

•
•
•
•
•
•
•
•
•

ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA

Autores:

José Luis Calvo Labra.

Benito Mozo Rodríguez.

Tutores:

Jesús Manuel Hernández Mangas.

Lourdes Pelaz Montes.



• • • • • • • •



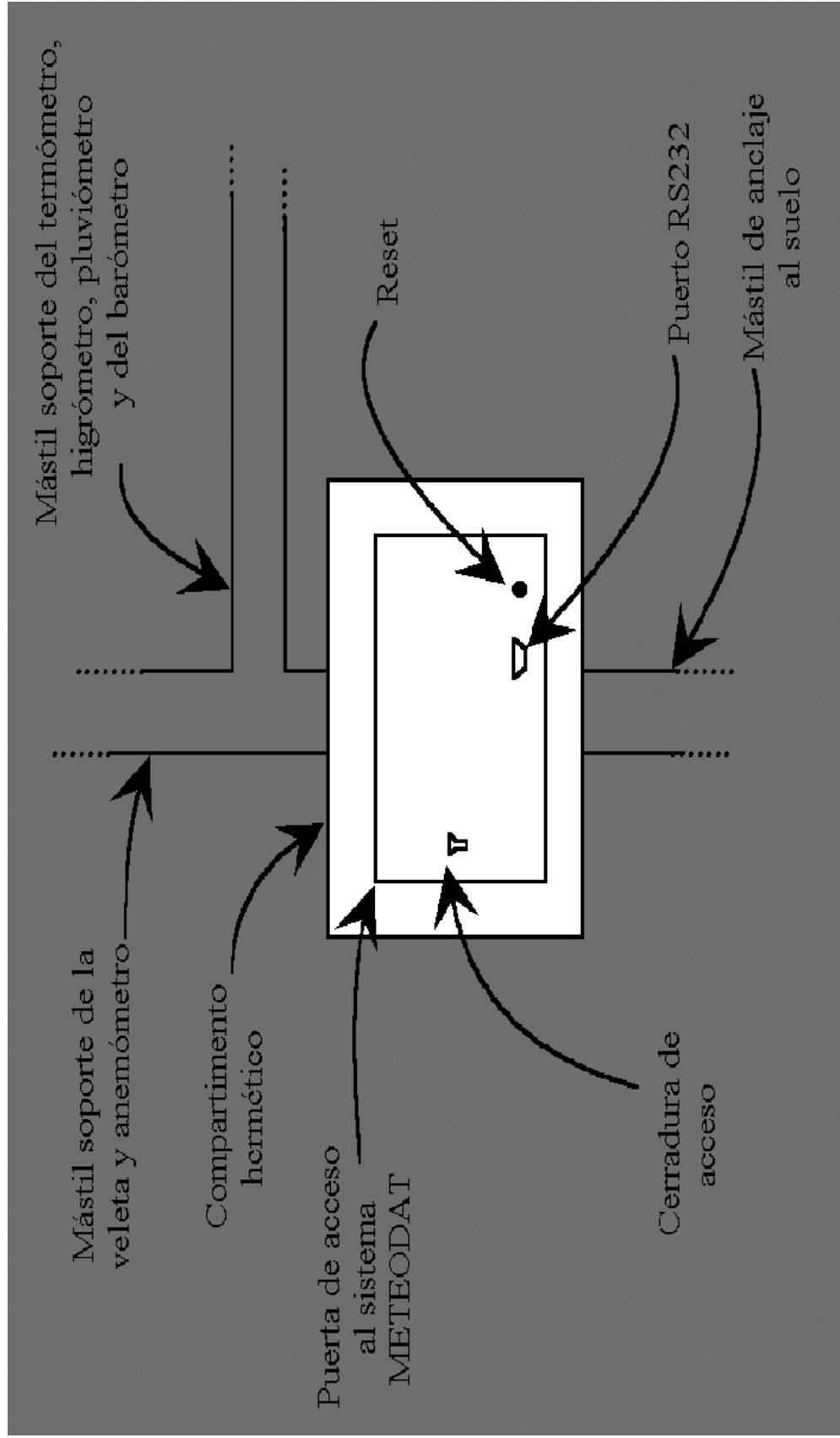
ÍNDICE



- Especificaciones del sistema
- El sistema METEODAT
- Programación de la E.M.A.
- Pruebas del sistema
- Conclusiones



Especificaciones del sistema





Velocidad del viento



- *Escala: de 0 a 50 m/sg.*
- *Sensor primario: diámetro del conjunto cazoletas 12 cm.*
- *Diámetro de cada semiesfera: 4 cm*
- *Sensibilidad (umbral): 1,1 m/sg.*



Dirección del viento



- *Escala: de 0 a 360°.*
- *Sensor primario: veleta.*
- *Sensibilidad: 0,1 m/sg.*
- *Precisión: 1,41°.*
- *Factor de amortiguamiento: 0,6*



Temperatura



- *Escala: de -30°C a 70°C .*
- *Sensor primario: PT100.*
- *Precisión: $0,3^{\circ}\text{C}$ a 0°C .*
- *Constante de tiempo: $<28\text{seg}$ (al 90%).*



Humedad relativa



- *Escala: de 0 al 100% (lineal).*
- *Precisión: +/- 2%.*
- *Constante de tiempo: <10 seg.*



Pluviometría



- *Escala: de 0 a 7mm/min.*
- *Sensor primario: Balancín.*
- *Salida del sensor: 0,1 mm/impulso.*
- *Margen de funcionamiento: de -25°C a 60°C.*



Presión



- *Escala: de 800 - 1100 mb.*
- *Precisión: +/- 0,1 % de la medida.*
- *Salida del sensor: analógico o digital.*
- *Margen de funcionamiento: de 0°C a 50°C.*



Innovaciones



- *Sistema de adquisición de datos abierto y genérico.*
- *Totalmente modular.*
- *Flexibilidad (Basado en microcontroladores)*
- *Bajo consumo.*
- *Facilidad de uso.*
- *Precio muy competitivo.*



ÍNDICE



- Especificaciones del sistema
- El sistema METEODAT
- Programación de la E.M.A.
- Pruebas del sistema
- Conclusiones



El sistema METEODAT

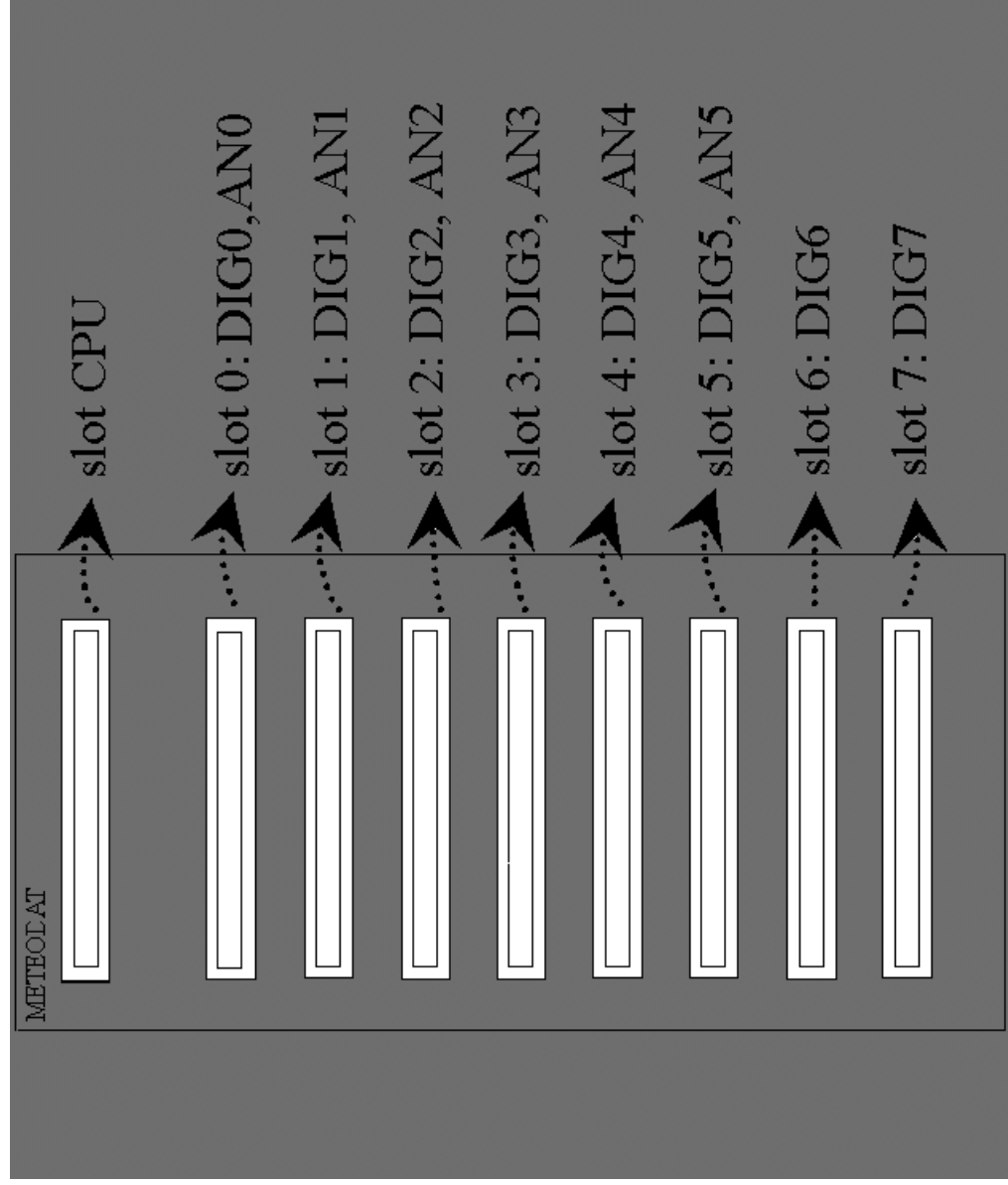




Bus del Sistema



- *Bus asíncrono de 8 bits de 50 pines.*
- *Lectura / Escritura de datos y direcciones (para acceder a tarjetas mediante mapas de registros).*
- *Hasta 8+1 tarjetas disponibles (ampliable a 16+1).*
- *Posibilidad de petición de interrupciones.*
- *Líneas analógicas disponibles para realizar medidas “analógicas”.*





Líneas del bus



- Slot correspondiente al módulo CPU

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
*SEL1	*SEL2	*SEL3	*SEL4	*SEL5	*SEL6	*SEL7	ACT	VDD5	GND	*DOK	*INT	*IACK
*SEL0	GND	*SEL	*BA	R/*W	D/*A	CLK	ACT	VDD5	GND	*DOK	*INT	*IACK
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13

A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25
VDD5	D0	D1	D2	D3	AN7	AN6	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1
VDD5	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	GND	VDD12	AN0
B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	B24	B25



Líneas del bus



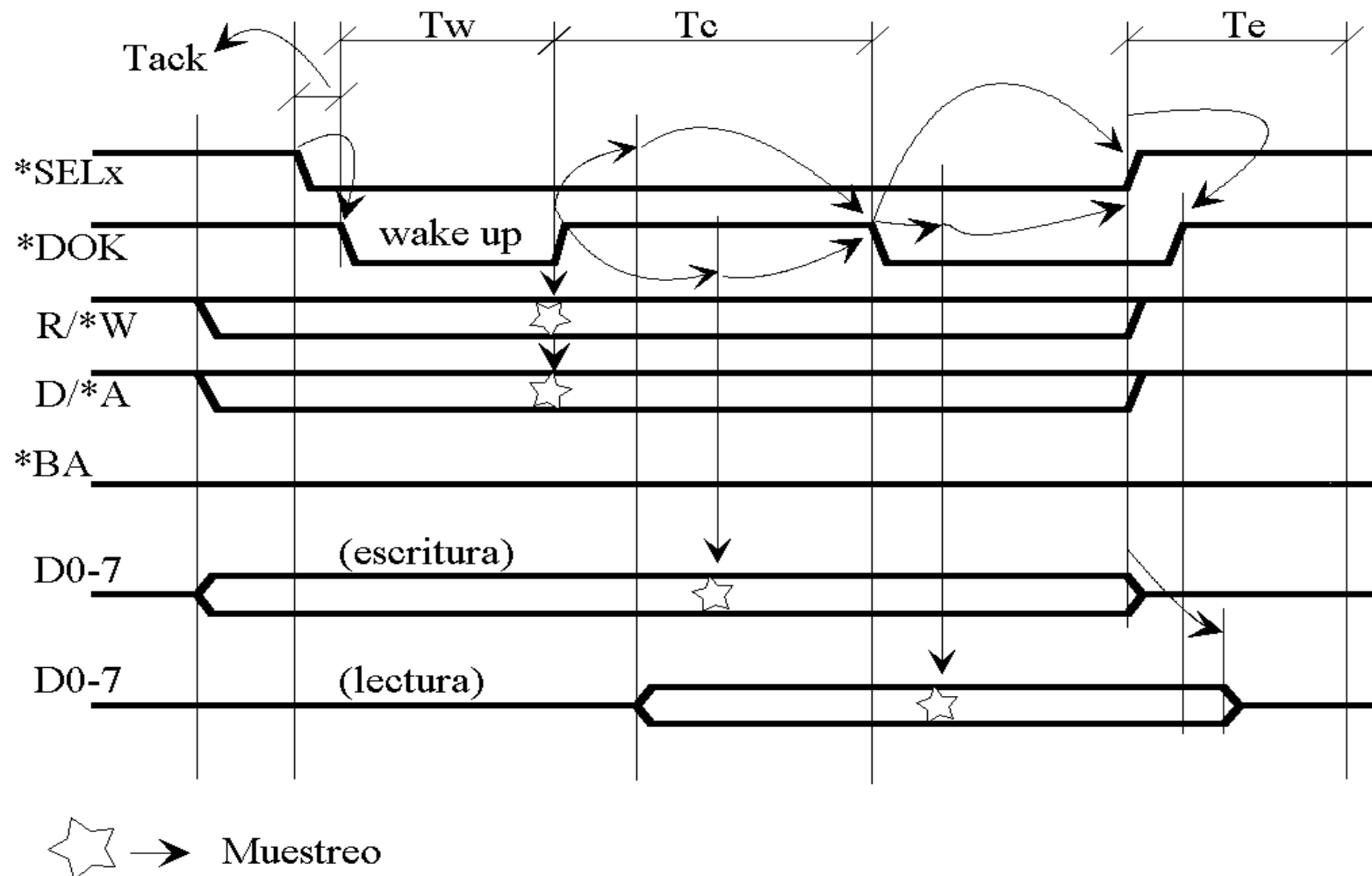
- Slots correspondientes a las tarjetas de adquisición.

