

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ESCUELA UNIVERSITARIA
DE
INGENIERIA TECNICA DE TELECOMUNICACION

TRABAJO FIN DE CARRERA

AUTOR:

TUTOR:

AUTOR: ENRIQUE MIRANDA MARRERO

TUTOR: ROBERTO DOMINGUEZ RODRIGUEZ

INDICE

PROLOGO.....	1
Estructura de la memoria.....	3
INTRODUCCION.....	6
Antecedentes.....	7
Concepto de máquina programada.....	8
Campos de aplicación general de los microprocesadores..	11
Ejemplos de aplicación.....	13
Objetivos.....	14
Dificultades.....	19
JUSTIFICACION TEORICA.....	22
Sistemas de Control basados en microprocesadores.....	23
Introducción.....	24
Configuración básica.....	27
Configuración ampliada.....	29
Ventajas y desventajas frente a otros sistemas.....	30
Introducción a la Instrumentación.....	35
Definición e importancia de la Instrumentación.....	36
Sistema Universal de Adquisición de Datos.....	39
Transductores.....	43
Definición.....	44
Parámetros que caracterizan una medida.....	44
Tipos de errores.....	47
Clasificación de los transductores.....	49
Visión actual y futura de los sensores.....	51
Circuitos de Muestreo y Retención.....	55
Proceso de Muestreo y Retención.....	58

Especificaciones de los Sample and Hold.....	61
Convertidores Analógicos-Digitales.....	64
Diversos tipos de A/D.....	67
Especificaciones de los convertidores A/D.....	70
Microprocesador.....	72
Unidad de Control.....	76
Registros Internos.....	76
Unidad Aritmético Lógica.....	77
Memoria.....	78
Clases de memorias.....	80
Importancia de la Tecnología CMOS.....	83
Familias MOS:nuevas tecnologías.....	84
Características de la Familia CMOS.....	88
Baterías:pilas y acumuladores.....	94
Introducción.....	95
Pilas:fundamento teórico.....	96
Características de las pilas.....	100
Acumuladores.....	104
Características de los acumuladores.....	104
Acumulador de Níquel-Cadmio.....	108
Futuro de los acumuladores.....	109
Utilización de baterías con CMOS.....	111
Baterías de apoyo para los ci's CMOS.....	112
Consumo mínimo en sistemas con batería de apoyo.....	112
Elección de la batería.....	116
SOLUCION ADOPTADA.....	118
Reloj MM58167A.....	120
Descripción general.....	122

Características.....	122
Descripción funcional.....	123
Detalles hardware y consideraciones.....	131
Microprocesador 80C85.....	134
Arquitectura del 80C85.....	138
Interrupciones.....	141
Programación de la máscara de interrupciones.....	142
Convertidor Analógico Digital ADC0808.....	146
Descripción de funcionamiento.....	148
Conexión del ADC0808 al microprocesador.....	150
Diseño software del Data Logger.....	153
Explicación del programa 1.....	154
Organigramas del programa 1.....	161
Programa 1 en PLM-80.....	164
Explicación del programa 2.....	166
Organigrama del programa 2.....	170
Programa 2 en PLM-80.....	174
Rutina de localización.....	177
Rutina de localización en Ensamblador.....	178
Diseño hardware del Data Logger.....	180
Introducción.....	181
Hardware del Registro Lógico de Datos.....	182
Conexión al PC.....	189
Programa de conexión al PC.....	193
Organigrama.....	196
Programa en GW-Basic.....	198
Consumo del Registro Lógico de Datos.....	204
Presupuesto del Registro Lógico de Datos.....	206
Bibliografía.....	209

PROLOGO

PROLOGO

Es indudable la importancia adquirida por los Sistemas de Adquisición de Datos. Debido fundamentalmente a la gran variedad de campos donde han encontrado aplicación.

Debido a estas importantes necesidades actuales surge la idea de implementar un Registro Lógico de datos ó Data Logging. El fin del equipo , como su nombre indica, será almacenar cualquier tipo de datos.

No importa la naturaleza de la magnitud que se quiera estudiar. Para cada una de éstas, un transductor adecuará la entrada a una magnitud analógica que puede ser tratada por el equipo.

Con estos datos, el equipo no va a actuar como un sistema en tiempo real. Es decir, no dependerá de esas entradas para actuar de una forma u otra. Su utilidad será la capacidad de PREVISION que se obtendrá con la información almacenada.

Esta previsión será más útil cuanto mayor información obtengamos de como actua un determinado fenómeno (presión , velocidad del viento, etc..) en un lugar concreto. Esos lugares serán aquellos donde no haya RED ELECTRICA, lo cual supone un mayor desconocimiento de como actúan los fenómenos en esos sitios.

Surge ,entonces,la necesidad de buscar una fuente de alimentación alternativa.Esta será una BATERIA.

Incorporar una fuente de alimentación que no sea la red implica la necesidad de MINIMO CONSUMO.Cuanto más dure la alimentación podré obtener más información.Es conveniente destacar desde ahora que la ubicación del equipo estará en un lugar de fácil ó NO acceso.De ahí la importancia de obtener una mayor información cada vez que se quiera acceder a ésta.

Como primera solución a obtener el mínimo consumo está en utilizar la tecnología adecuada :CMOS.

Posteriormente, y una vez los datos en la memoria del equipo,estos necesitarán ser procesados.Para ello se utilizará un interface al PC.

Una vez que esten los datos en el PC el objetivo del proyecto estará cumplido.Ahi serán procesados de la forma más adecuada para cada aplicación.

ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

Para facilitar su lectura y una mejor comprensión se indica brevemente como está distribuída.Consta de tres partes:

A)INTRODUCCION en la que se hace referencia a la

importancia que ha tenido la aparición del microprocesador y lo que ha aportado. Se comentan también los OBJETIVOS y las DIFICULTADES de este trabajo.

B) JUSTIFICACION TEORICA: se da una visión general de la importancia de la instrumentación y de los sistemas de control basados en microprocesador, encuadrando al Registro Lógico de Datos más específicamente. Incluye los diferentes componentes que forman un Sistema de Adquisición de Datos. Se hace un estudio general y detallado de la función de cada componente en el sistema. Logicamente, se hace mención de la importancia de estos equipos en nuestros días.

Un estudio de las ventajas de la tecnología CMOS así como de las BATERIAS, elemento importante en esta aplicación particular, es incluido. Además, la aplicación particular de baterías para circuitos con tecnología CMOS.

C) SOLUCION ADOPTADA: se describe tanto a nivel hardware como software la aplicación concreta del Data Logging que se ha implementado. Incluye la explicación hardware de los componentes más importantes del sistema (todas las características de los componentes vienen en un anexo). A nivel software se incluyen los programas y organigramas y su explicación.

Dentro de este último apartado se incluye la

conexión de la memoria, mediante un interface, al PC para el posterior procesamiento de los datos.

INTRODUCCION

ANTECEDENTES

ANTECEDENTES

El Proyecto es un DATA LOGGING (REGISTRO LOGICO DE DATOS), una aplicación particular a un Sistema Universal de Adquisición de Datos. Es un sistema basado en diseño con microprocesador. Por lo tanto, haré una pequeña introducción de lo que ha supuesto el microprocesador en la electrónica y los campos de aplicación general que tiene.

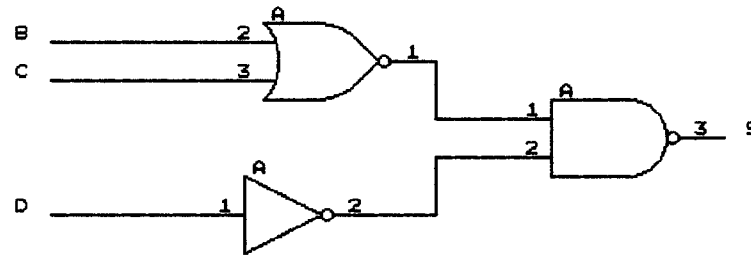
CONCEPTO DE MAQUINA PROGRAMADA

Hasta mediados del siglo XX la máquina cableada (un circuito para cada aplicación) había solucionado gran parte de los problemas. Sin embargo, los cambios que requerían las máquinas para adaptarse a otras características de funcionamiento distintas a las originales, exigían nuevos diseños y una variación del circuito. Por otra parte, eran de escasa flexibilidad y exigían unos costes muy altos de mantenimiento.

En oposición al concepto de máquina cableada, surgió el de la máquina programada, que consiste en emplear una estructura principal común a todas las aplicaciones. Capaz de realizar todas las operaciones básicas las cuales debían ordenarse mediante un conjunto de instrucciones que componían el PROGRAMA específico para cada aplicación.

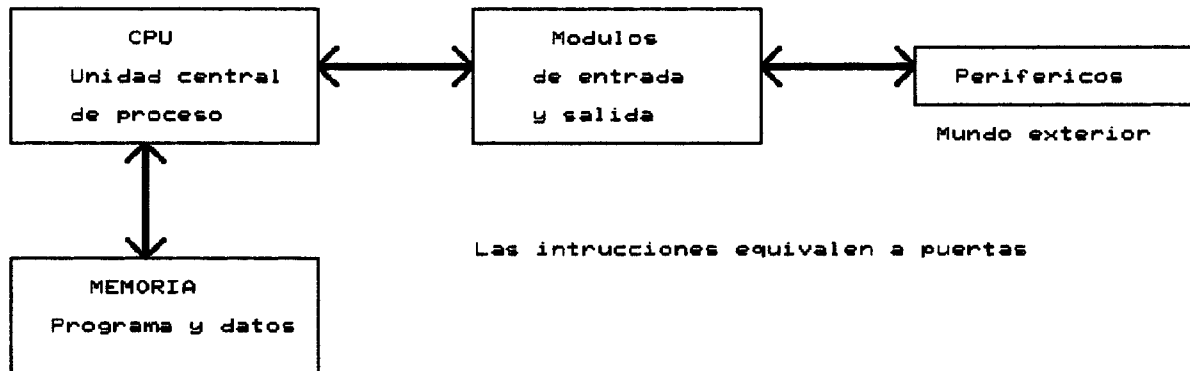
MAQUINA CABLEADA

Entradas



Un circuito para cada aplicación

MAQUINA PROGRAMADA



Las intrucciones equivalen a puertas

Maquina cableada y Maquina programada

Logicamente, la diferencia principal entre las máquinas programadas radica en el PROGRAMA de instrucciones que debe ejecutarse.

En una máquina programada podemos distinguir los siguientes módulos:

a) UNIDAD CENTRAL DE PROCESO ó conjunto capaz de realizar las instrucciones de un programa. Es la CPU.

b) El soporte donde se encuentran las instrucciones del programa, o sea, la MEMORIA. Contendrá también los datos que va procesando.

c) Los PERIFERICOS Y MODULOS DE ENTRADA Y SALIDA encargados de transmitir adecuadamente la información a procesar ó los resultados obtenidos.

En resumen, las ventajas de las máquinas programables, sistemas con microprocesador, son :

1) Reduce el hardware ó arquitectura física de los componentes al usar elementos muy potentes basados en circuitos integrados de alta escala de integración.

