de Datos, cada uno con 1 multiplexor analógico de 8 entradas.

3. El sistema central cuenta con 2 niveles de impresos. El nivel superior cuenta con la Etapa de Control y Alarma y el nivel inferior cuenta con la Etapas de Adquisición y Procesamiento de Datos. Dicha arreglo responde a la disponibilidad de área de las tarjetas a la hora de realizar dichos impresos. Para su mejor acceso y mayor facilidad a la hora de realizar algún tipo de mantenimiento al circuito se recomienda utilizar tarjetas de doble cara lo suficientemente amplias para ubicar todos los componentes en un único nivel.
4. Es preferible que el material que se emplea para albergar los sensores sean de metal y que dicho cascarón o caja sea la tierra del circuito para aislarlo al máximo de ruidos o interferencias.
5. Para la comunicación entre el sensor y el sistema central se recomienda el uso de cable telefónico de 4 líneas (óptimo), 6 líneas o bien de cable UTP categoría 4, 5 o 5E.
6. El programa podría ser más flexible en cuanto al número de sensores a emplear. De esta forma el usuario podría especificar el número de sensores a usar por software y hacer uso de los conectores RJ11 hembra que así se disponga en la parte de atrás del sistema central.

7. En el circuito completo se usan 2 niveles de CD constante, uno en la patilla REF/2 del CI ADC0804 y otro en el sensor, propiamente en la parte de pruebas. En ambos casos se empleó el método del divisor de tensión sin embargo es preferible circuitos integrados reguladores de voltaje que se ajusten a cada necesidad.

8. Se recomienda hacer las pruebas de puerto paralelo antes de usar el sistema Monitoreo de Temperaturas en alguna otra PC y asegurarse de que se cuente con resistencias Pull-Up a la salida (o entrada) del puerto paralelo por protección.

9. Se recomienda el uso de tarjetas de montaje de doble cara de un solo nivel aumentando su área cuanto sea necesario.

BIBLIOGRAFÍA

Boylestad, R & Nashelsky, L. (1989). Electrónica Teoría de Circuitos (4ta edición). Mexico: Prentice-Hall Hispanoamericana.

Tocci J. Ronald. (1993). Sistemas Digitales (5ta edición). Mexico: Prentice-Hall Hispanoamericana.

Coughlin, R & Driscow, F. (1993). Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales (4ta edición). Mexico: Prentice-Hall Hispanoamericana.

Phillips Electronic Components and Materials. (1977). General Catalogue 77. Holanda: Eindhoven

National Semiconductor Corporation. (1993). Data Acquisition Databook. USA: National Semiconductor Corporation Manual.

Texas Instruments Corporation. (1970) Preferred Semiconductors and Components from Texas Instruments. USA: Texas Instruments Corporation Manual.

Midwest Components Inc. (1993). Thermistor, Varistors, Linear Sensors and Temperature Switches. USA: MCI Manual.

Design engineer product information

(<http://www.national.com/>)

Interfacing the standard parallel port

(www.senet.com.au/)

Using interrupts

(www.senet.com.au/)

Impresora / puertos y conectores

(<http://www.pchardware.org/>)

Productos de Dallas Semiconductors

(<http://www.dalsemi.com>)

Jan's Parallel Port FAQ (puerto paralelo del computador)

(<http://www.lvr.com/parport.htm>)

Puerto paralelo, (informacion general)

(<http://comunidad.ciudad.com.ar/internacional/aruba/megatronica/indexn.htm>)

Puerto Paralelo

(<http://pchardware.org/puertos/paralelo.htm>)