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
<u>*SELx</u>	GND	*SEL	*BA	R/*W	D/*A	CLK	ACT	VDD5	GND	*DOK	*INT	*IACK
<u>*SELx</u>	GND	*SEL	*BA	R/*W	D/*A	CLK	ACT	VDD5	GND	*DOK	*INT	*IACK
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13

A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25
VDD5	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	GND	VDD12	<u>ANx</u>
VDD5	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	GND	VDD12	<u>ANx</u>
B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	B24	B25



Ciclo de bus





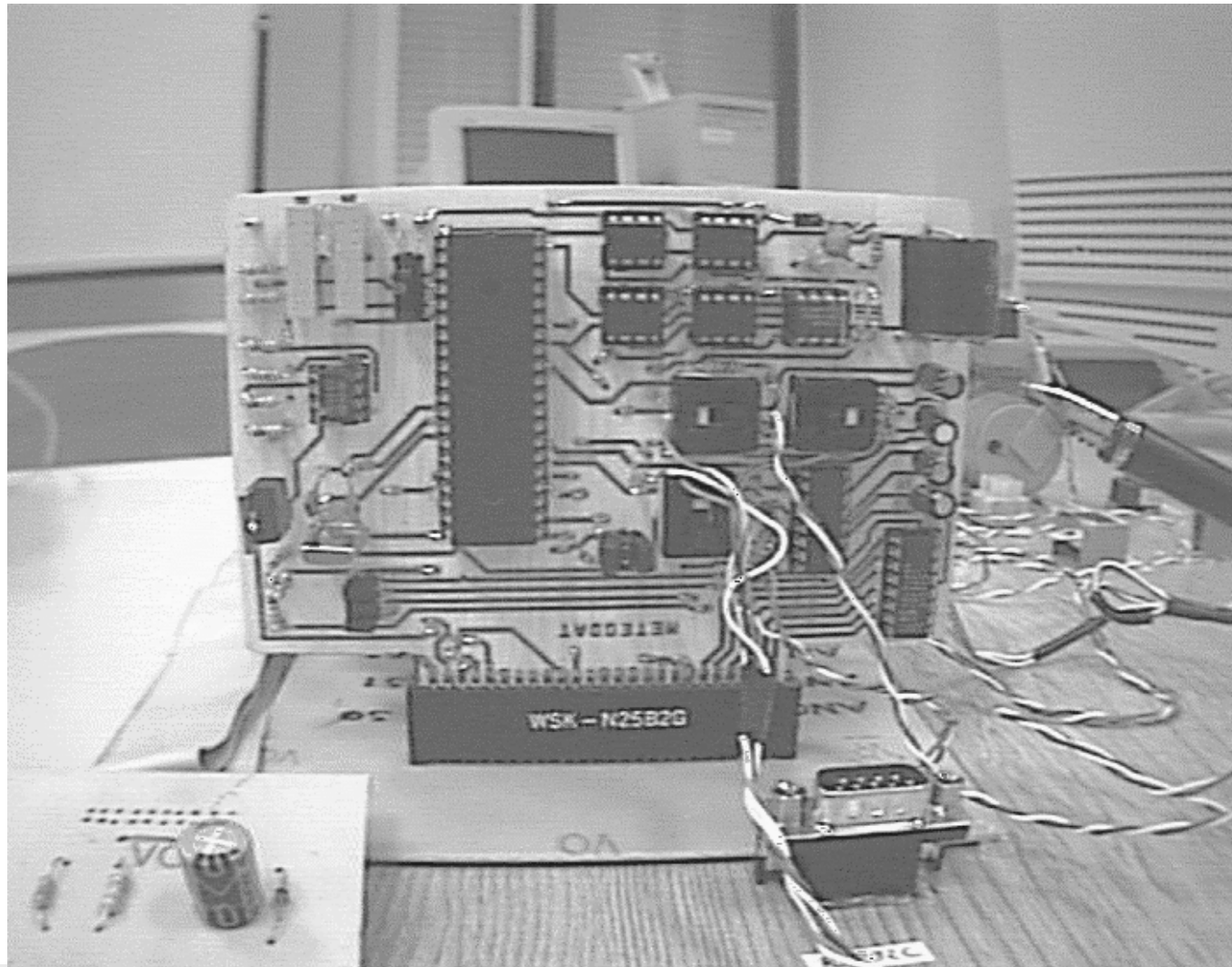
“TIMING” del bus



- *Tack. Tiempo de asentimiento de la señal *DOK (max. 100ms).*
- *Tw. Tiempo de espera del módulo CPU (max. 100ms).*
- *Tc. Tiempo de asentimiento de la tarjeta de adquisición (max. 100ms).*
- *Te. Tiempo de liberación del bus (max. 100ms).*



Módulo CPU

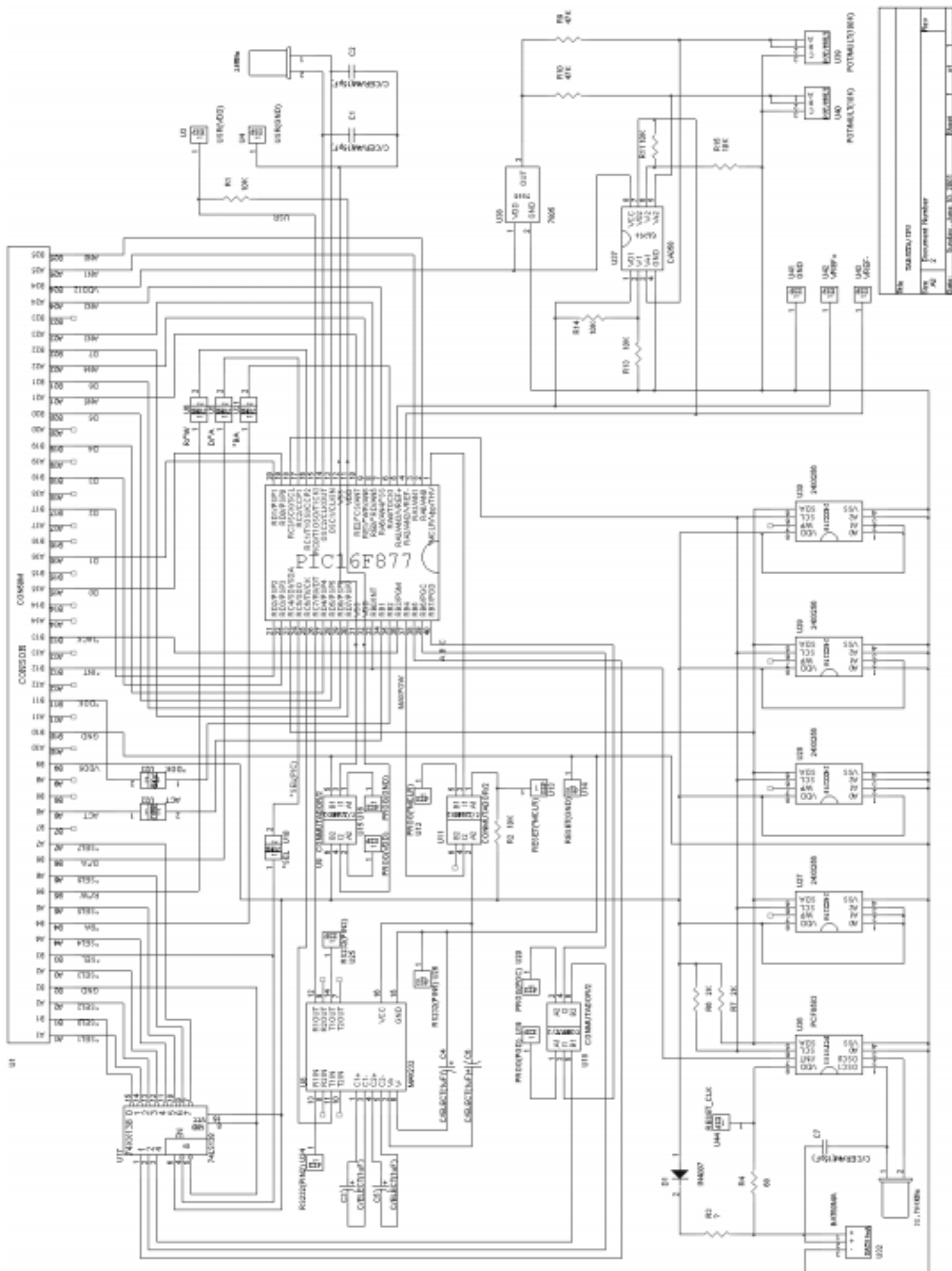




Funciones del módulo CPU



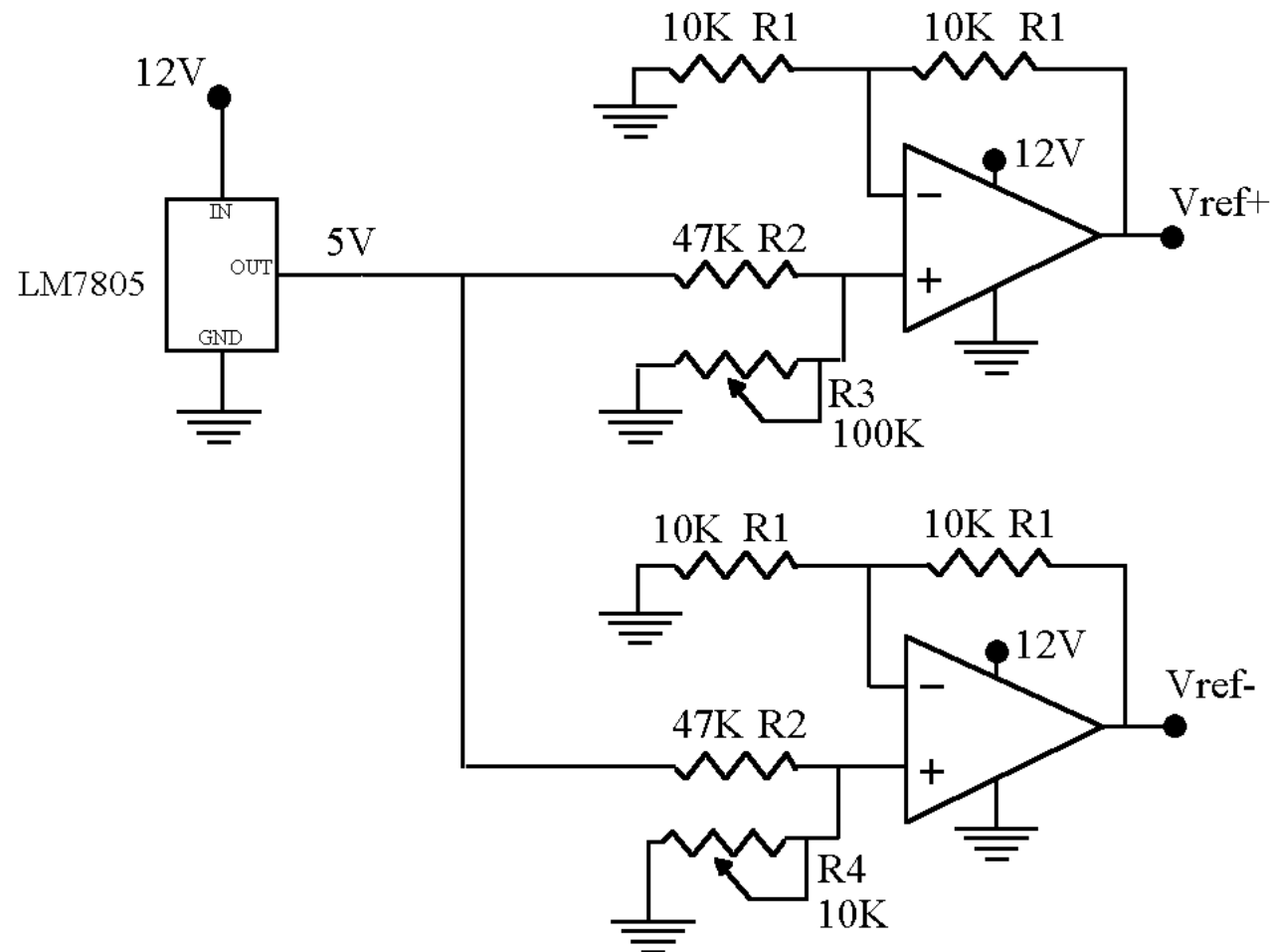
- *Gestión de las demás tarjetas de adquisición de datos.*
- *Realizar la digitalización de las señales analógicas procedentes de las demás tarjetas.*
- *Implementación de una base de tiempos que indique el comienzo de las capturas meteorológicas.*
- *Almacenar las muestras meteorológicas en una memoria no volátil, tipo EEPROM.*
- *Servir las peticiones que realiza el programa de usuario desde un ordenador personal.*