2) Se incrementa la fiabilidad del sistema al disminuir considerablemente el número de elementos del mismo.

3)Disminuye el coste en cuanto a mano de obra y verificación.Tambien se produce una reducción importante en cuanto al volumen y al gasto de energía consumida.

4)La posibilidad de cambios ó variación es resuelta con mayor sencillez al tener que variar, en un buen número de casos, sólo el programa.

5)Se reduce el tiempo de diseño.

Por lo tanto, el diseño y desarrollo de máquinas programadas requiere el conocimiento y combinación de dos aspectos diferentes:

1)Tecnología de los componentes electrónicos integrados, o sea, HARDWARE.

2)Manejo de las instrucciones para hacer los programas de trabajo, es decir, SOFTWARE.

CAMPOS DE APLICACION GENERAL DE LOS MICROPROCESADORES

Es evidente que los sistemas con microprocesador van a ser aplicados en la mayoría a aquellos productos que alcancen un cierto grado de complejidad y de precio. Por otra parte, la constante investigación en el área de la microelectrónica hará que aparezcan componentes más potentes a un menor precio.

Debido a esto último y a las mejoras que le ofrece a un producto un sistema con microprocesador, se puede prever lo siguiente :

a) El empleo masivo de los sistemas con microprocesador en la industria, en los negocios, en la investigación, en la escuela y en la propia casa, como de hecho ya es. Esto ha supuesto un mayor acercamiento de las personas a los sistemas computadores.

b) Los avances actuales de la microelectrónica están incidiendo en un aumento de la densidad de integración y la consiguiente reducción de los costos en los componentes. La inmediata y actual aplicación de los sistemas microcomputadores en todos los campos supondrá un enorme desarrollo en la investigación y fabricación de los equipos de procesos de datos.

Es evidente que todos aquellos países que no se preparen adecuadamente para asimilar las posibilidades que ofrece la microelectrónica correrán un serio peligro ante la imposibilidad de competir con quienes sepan emplearla.

Por lo tanto, se requiere una preparación cultural y técnica a todos los niveles. Y una mentalización a nivel estatal para impulsar el conocimiento, desarrollo y aplicación de los sistemas de procesamientos de datos.

EJEMPLOS DE APLICACION DE SISTEMAS CON MICROPROCESADORES

A continuación se establece una clasificación por sectores en los que se emplean aplicaciones de sistemas con microprocesadores. Esta clasificación que delimita los campos de más interés y desarrollo es la siguiente:

- 1) Industria en general.
- 2) Industria de automoción.
- 3) Control de tráfico de ascensores.
- 4) Industria eléctrica y de electrodomésticos.
- 5) Electromedicina.
- 6) Instrumentación y medida.
- 7) Terminales inteligentes.
- 8) Juegos y diversos.

OBJETIVOS

OBJETIVOS DEL REGISTRO LOGICO DE DATOS

Un Registro Lógico de Datos ó Data Logger es un sistema de adquisición de datos. Estas entradas podrán ser de diferente naturaleza :eléctricas, mecánicas, eólicas, fuerza , desplazamiento, presión, acústica, iluminación, temperatura. Los objetivos del Data Logger son:

A)PREVISION.

No importa de que naturaleza sea la magnitud de entrada. El equipo tendrá a su entrada un transductor para cada una de estas magnitudes. La misión del transductor será convertir una magnitud, por ejemplo, eólica en una magnitud analógica que pueda ser tratada por el sistema. Esta será convertida a digital mediante un convertidor analógico digital(ADC).

Una vez digital se almacenará en una memoria RAM para ser posteriormente leída.

La utilidad del equipo está clara. Supone poder preveer una serie de variables de distinta naturaleza: presión, temperatura ,ect, en cuanto a su variación con el tiempo.

B)MINIMO CONSUMO.

El equipo no va a estar conectado a la red, luego la

alimentación la tomará de una batería de níquel-cadmio (mayor duración y recargables). Al solo disponer de esto ,lógicamente, interesa que consuma lo mínimo. Para ello se ha usado circuitería CMOS y un reloj que tiene una salida de STANDBY . Quiere esto decir que siempre que el equipo no vaya a tomar una muestra estará en régimen de bajo consumo ó STANDBY.

Dependiendo de la duración de la batería de níquel-cadmio y de la frecuencia de muestreo del equipo, este podrá estar más ó menos tiempo actuando como un sistema de adquisición de datos en un determinado lugar.

El objetivo de mínimo consumo no sólo se ve afectado por el aspecto hardware. Sino también por el software. Ya que cuando el equipo esta en STANDBY el programa no se puede ejecutar, solamente esperar una interrupción.

C) FLEXIBILIDAD Y APROVECHAMIENTO DE MEMORIA.

La cuestión de flexibilidad está más enfocada al aspecto software. E intimamente unida al aprovechamiento de la memoria. Fisicamente, en el Data Logger se pueden distinguir dos partes. Una de ellas es la que contiene a la memoria con la batería que alimentará al equipo. Se le puede llamar "cartucho". La otra parte es el resto del equipo.

El "cartucho" es lo que podríamos denominar la parte móvil del equipo. Será sustituido por otro cada vez que se quiera procesar información. El resto del equipo será fijo hasta que se desee cambiar de lugar.

Se pueden procesar hasta ocho entradas analógicas. Cada una de estas entradas podrá disponer de un tiempo de muestreo distinto dentro de unos márgenes referentes a una unidad básica de muestreo.