Programación y acceso a puertos

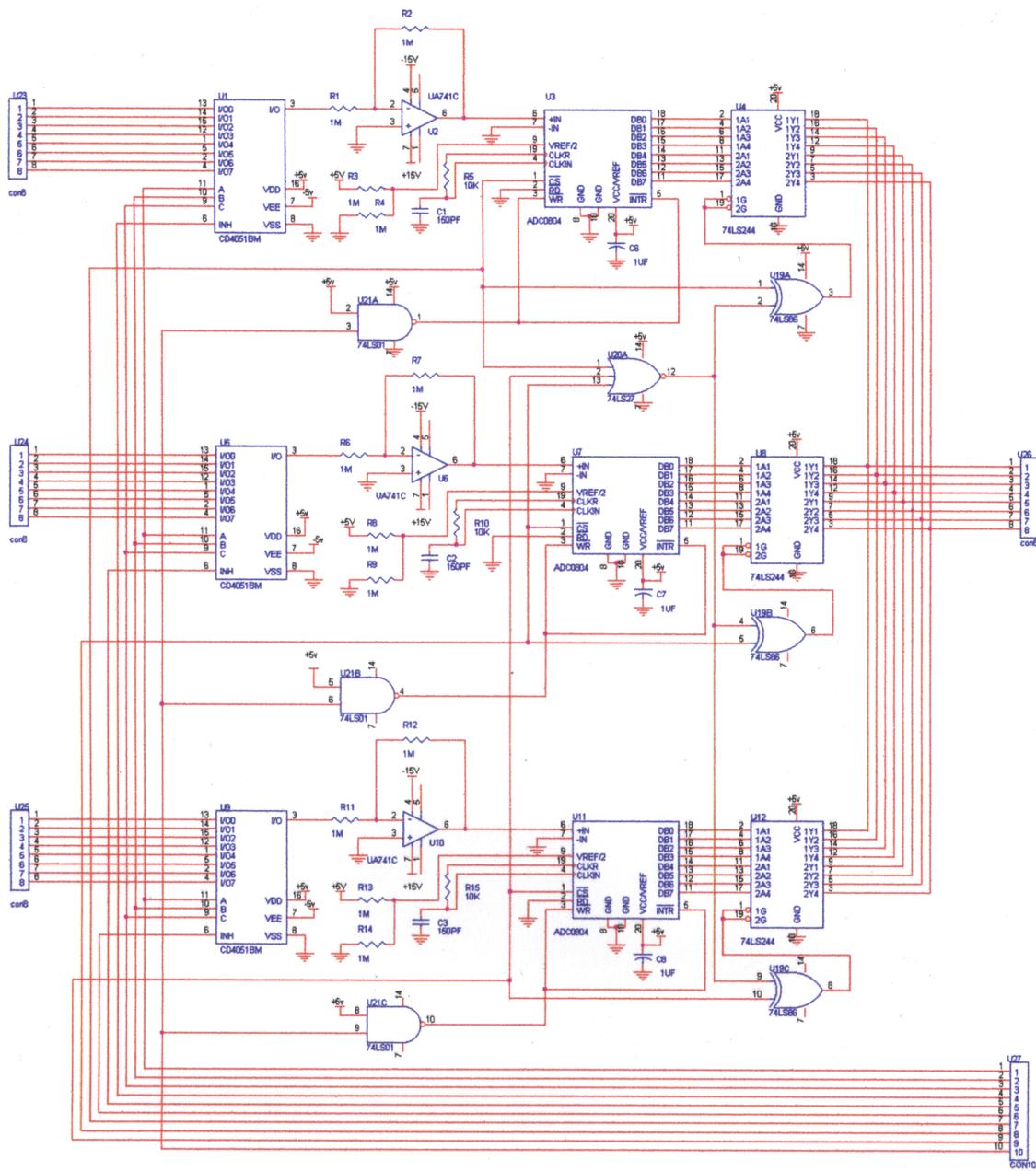
(http://conexion_pc.tripod.com/tecnica/PP/pp.htm)

Use of a PC Printer Port for Control and Data Acquisition

(<http://et.nmsu.edu/~etti>)