File	MAIL 0076 / 1202
Enclosure Number	1
Number	1000

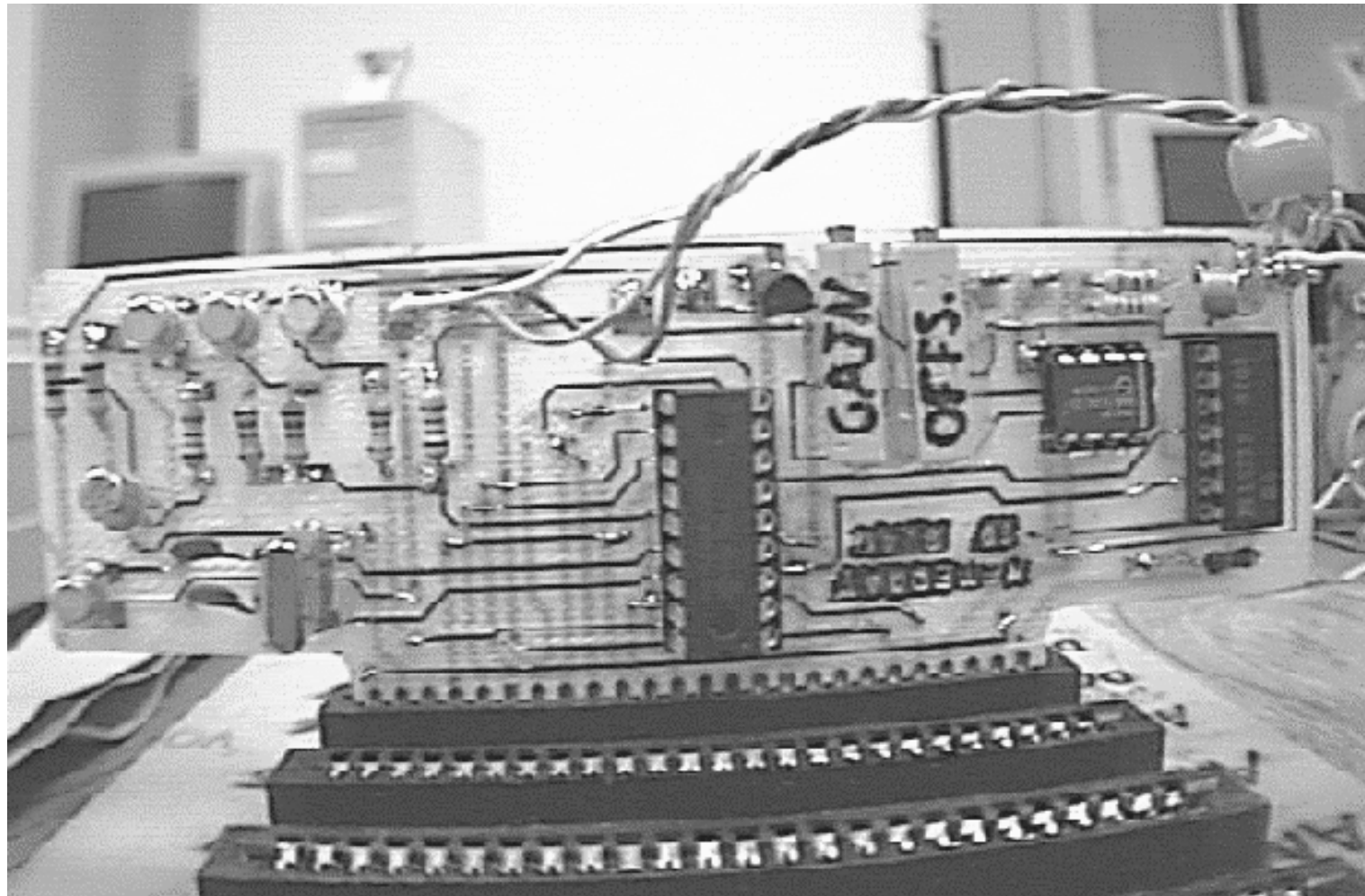


Circuito de referencia del CAD





Medida de velocidad y dirección del viento





Tipos de medida

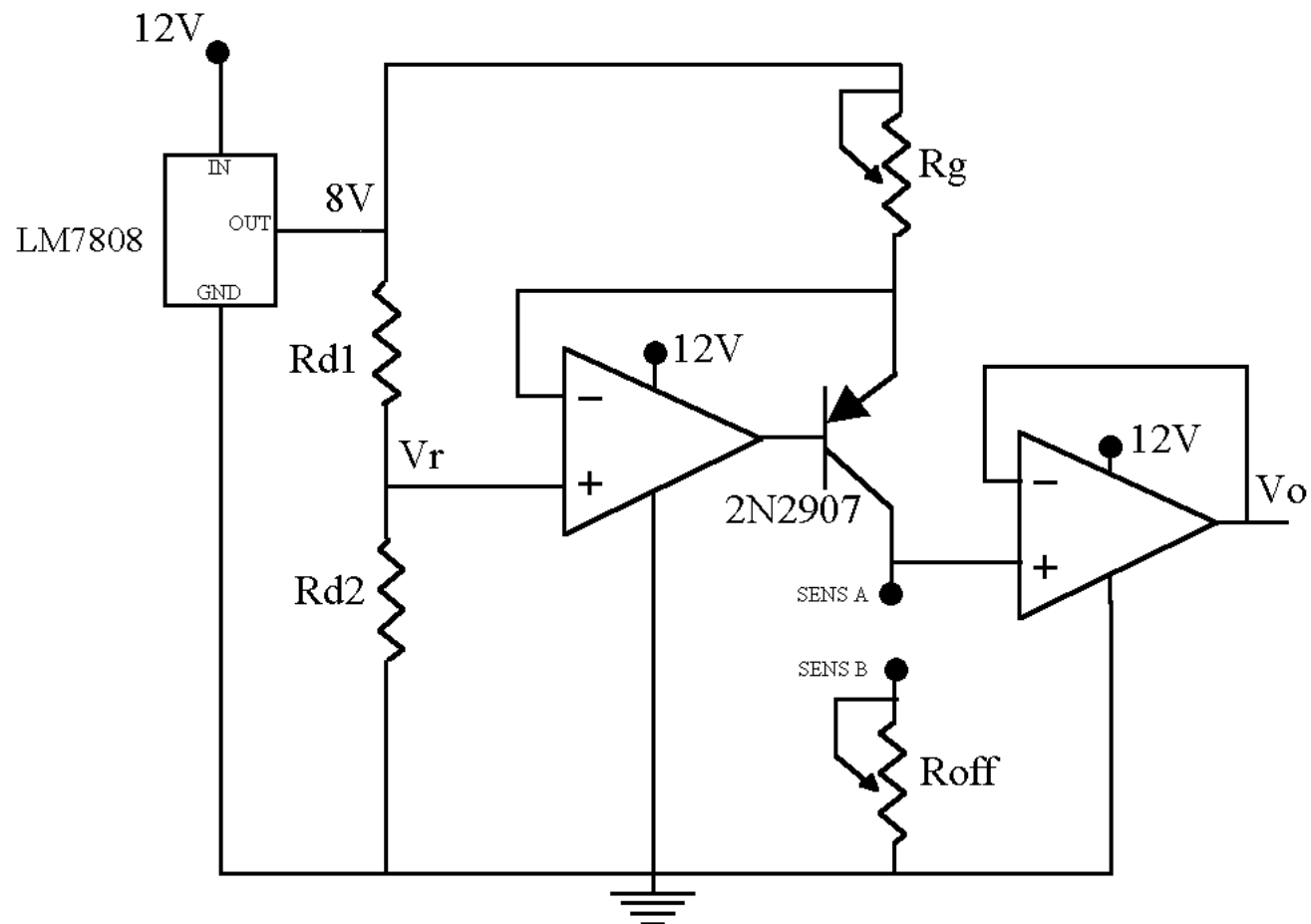


- *Una medida “analógica” proveniente del sensor de la veleta. Rango de 0° - 360° y resolución de 10 bits ($0,35^{\circ}$).*
- *Otra medida “digital” correspondiente al sensor del anemómetro. Rango dependiente del sensor primario y resolución de 8 bits ($\text{rango}/256$).*