Como se ve es necesario declarar una serie de variables que le darán flexibilidad al equipo. Dicha flexibilidad incidirá en el aprovechamiento de memoria.

Supongamos que de las ocho entradas sólo voy a utilizar dos. Si no puedo actuar y comunicarle que sólo son dos, para el equipo serán activas las otras seis y pondrá ceros como valores que no servirán para nada.

Evidentemente se puede actuar sobre la EPROM del equipo para declarar estos valores. Pero, por comodidad, lo que interesa es hacerlo sobre la RAM.

El aprovechamiento de la memoria es importante debido a que el equipo puede estar ó NO en un lugar de fácil acceso y, con seguridad, en un lugar lejano.

D) INTERFACE AL PC.

Una vez los datos estén en la RAM será necesario procesarlos. Para ello se utilizará un interface con un PC. Se utilizará para volcar la información de la memoria y procesarla. Se separarán las muestras que corresponden a cada entrada así como otras variables de utilidad que serán explicadas posteriormente. El interface es de propósito general y ya está diseñado (Integración de periféricos controlados por microprocesador. Interconexión al PC. Aplicación a un frecuencímetro digital controlado por ordenador. José Tomás Gil Collado.). Lo que se hará en este caso es hacer una aplicación particular de éste.

En ese punto el objetivo estará cumplido.

DIFICULTADES

DIFICULTADES

No se pretende comentar en este apartado las dificultades típicas de este trabajo, dificultades inherentes a un primer problema real con un cierto grado de complejidad. Por otra parte, éstas se irán exponiendo a lo largo de este trabajo.

Si se quiere hacer referencia a las dificultades añadidas que ha supuesto el utilizar la tecnología CMOS:

A) Dificultad en conseguir algunos componentes que tuvieron que ser comprados en Madrid. Y bastante dificultad de conseguirlos allí también (80C85, MM58167A, 27C32).

B) Falta de información en una utilización previa de esta tecnología.

Esta falta de información incide en tener que conseguir las características del 80C85 en Mitsubishi (Madrid). A nivel hardware los medios de que se dispone presentan alguna dificultad. El emulador ICE-85, según el manual, no admite entradas MOS. Lo cual, afortunadamente, no era totalmente cierto y pudo ser solventado.

En resumen, el trabajar con algún C.I. del que no dispone información implica tener que trabajar con otro que se le supone compatible (8085 por 80C85). Esto

generalmente hace que se produzca alguna sorpresa por desconocimiento previo de las características del que se va a utilizar, como así ocurrió.

JUSTIFICACION TEORICA

SISTEMAS DE CONTROL BASADOS EN MICROPROCESADORES

INTRODUCCION

La utilización de microprocesadores como dispositivos de control de sistemas reales hace necesario un intercambio de información entre el propio sistema y el equipo (mp., memoria, etc..).

Estas informaciones pueden ser señales digitales (contacto abierto ó cerrado , existencia ó no de luz) ó pueden ser señales analógicas (de posición , temperatura, flujo, presión, etc) las cuales deben ser convertidas en señales eléctricas mediante transductores y posteriormente en señales digitales mediante dispositivos que realicen la conversión analógica a digital para que el microprocesador pueda realizar el algoritmo de control residente en su memoria.

El resultado del algoritmo puede ser un conjunto de órdenes digitales (abrir ó cerrar relés , conmutar circuitos) ó de palabras digitales necesarias para poder aplicarlas a elementos actuadores analógicos (posicionadores, amplificadores lineales, variadores de velocidad..) por lo que deben ser convertidas en señales analógicas mediante convertidores D/A.

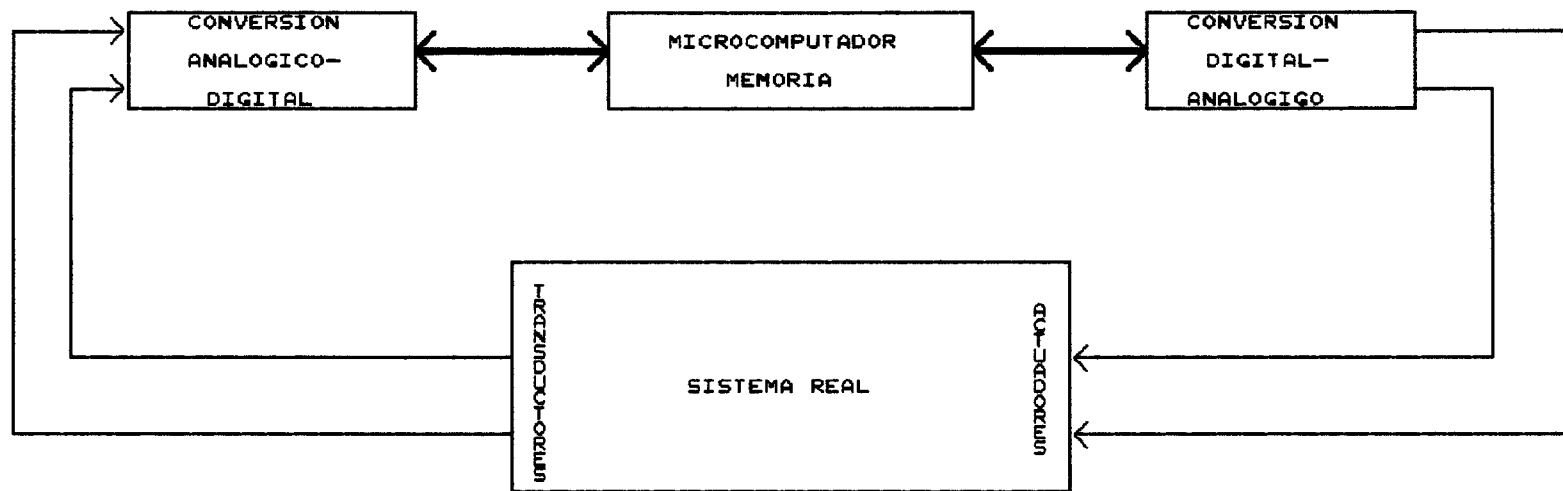
Llegado este punto es necesario hacer una puntualización. Es de destacar que estamos hablando en

términos generales ,es decir, de un sistema de control de datos en tiempo real.Tiempo real implica la noción de brevedad por una parte y ,por otra,que dependiendo de lo que se obtenga en un determinado momento se actuará de una forma u otra.