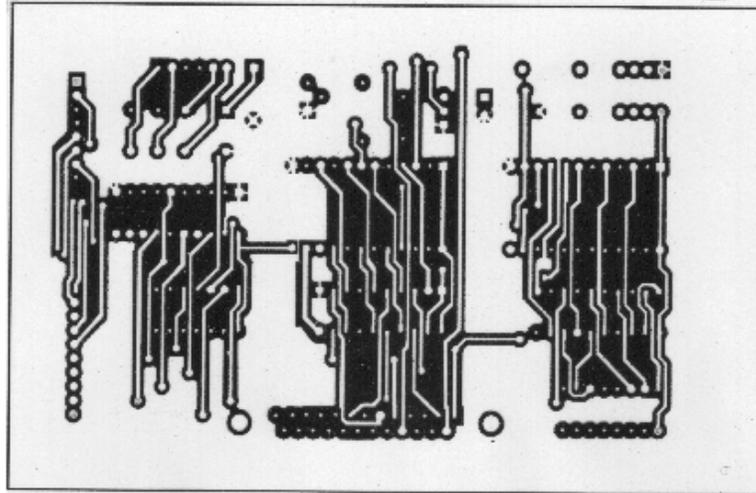
APÉNDICES Y ANEXOS

APÉNDICE 1: DIAGRAMAS ELÉCTRICOS

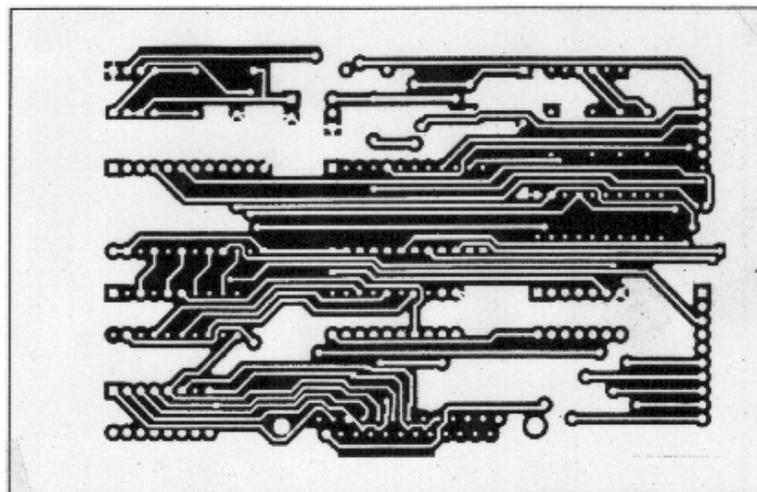


PCB Nivel Interior

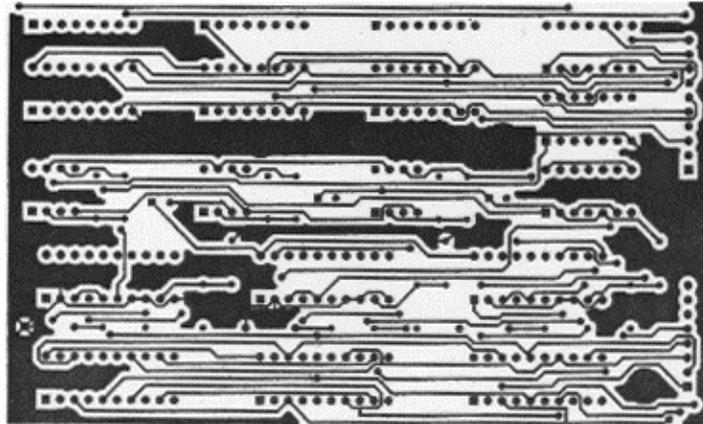
APÉNDICE 2: CIRCUITOS IMPRESOS



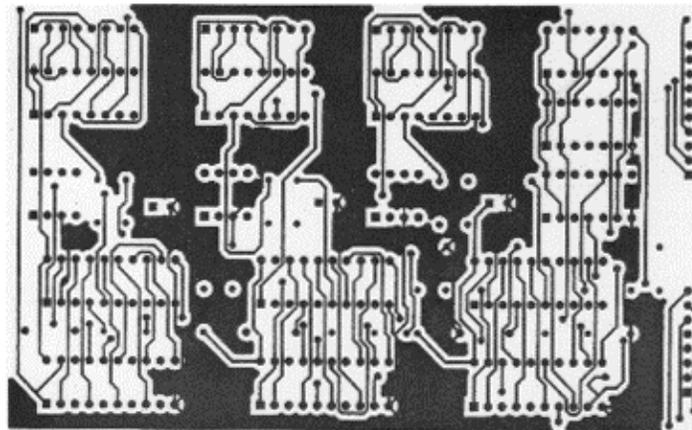
Control Cara Superior



Control Cara Inferior

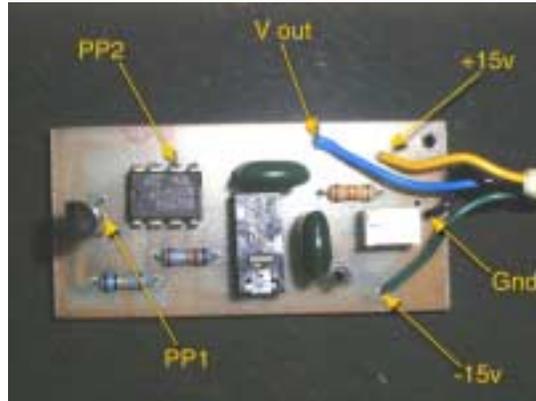


Adquisición Cara Superior



Adquisición Cara Inferior

ANEXOS: IMÁGENES



Vista Interna del Sensor



Vista Anterior Monitor de Temperaturas



Vista Frontal Monitor de Temperaturas