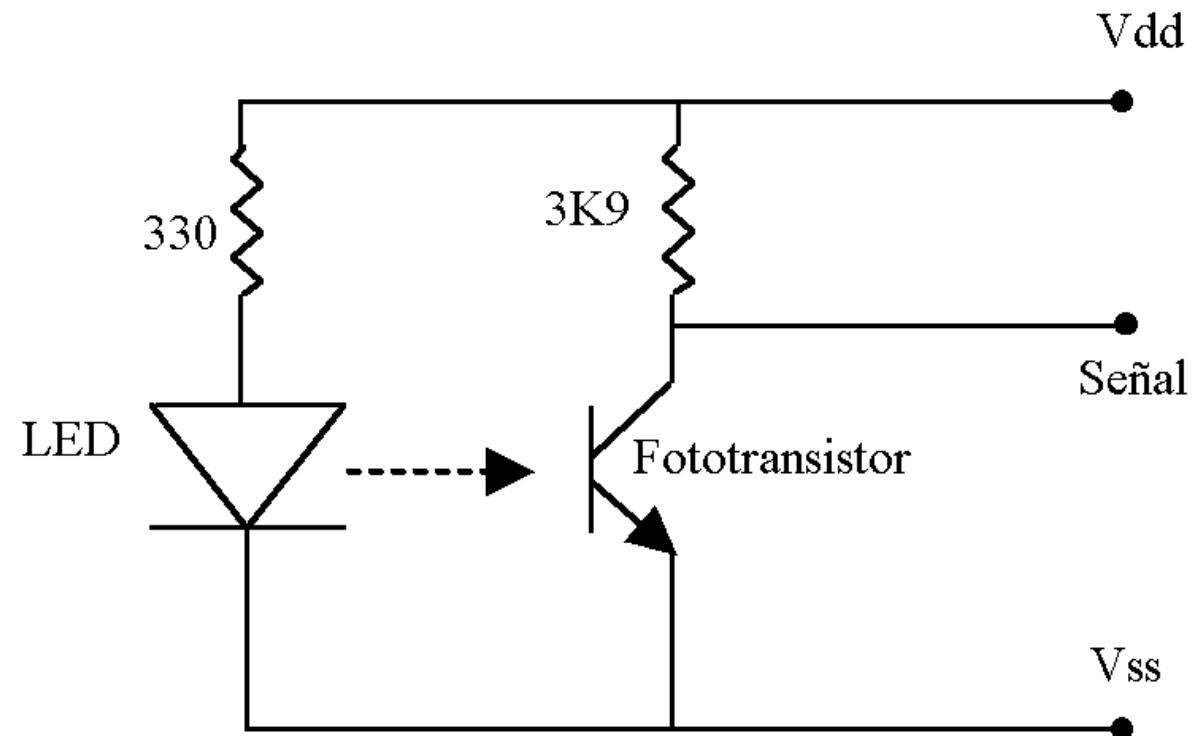


Acondicionamiento del sensor de dirección del viento



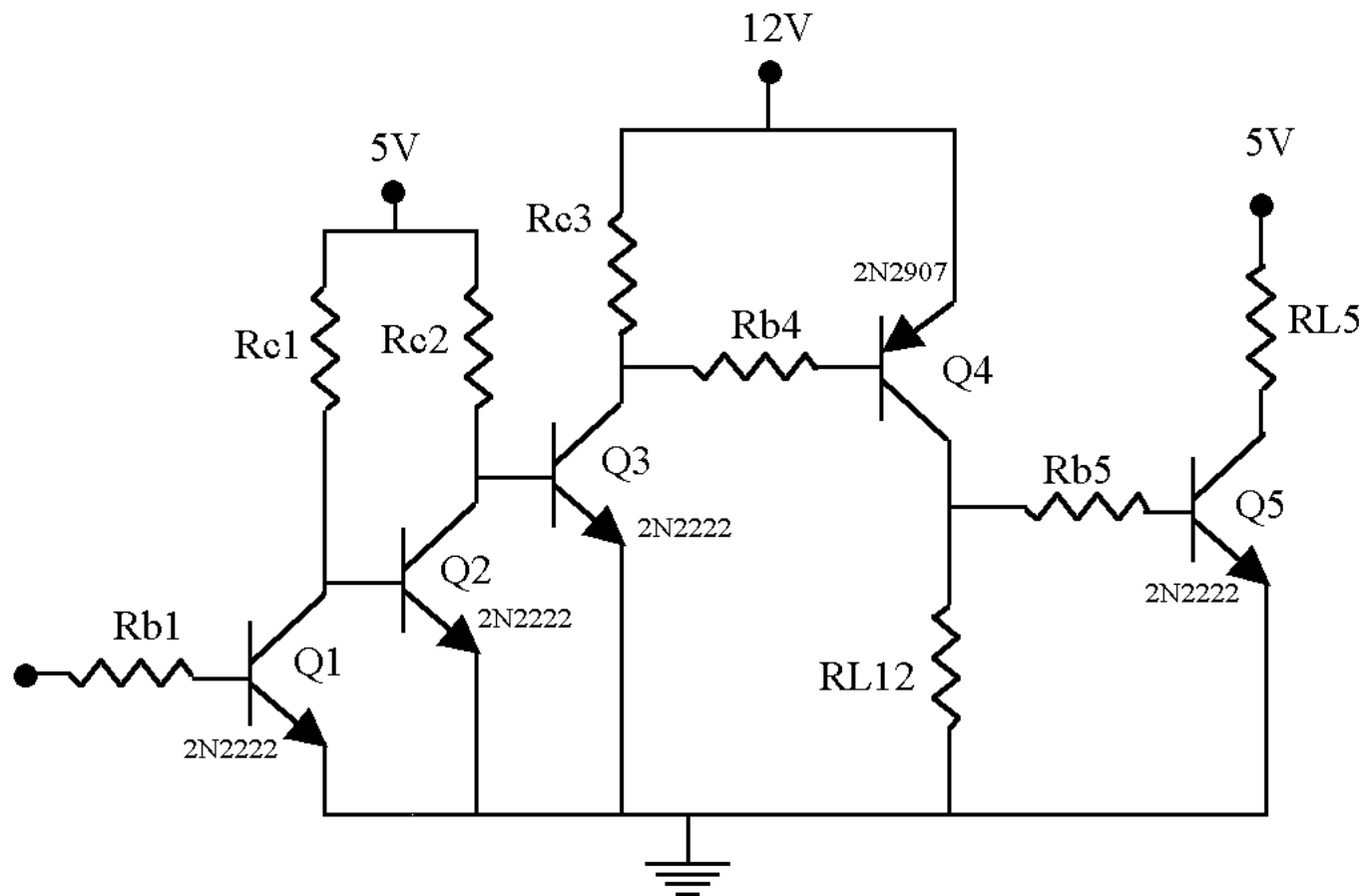


Sensor utilizado como anemómetro



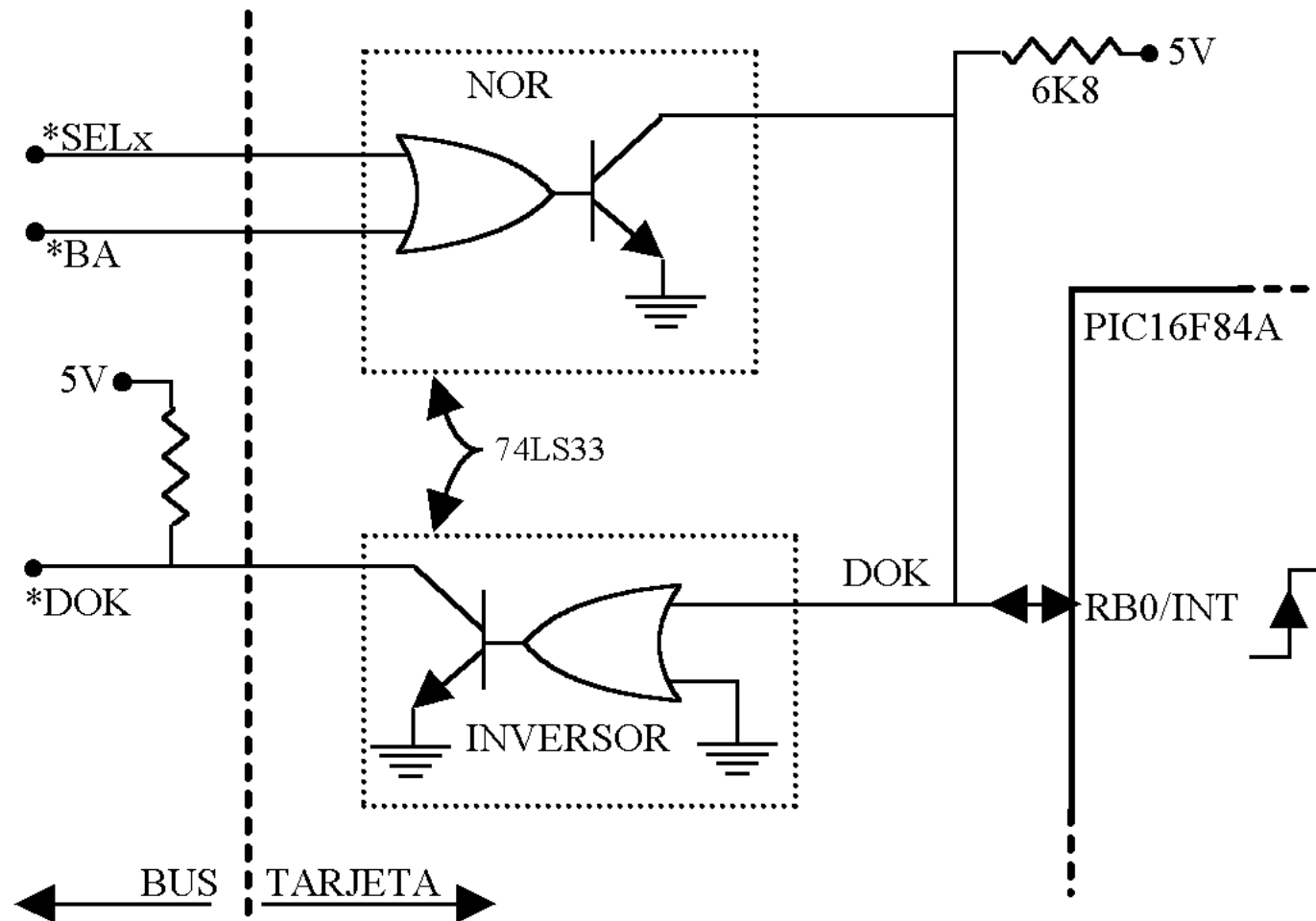


Circuito de conmutación de los dos sensores



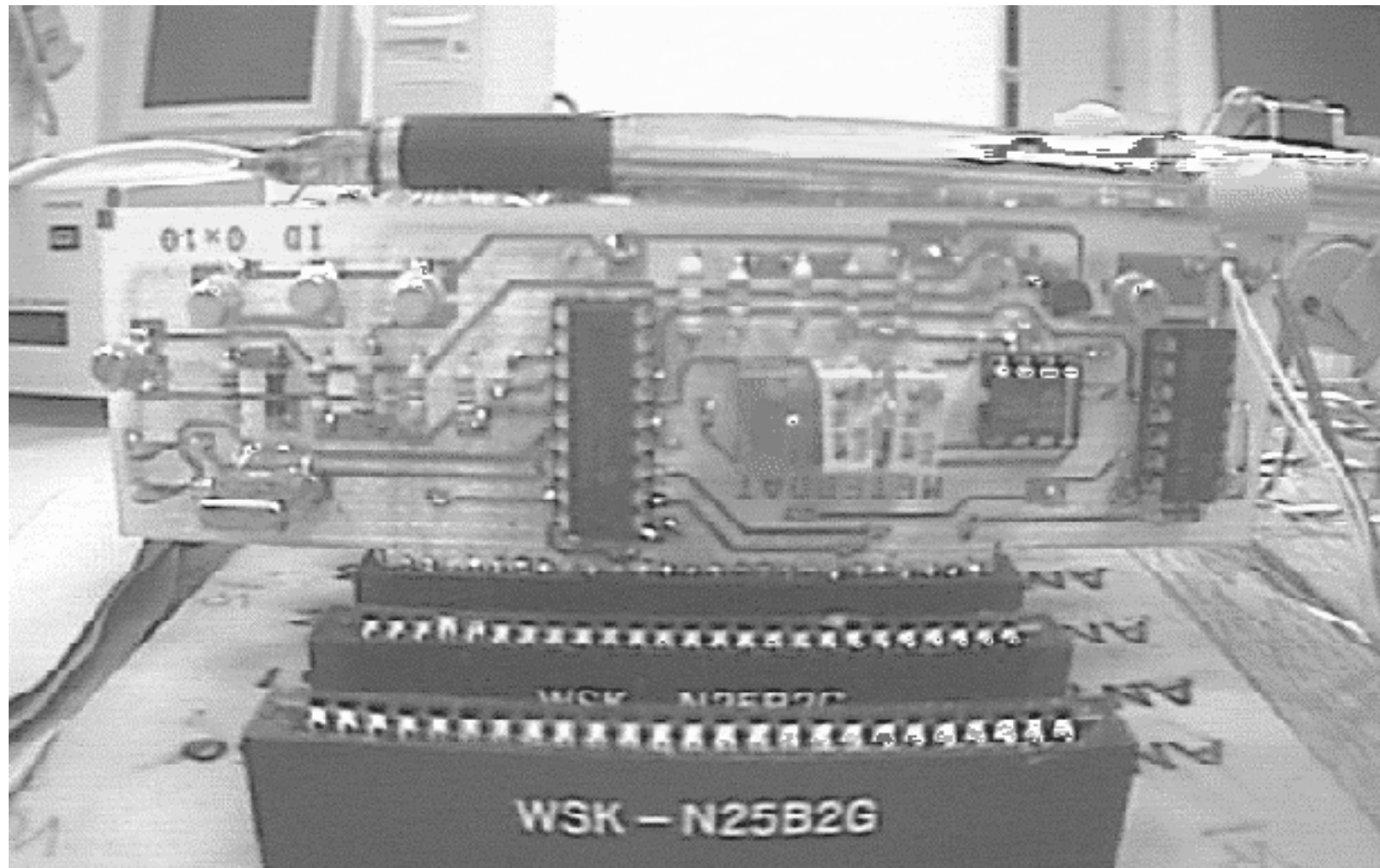