Es necesario decir que con el Registro Lógico de Datos no se pretende actuar en tiempo real.Este almacenamiento de información ó datos será utilizado posteriormente.Por lo tanto, la etapa de actuación queda eliminada.

Dependiendo de la información que haya obtenido ,actuaré de una forma u otra,pero no en el momento sino posteriormente.Ya se ha dicho que la información que suministra el equipo,supone sobre todo una magnífica previsión de cómo actuar en un determinado lugar,conociendo de antemano cuales son los factores que tienen mayor influencia.

En un sistema de control en tiempo real se pueden distinguir tres partes bien diferenciadas:adquisición de datos,realización del algoritmo de control y órdenes de mando.Si el sistema no es en tiempo real,como es nuestro caso,la tercera parte (órdenes de mando) sobra.Por supuesto,no el algoritmo, pues será el encargado de decir como llevar a cabo la adquisición de datos (cada cuanto tiempo,etc..).



SISTEMA DE CONTROL =SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS +ACTUADORES

CONFIGURACION BASICA

La configuración básica de un sistema de control basado en microprocesador es la siguiente, sus elementos básicos son:

1)Microprocesador: es el elemento básico del sistema y el que marca la pauta sobre el funcionamiento del bus y las señales específicas de su uso.La arquitectura del sistema montado dependerá del microprocesador.

Por ejemplo, si admite interrupciones, si puede llevar más ó menos memoria, cómo se organiza, etc.

2)Memoria del sistema: la memoria está constituida por una parte de memoria de acceso aleatorio (RAM) y otra parte de memoria de sólo lectura (ROM).El tamaño de la memoria dependerá del programa que deba contener para realizar la aplicación.

Esta es una de las diferencias principales entre un sistema informático realizado con microprocesador y un sistema de control basado en microprocesador.En los sistemas informáticos practicamente la totalidad de la memoria instalada es memoria de acceso aleatorio y una parte muy pequeña de memoria se instala como memoria de sólo lectura (ROM).

En cambio, en un controlador basado en

microprocesador, todos los programas residen normalmente en memoria fija ya que ellos mismos van a ser fijos. En concreto, sólo existirán en memoria los programas específicos de control. Entonces, la memoria aleatoria resulta innecesaria a efectos de contener programas. No obstante, es necesaria para el almacenamiento de datos.

3) Vías de entrada-salida: a través de estas vías de acceso ó puertos, el microprocesador recibirá información de las partes del controlador y por donde emitirá las órdenes de mando a los diferentes actuadores del mismo.

En general, cualquier elemento que maneje información del sistema deberá estar conectado a uno de estos puntos con las interfaces adecuadas en cada caso.

Aquí entrarán las medidas analógicas, de tensiones, intensidades, temperaturas, posición, etc, que deberán ser previamente convertidas a señales digitales. Por estos puntos saldrán órdenes de mando a motores, válvulas, relés, y, en general, a cualquier elemento externo a la unidad central.

CONFIGURACION AMPLIADA

Además de los elementos básicos pueden aparecer otros que amplíen la configuración básica, siendo elementos de apoyo al microprocesador.

4) Temporizador de intervalos: se maneja con órdenes de entrada-salida y se puede considerar como un periférico. No obstante, a veces puede venir integrado con el microprocesador.

No es un elemento imprescindible ya que siempre puede efectuarse una temporización por programa. De esta forma se ocupa al microprocesador, luego se prefiere un temporizador automático de intervalos que avise con una interrupción después de temporizar (será la función que hará el reloj en el Data Logger).

5) Sistemas de interrupciones: tampoco son esenciales estos elementos. Los microprocesadores del mercado no suelen disponer de muchas vías de entrada de interrupción y en este caso es conveniente poner circuitería accesoria para aumentar el número de dichas vías.

6) Otras conexiones: se mencionan ahora tipos menos frecuentes de conexiones al sistema. Así, por ejemplo, no es frecuente que en sistemas de control se instalen circuitos de acceso directo a memoria.

Tampoco son usuales comunicaciones con otros buses de otros microprocesadores. Menos raros son los circuitos que saben comunicarse en serie síncrona ó asincronamente con otros procesadores. Circuitos que aunque se manejan con instrucciones de entrada-salida suelen ir conectados al bus del microprocesador ya que están hechos con ese fin.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS FRENTE A OTROS SISTEMAS

Los otros sistemas a los que se hace referencia son los diseñados y realizados con circuitos de baja escala de integración ó los circuitos controladores especializados y con escalas de integración elevadas.

Entre las características favorables se encuentran las siguientes:

1)Versatilidad: es una característica que poseen los controladores basados en microprocesadores frente a los que están hechos con circuitos integrados ó con circuitos controladores especializados.