Circuito de gestión del bus de las tarjetas de adquisición





Medida de la temperatura

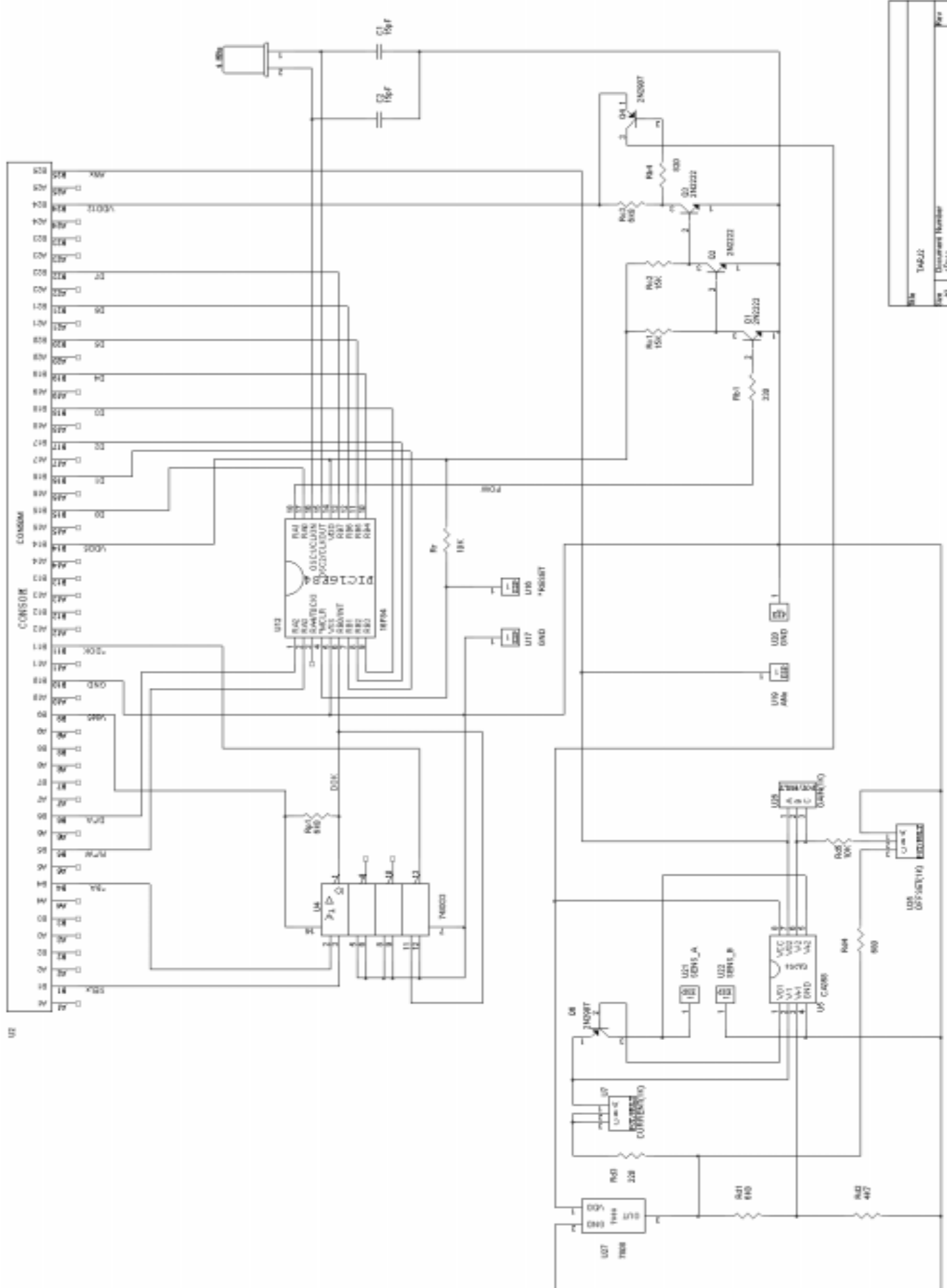




Tipos de medida

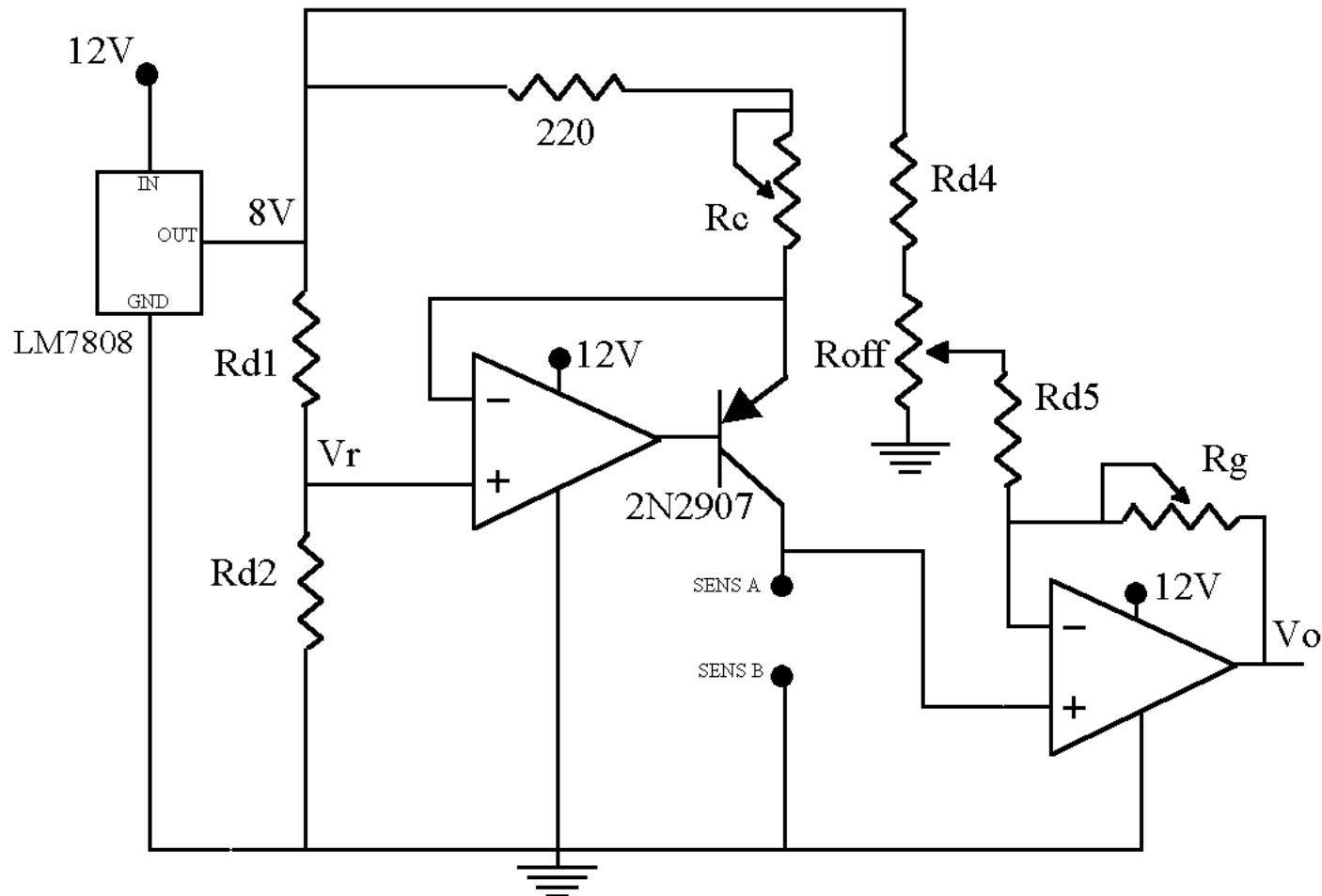


- *Una medida “analógica” proveniente del sensor PT100. Rango de -40°C hasta 80°C y resolución de 10 bits (0,12°C).*



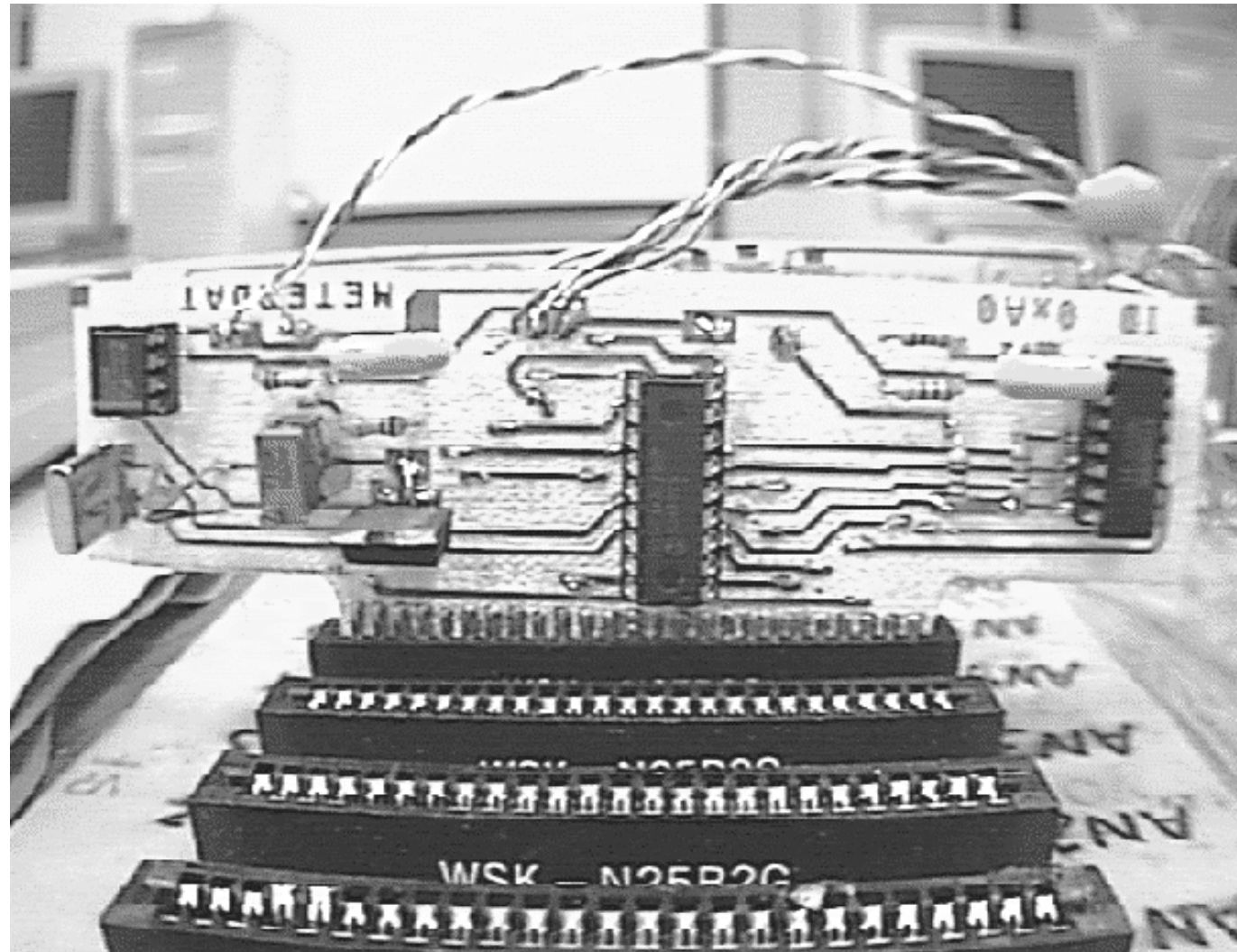


Acondicionamiento del sensor de temperatura





Medida de humedad relativa y pluviometría

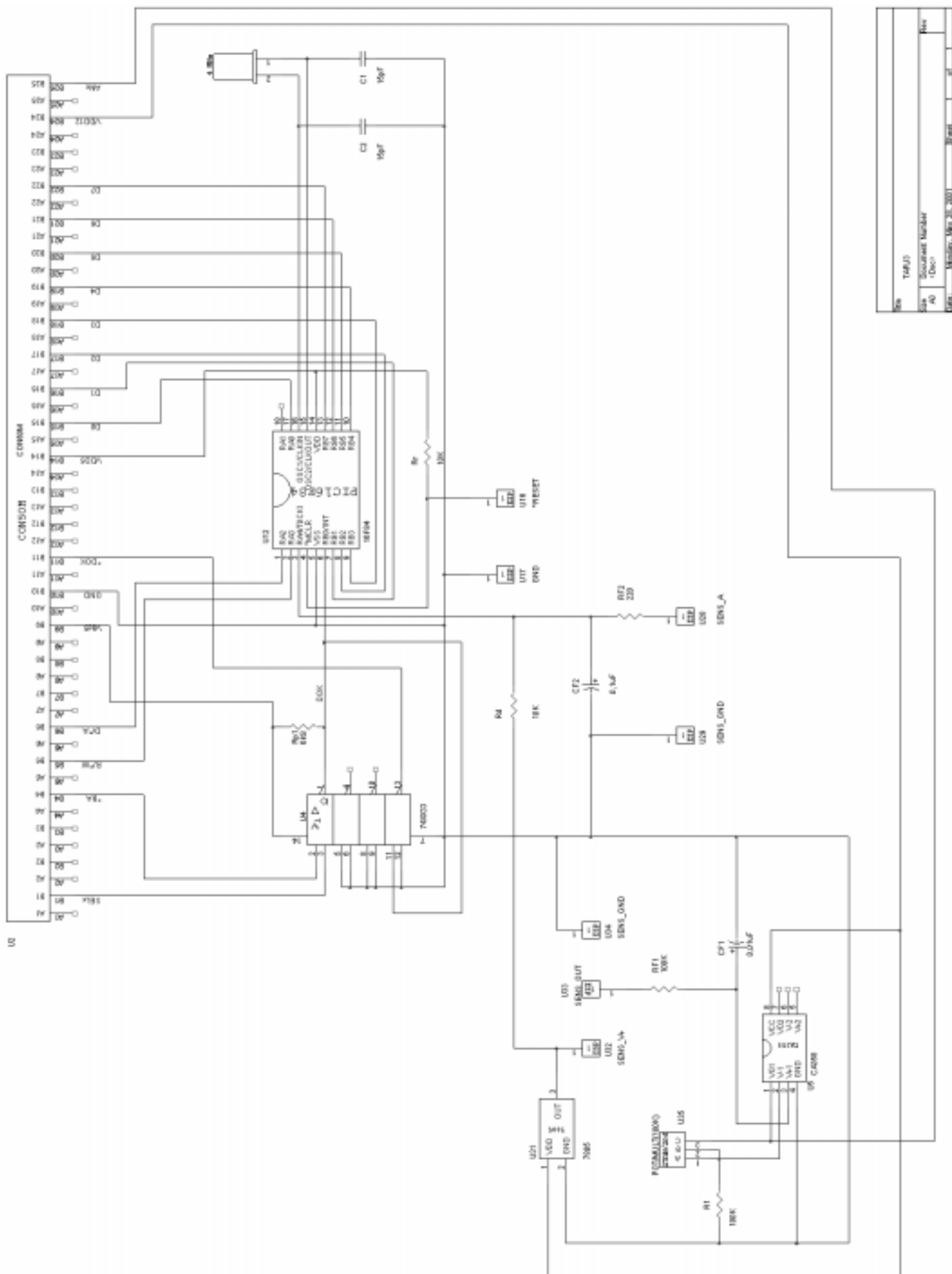




Tipos de medida

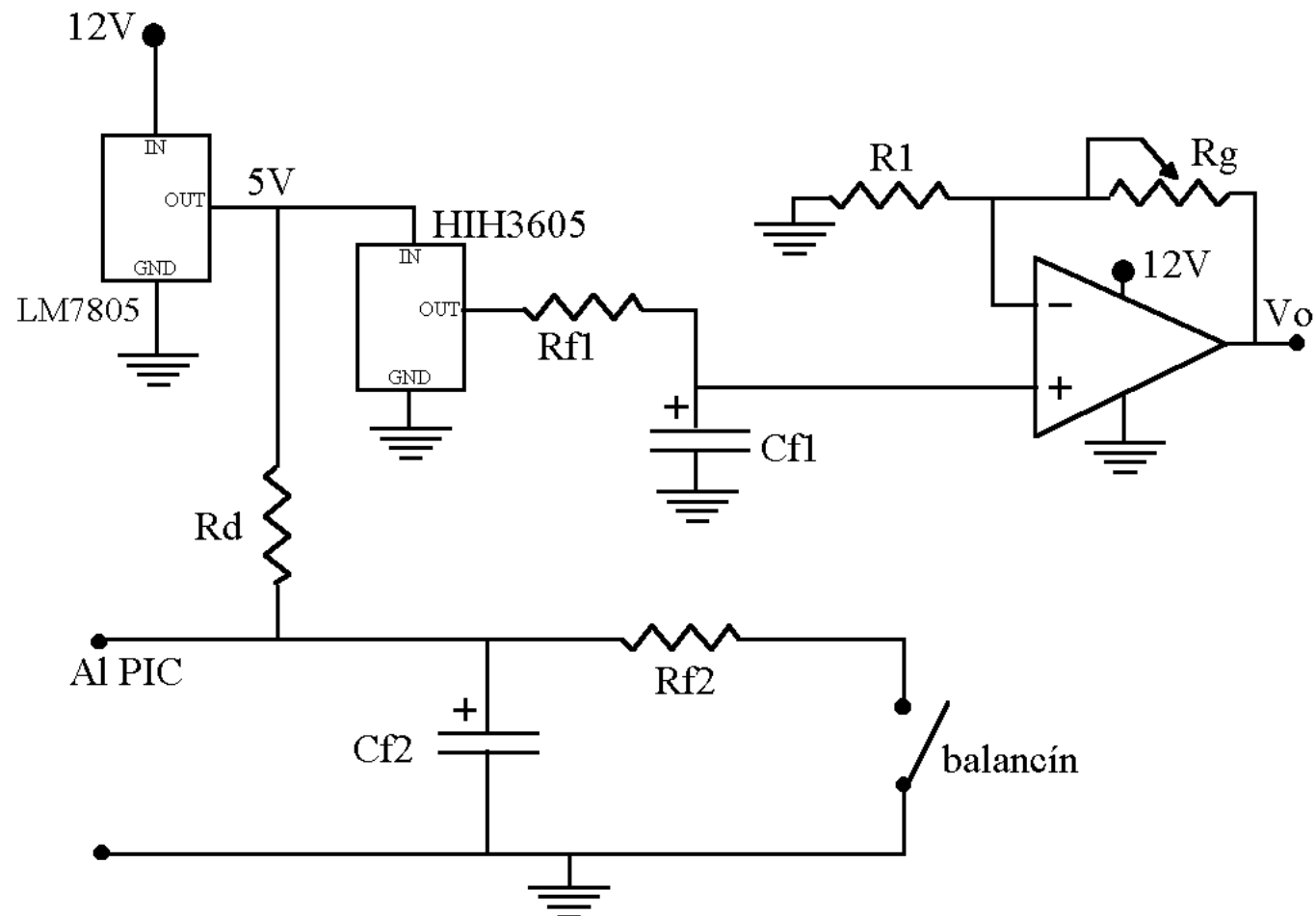


- *Una medida “analógica” proveniente del higrómetro. Rango de 0-100% y resolución de 10 bits (0,1%).*
- *Otra medida “digital”, correspondiente al pulsador que conmuta el pluviómetro. Rango dependiente del sensor primario y resolución de 7 bits (rango/128).*

[illegible]

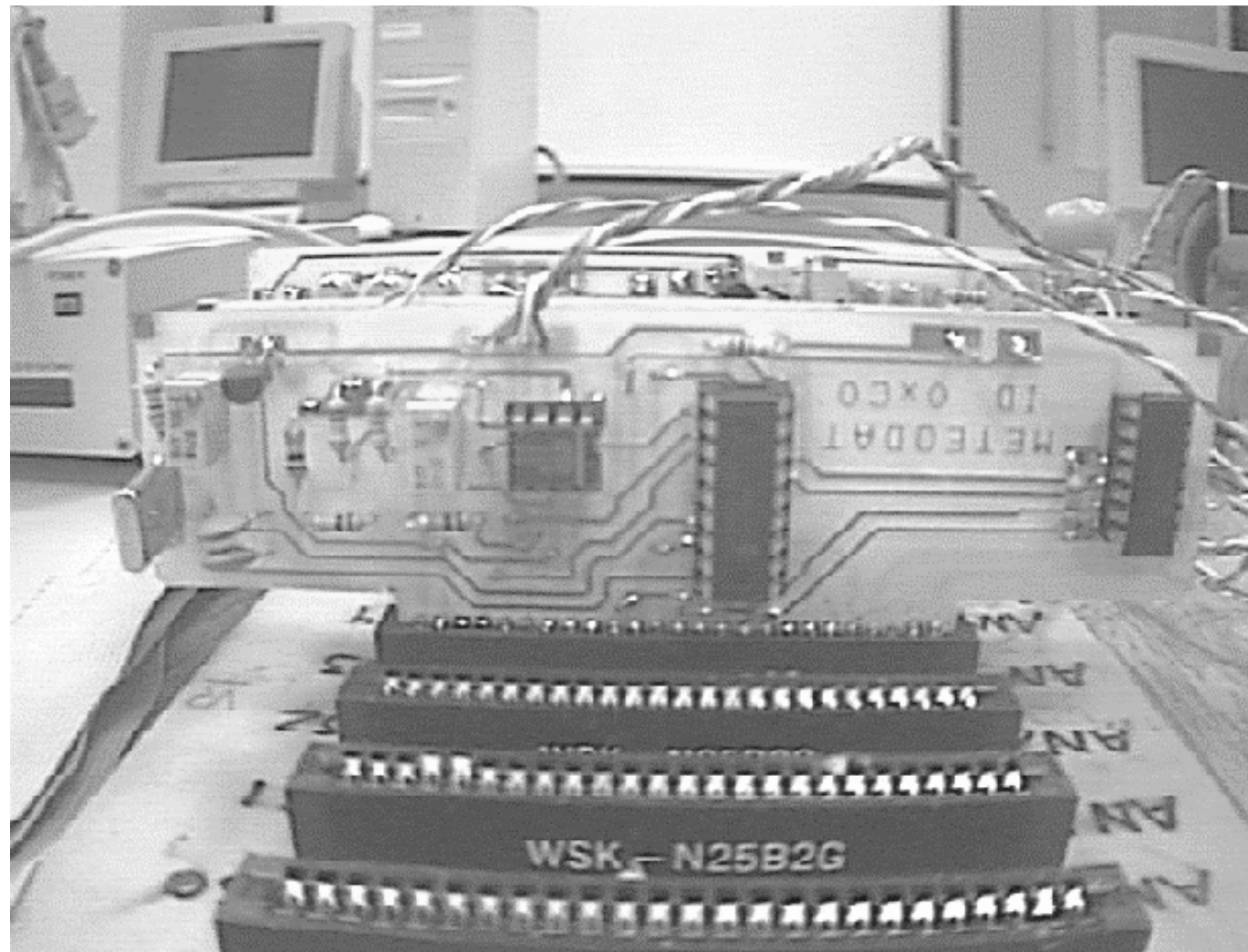


Acondicionamiento del sensor de H.R. Y pluviometría





Medida de presión atmosférica





Tipos de medida



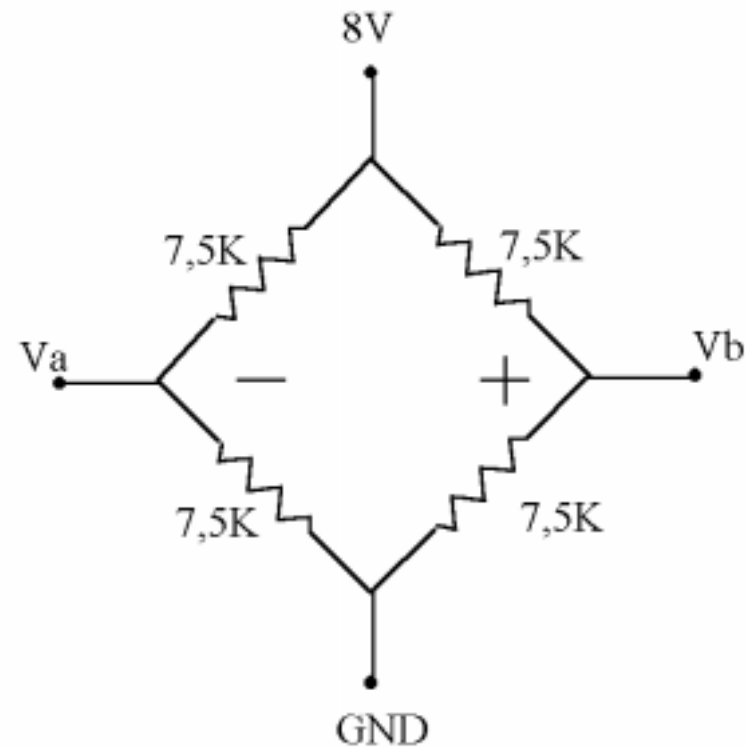
- *Una medida “analógica” proveniente del sensor sensor de RS “V9637”. Rango de 800 mb hasta 1200 mb y resolución de 10 bits (0,39 mb).*



Sensor utilizado como barómetro

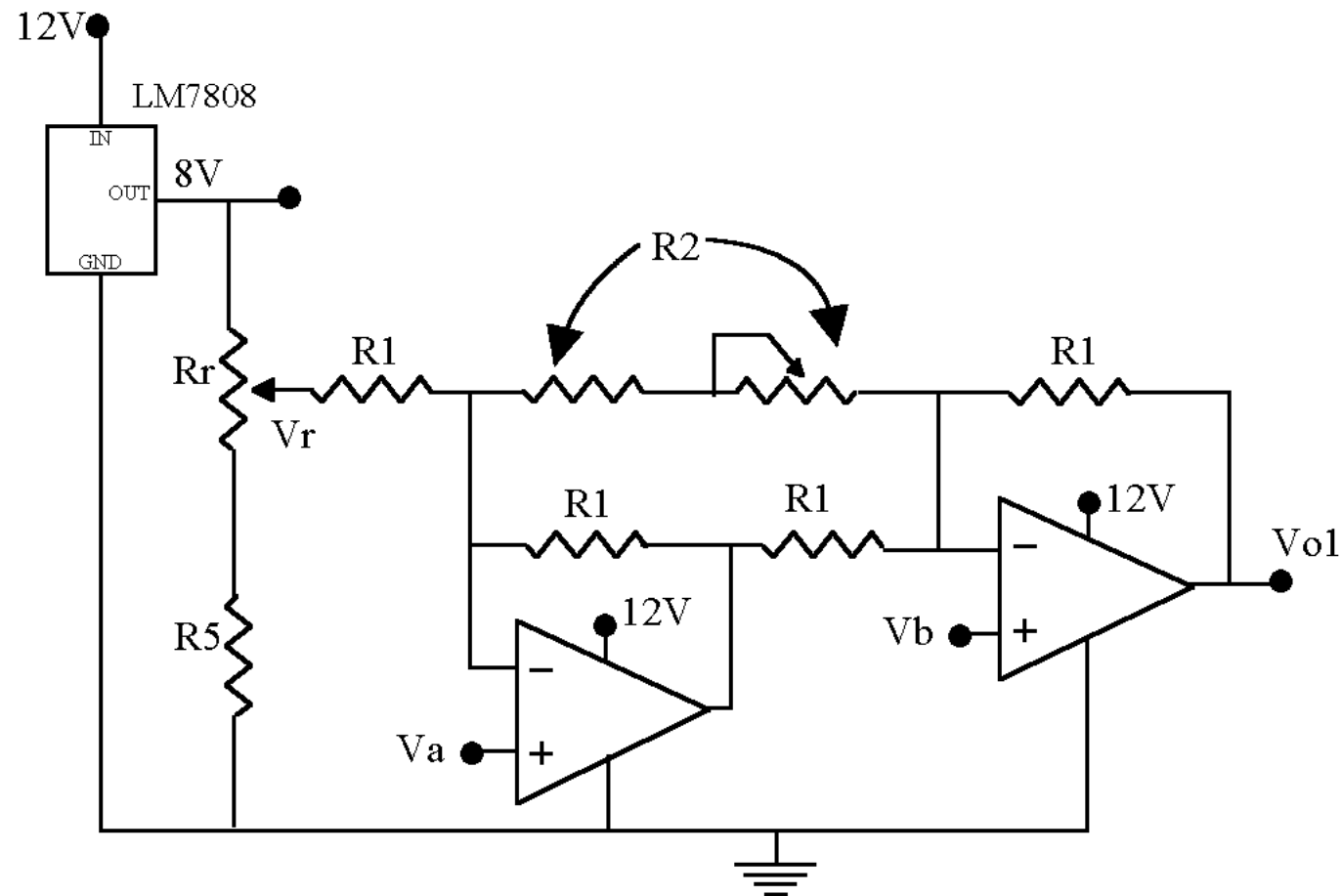


- *Sensor en puente de Wheastone de resistencia nominal 7k5.*
- *Mide presiones diferenciales a través de dos conductos, separados por una membrana de silicio piezorresistiva.*