Debido a que el comportamiento del controlador ha de ser el reflejo de su programa de control, es evidente que solamente con cambiar el programa a ejecutar pueden cambiarse las funciones del controlador. Así pues, un diseño siempre puede ampliarse en características reprogramándolo convenientemente, ó puede readaptarse, en

el caso de que exista modificaciones para una aplicación particular.

Si el diseñador ha previsto dejar espacio libre en memoria (RAM y ROM) siempre le será posible introducir mejoras en su controlador, que hará que pueda ser más potente que uno especializado.

2)Fiabilidad: el hecho de que se use una escala de integración muy alta, como es la de los microprocesadores ,reduce el número de fallos frente a sistemas de baja integración y que utilizan mayor número de componentes.

Todo esto repercute en el tiempo medio entre fallos y por tanto en el número de reparaciones necesarias para la reparación del equipo.

3)Bajo consumo: también y por razones de escala de integración, el consumo es menor en estos sistemas de control basados en microprocesadores.Es importante tener en cuenta esta característica ya que se traduce en otras interesantes como son el menor tamaño de las fuentes, menores problemas de disipación de calor, y, por último, conmutaciones de intensidad más bajas que reducen los ruidos parásitos inducidos en el sistema.

4)Bajo costo de producción: debida,también, a la alta escala de integración.Así, el coste bajará por las razones siguientes: menor número de componentes,fuentes

más pequeñas, menor volumen del conjunto y que será más fácil y económico.

En cuanto a las desventajas, hemos de darnos cuenta que diseñar un controlador basado en microprocesador exige disponer de los elementos de desarrollo adecuados para el tipo de microprocesador elegido.

Estos sistemas son básicamente de dos tipos, unos para el desarrollo de programas y otros para la puesta ó simulación del conjunto físico, así como para la grabación y borrado de las memorias de sólo lectura (ROM ó PROM) que tendrá los programas definitivos.

Los programas a introducir pueden escribirse en lenguaje máquina, en lenguaje ensamblador ó en uno de alto nivel. Programar en código máquina es muy engorroso y poco recomendable.

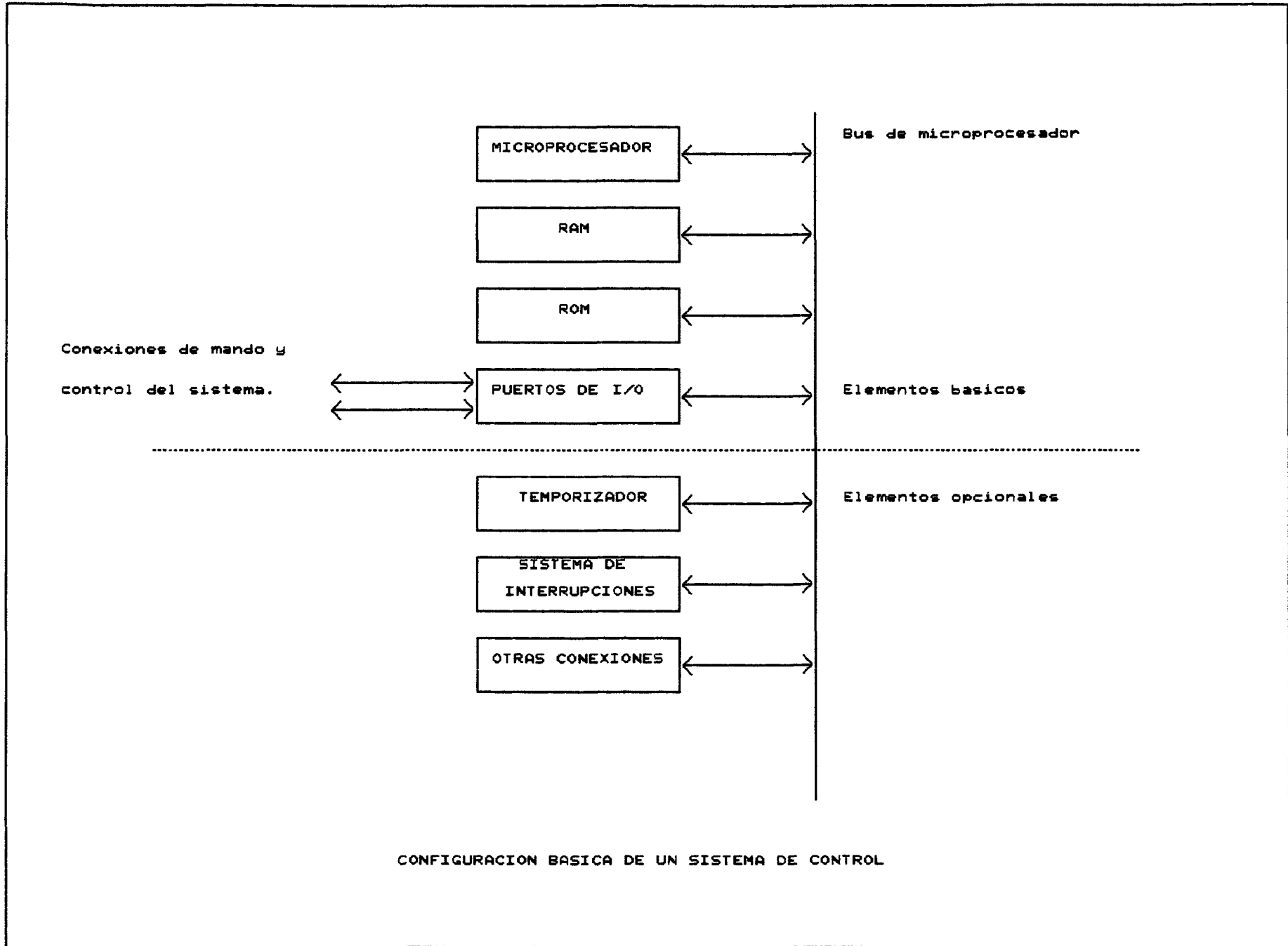
Para programas medios el lenguaje ensamblador es muy interesante y, además, permite al diseñador no perder de vista en ningún momento el funcionamiento físico y real del controlador. Es un lenguaje muy próximo a las señales eléctricas. Además, permite optimizar los tiempos de ejecución de los programas, ya que se utilizan instrucciones íntimamente unidas a las características del microprocesador.