Acondicionamiento del sensor de presión atmosférica





ÍNDICE



- Especificaciones del sistema
- El sistema METEODAT
- Programación de la E.M.A.
- Pruebas del sistema
- Conclusiones



Programación de la E.M.A.



Programación de la E.M.A.



Tres partes diferenciadas:

- *Programación del módulo CPU.*
- *Programación de las tarjetas de adquisición.*
- *Programación del sistema cliente.*



Programación del módulo CPU



La programación del módulo CPU debe permitir:

- . Iniciar la adquisición de datos meteorológicos cuando venza la base de tiempos (timer PCF8583)
- . Controlar el acceso a las tarjetas, implementando el protocolo del bus asíncrono de 8 bits.
- . Realizar la conversión AD de las medidas “analógicas”.
- . Almacenar en la memoria EEPROM las muestras tomadas.
- . Implementar un protocolo de comunicaciones “semi-duplex” con el ordenador personal del usuario, vía RS232.



Programación de las tarjetas de adquisición



La programación de las tarjetas de adquisición debe permitir:

- . Gestionar el acceso al bus asíncrono de 8 bits.
- . Actualizar los registros del mapa de registros de la tarjeta en cuestión.
- . Realizar las medidas “digitales” en las tarjetas que lo requieran, implementando una “integración temporal” de los impulsos provenientes del sensor.



Programación del sistema cliente

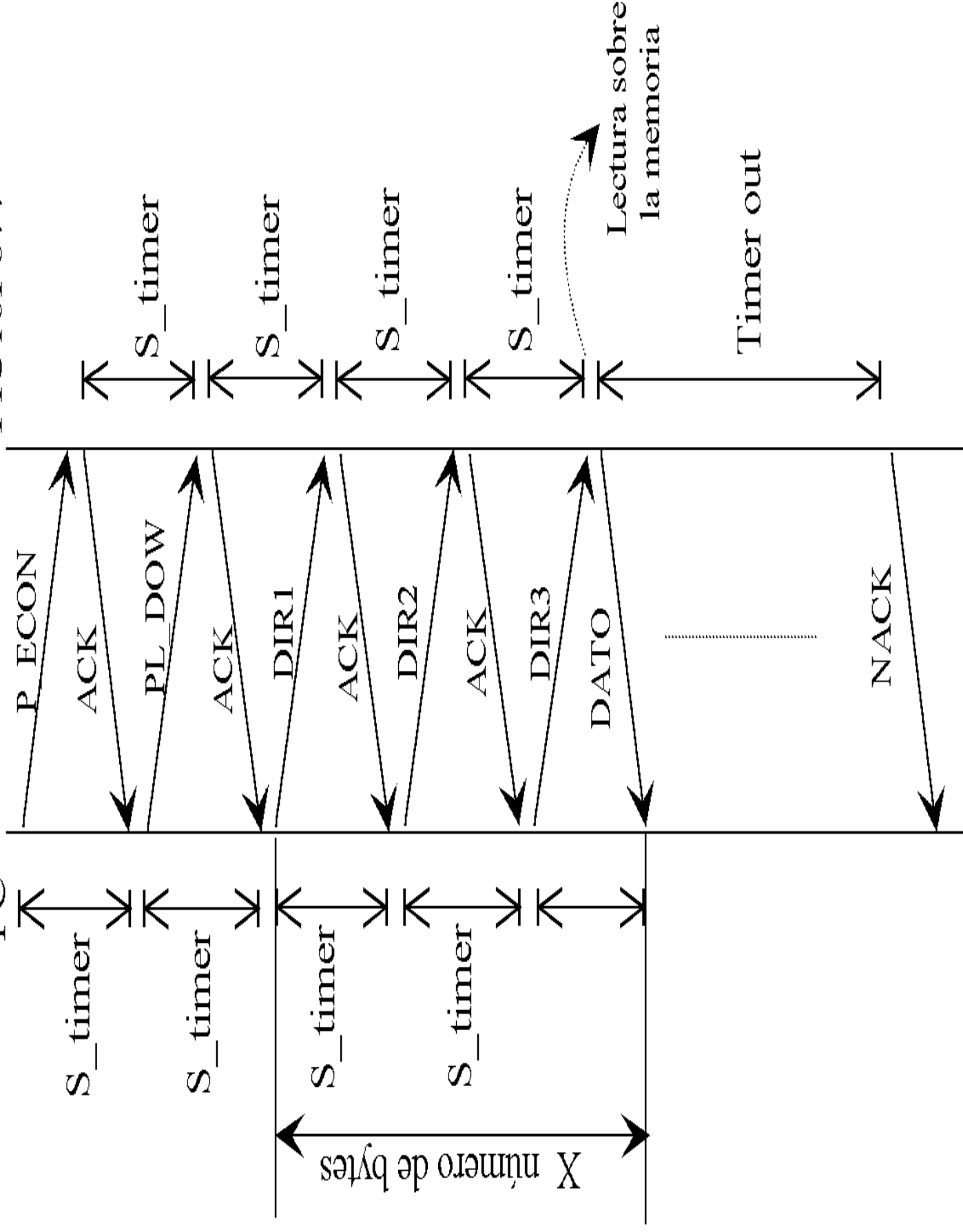


La programación de un sistema cliente:

- . Proporcionar al usuario un interface de control de la estación meteorológica.
- . Implementar el protocolo de comunicaciones serie vía RS232 con el sistema METEODAT, actuando éste de forma similar a un servidor de red.
- . Almacenar los datos capturados por el sistema METEODAT en un fichero de datos fácilmente interpretable.

PC

PIC16F877





ÍNDICE



- Especificaciones del sistema
- El sistema METEODAT
- Programación de la E.M.A.
- Pruebas del sistema
- Conclusiones



Pruebas del sistema



Pruebas del sistema

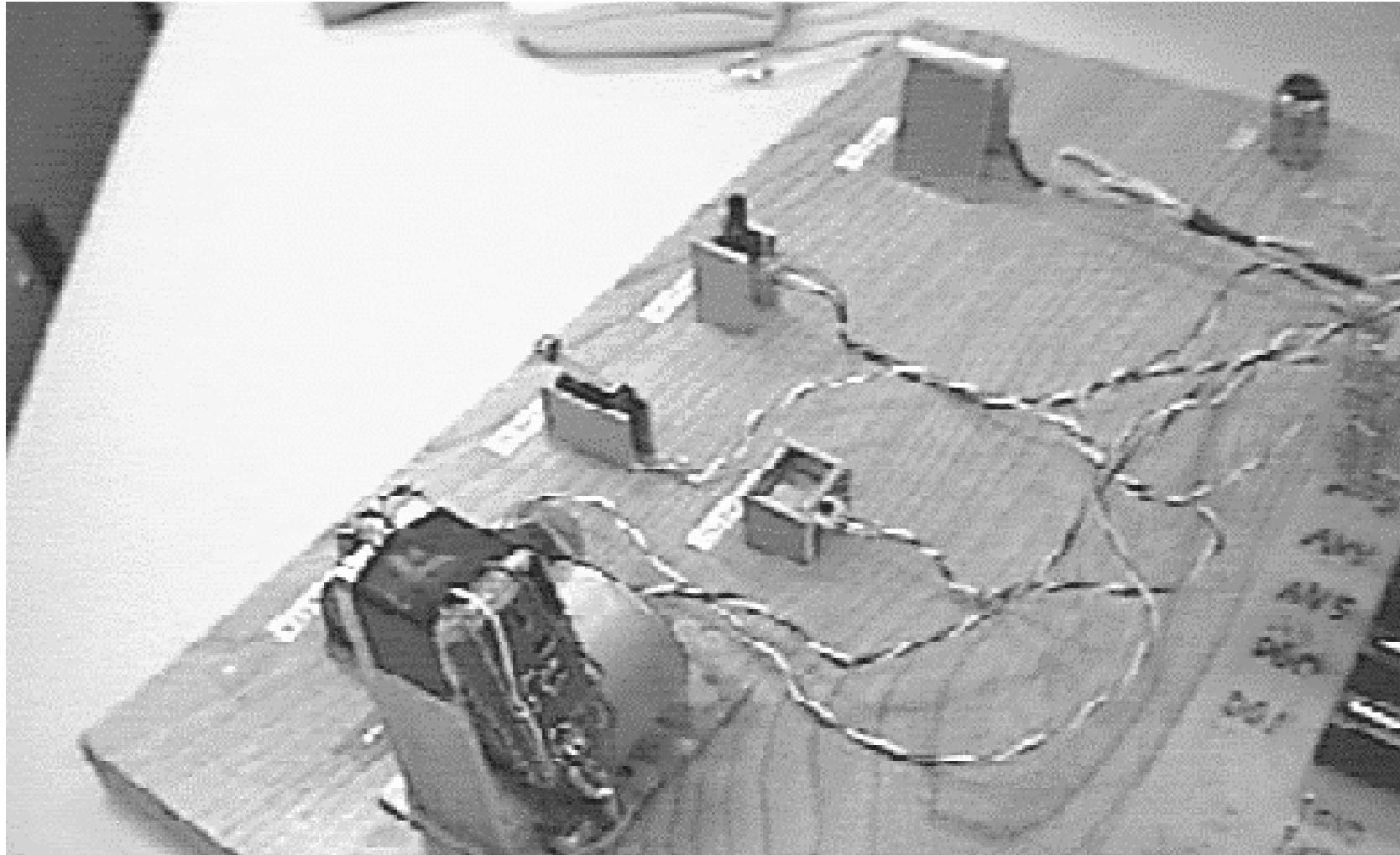


Se ha hecho funcionar el sistema METEODAT, desde las 13:29:00 del 11-6-2001 hasta las 9:44:00 del 14-6-2001.

El tiempo entre muestreos es de 2 min. Con lo que si se almacenan sucesivamente las 6 medidas analizadas en la memoria EEPROM de 32 kbytes, tendremos 2,8 días de almacenamiento disponible.



Disposición de los sensores durante las pruebas



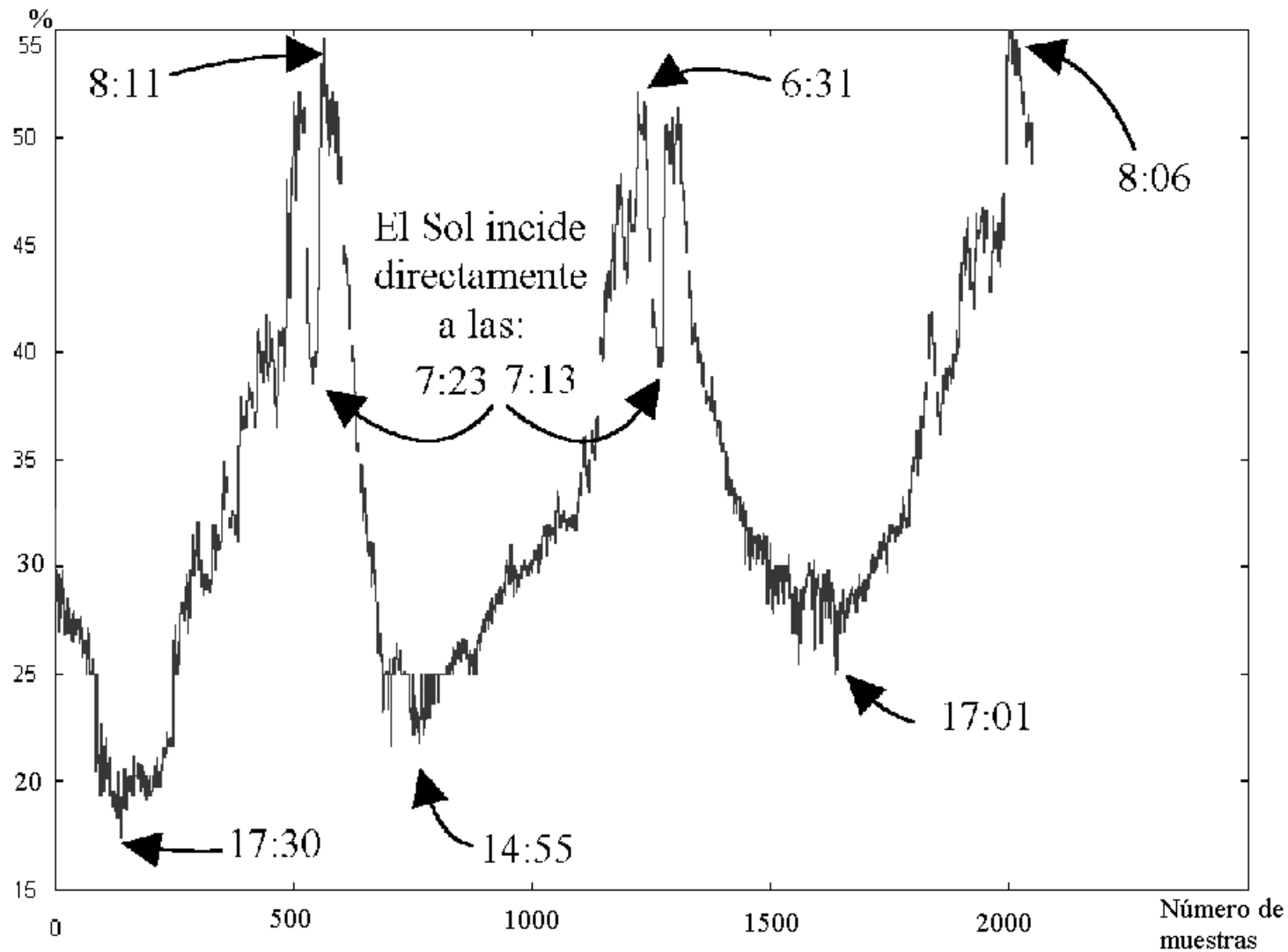


Encoder óptico del anemómetro



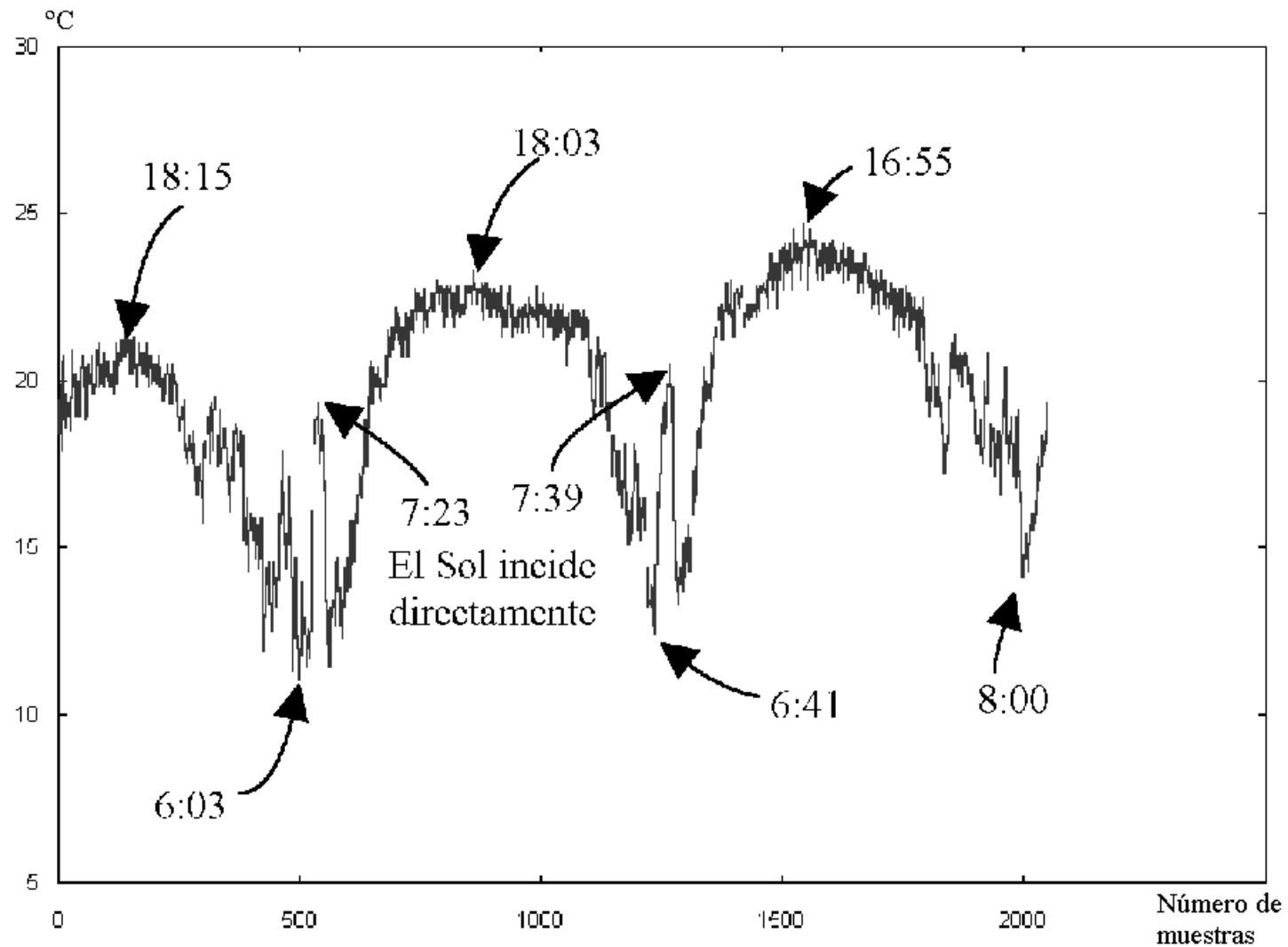


Prueba de la medida de humedad relativa



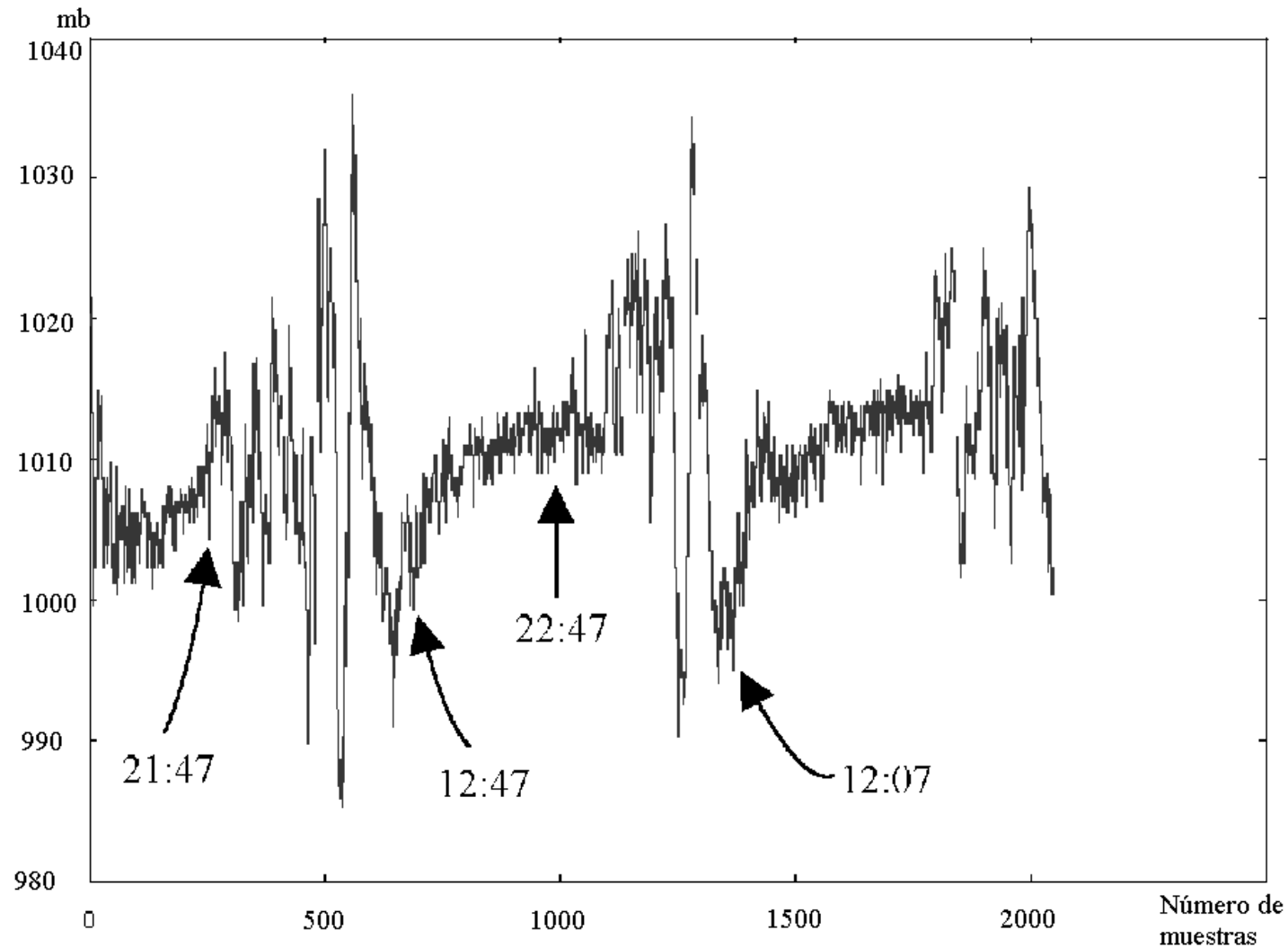


Prueba de la medida de temperatura





Prueba de la medida de presión atmosférica





ÍNDICE



- Especificaciones del sistema
- El sistema METEODAT
- Programación de la E.M.A.
- Pruebas del sistema
- Conclusiones



Conclusiones



Consumos reales



La potencia media que consume el prototipo con las 4 tarjetas de adquisición de datos es:

$$P_m = 12V \times 14mA + 5V \times 47 \text{ mA} = 0,17 \text{ W} + 0,23 \text{ W} = 0,40 \text{ W}$$

Potencia media consumida por el mismo prototipo, usando lógica CMOS:

$$\begin{aligned} P_m &= 12V \times 14 \text{ mA} + 5V \times (47 \text{ mA} + 4 \text{ tarjetas } (1 \text{ mA} - 9 \text{ mA})) = \\ &= 0,17 \text{ W} + 0,075 \text{ W} = \underline{\underline{0,24 \text{ W}}} \end{aligned}$$



Presupuesto



Coste de diseño

<i>Mano de obra (2 Ingenieros durante 1 mes)</i>	<u>833333 Ptas</u>
<i>Material</i>	<u>23492 Ptas</u>
<i>IVA 16%</i>	<u>137092 Ptas</u>
<i>TOTAL</i>	<u>993917 Ptas</u>

Presupuesto de comercialización

<i>Coste de componentes (Descuento del 20 % “al por mayor”)</i>	<u>18793 Ptas</u>
<i>Coste de Ingeniería</i>	<u>150000 Ptas</u>
<i>Coste total por unidad</i>	<u>168793 Ptas</u>
<i>Beneficio recomendado (50%)</i>	<u>84396 Ptas</u>

PVP Unitario 253189 Ptas



Conclusiones finales



- Se ha realizado un prototipo de una E.M.A. No una versión comercial.
- Posibles mejoras (¿METODAT II?)
 - . Se ha utilizado lógica bipolar serie “LS”-> CMOS de bajo consumo.
 - . Se deben incluir filtros para minimizar el ruido en las medidas.
 - . Se podrían utilizar versiones de microcontroladores más baratos (grabables una única vez).
 - . El tamaño de la memoria es sólo de 32Kbytes -> 128Kbytes.
 - . El interface con el usuario esta basado en MSDOS-> Entorno Gráfico.

•
•
•
•
•
•
•
•
•

ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA

Autores:

José Luis Calvo Labra.

Benito Mozo Rodríguez.

Tutores:

Jesús Manuel Hernández Mangas.

Lourdes Pelaz Montes.



• • • • • • • •