Por último quedan los programas de alto nivel. Es muy

potente y por tanto muy útil para programar, aunque el programa objeto que se genera después de la compilación no es tan eficiente en tiempo de ejecución como un programa escrito en ensamblador.

Se pueden utilizar ambas ventajas, es decir, la de la programación eficiente con el ensamblador y la de la programación sencilla con el lenguaje de alto nivel.

Por tanto es necesario disponer de los sistemas de desarrollo hardware y software apropiados. Supone una desventaja económica en el desarrollo del controlador, aunque es fácil su amortización.



CONFIGURACION BASICA DE UN SISTEMA DE CONTROL

INTRODUCCION A LA INSTRUMENTACION

DEFINICION E IMPORTANCIA DE LA INSTRUMENTACION

La instrumentación ha sido definida como la tecnología científica que se ocupa del diseño, construcción y aplicación de dispositivos físicos y sistemas para aumentar, perfeccionar y suplementar los medios sensoriales ó de percepción del hombre. Puede dividirse en dos ramas principales:

a) Instrumentación de datos y medidas.

b) Instrumentación de control.

Desde muchos puntos de vista estas dos ramas son similares en circuitos electrónicos, componentes, técnicas y análisis matemáticos. Los sistemas de medida están diseñados para el tratamiento de una cantidad de entrada, mientras los sistemas de control están preparados fundamentalmente para el tratamiento de la cantidad de salida. En muchos sistemas de control automático algunos componentes de medida son partes del sistema completo y la precisión de las medidas es la mayoría de las veces responsable de la precisión global del sistema de control.

En un proceso de medida el principal interés está en disponer de un suficiente número de dispositivos sensores acoplados al equipo para obtener información en forma eléctrica para un proceso posterior con la

finalidad de registrar datos específicos.

La obtención de datos y su proceso posterior puede ser :manual,semiautomática ó automática.El proceso automático utiliza técnica digital y la ayuda de un procesador.

El programa de recogida de datos nos será útil para:

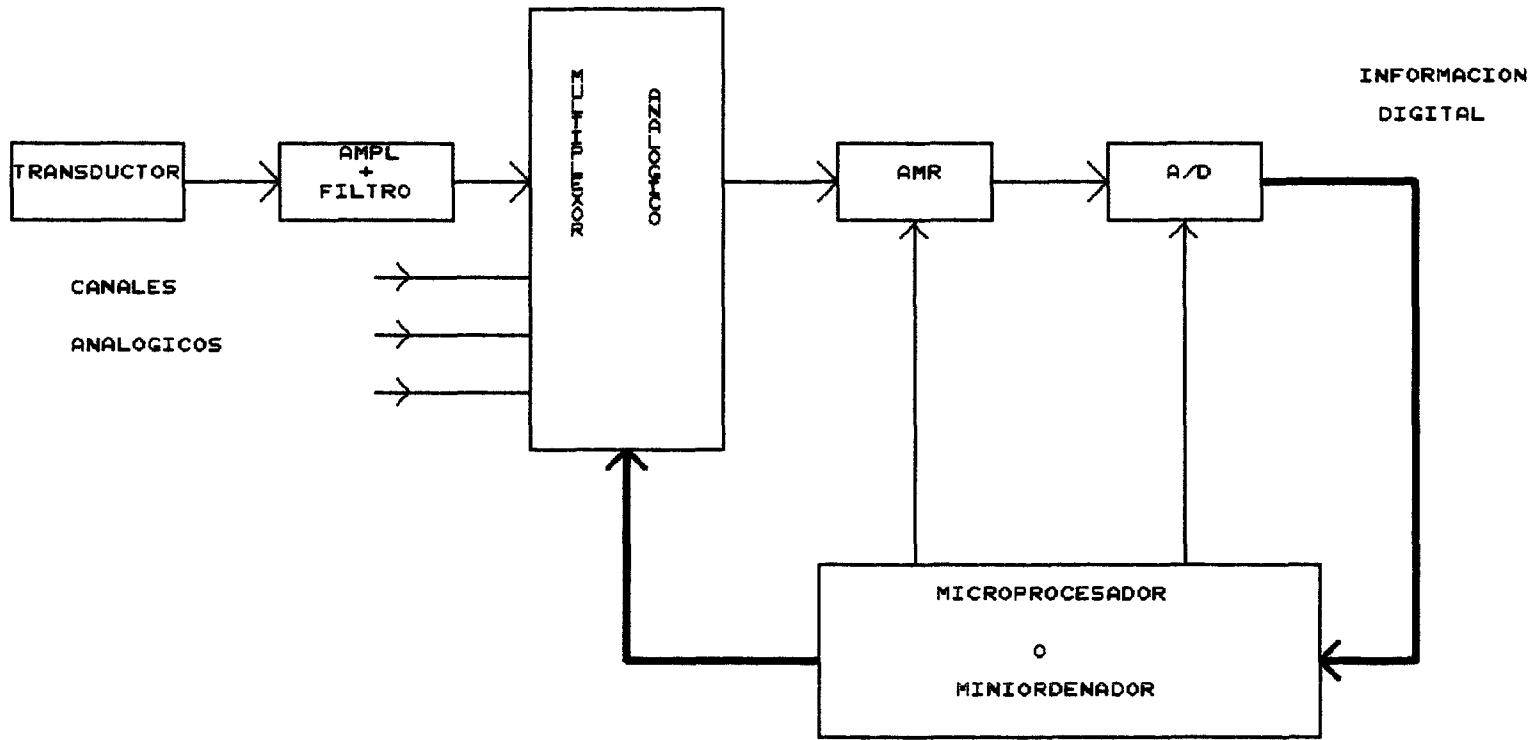
a)Determinar la exactitud del diseño.

b)Evaluar el comportamiento del sistema.

c)Permitir una mejora del sistema con tolerancia mínima de los componentes.

El sistema de medida normalmente consta de transductor,acondicionador de señal y procesamiento de ésta.

El transductor tiene como misión el transformar la magnitud a medir en en una cantidad eléctrica.El acondicionador de señal trata la señal del transductor con el fin de aumentar su nivel:reducir el ruido y amplificarla.Constará de un amplificador y un filtro.La salida del acondicionador se llevara a un convertidor A/D para hacer un procesamiento de los datos.



SISTEMA UNIVERSAL DE ADQUISICION DE DATOS

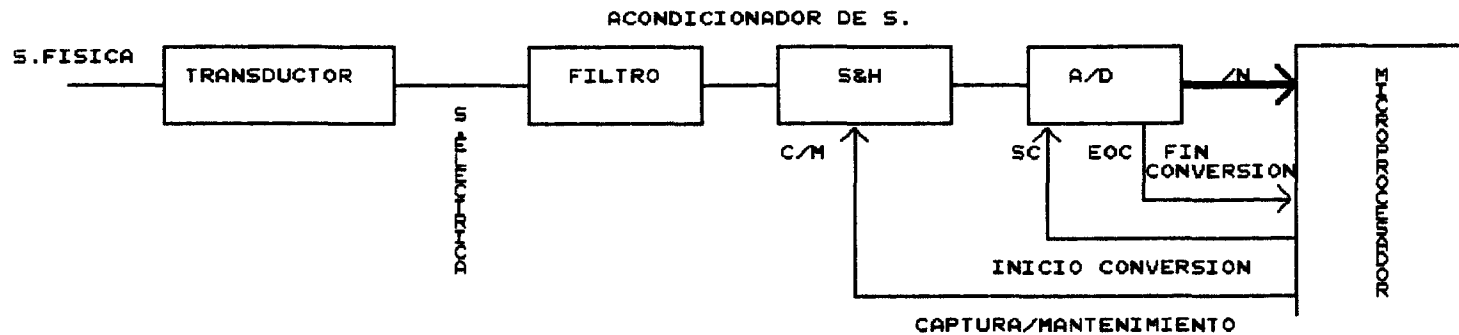
SISTEMA UNIVERSAL DE ADQUISICION DE DATOS

SISTEMA UNIVERSAL DE ADQUISICION DE DATOS

Un sistema bastante simple de adquisición de datos es éste: un circuito de acondicionamiento de la señal analógica (normalmente un amplificador y un filtro).A continuación un circuito de muestreo y retención (captura y mantenimiento ó Sample and Hold en ingles) el cual almacena el nivel analógico que está en un determinado instante en su entrada y lo mantiene mientras se realiza la conversión.Por último,el convertidor análogo-digital convierte el nivel analógico en una palabra de n bits que se almacenará en una memoria.

Cuando son varios los transductores que se deben leer secuencialmente se utilizará un selector ó multiplexor analógico.Será direccionado de tal forma que cada entrada analógica se conecte al convertidor secuencialmente.

Este método permite una economía del espacio y del coste de la circuitería,ya que con un único circuito de captura y mantenimiento y un convertidor análogo-digital se pueden tratar gran cantidad de entradas analógicas,a costa de reducir la velocidad de adquisición de datos.A veces puede ser necesario leer un cierto número de señales analógicas simultaneamente.En este caso cada canal debe tener su propio circuito de muestreo y retención,siendo seleccionados secuencialmente por medio del multiplexor.



SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS DE UNA ENTRADA ANALOGICA :

- 1) TRANSDUCTOR :convierte la s. fisica a medir en s.lectrica.
- 2) CAPTURA/MANTENIMIENTO :almacena el nivel analogico en en determinado instante y lo mantiene mientras se realiza la conversion.
- 3) CONVERTIDOR ANALOGICO-DIGITAL :convierte el nivel analogico en una palabra digital de n bits la cual,una vez terminada la conversion,se almacena en la memoria del sistema.

Entonces, el notable desarrollo que están adquiriendo los sistemas digitales en la actualidad hacen aconsejable y necesario en muchos casos el proceso de señales analógicas mediante dichos sistemas. En estos casos es necesaria una transformación de la señal analógica en digital de tal forma que, posteriormente, pueda ser reconstruida de nuevo sin pérdida de información. Los procesos necesarios son: muestreo, retención, codificación y cuantificación.

Los dos primeros los realizan simultáneamente los circuitos de muestreo y retención, mientras que los dos siguientes procesos son llevados a cabo mediante los convertidores analógicos digitales.

TRANSDUCTORES

TRANSDUCTOR

Se definirá el transductor ,así como cuales son los parámetros que influyen sobre éste,acercamiento al léxico que utilizan y perspectivas futuras.

También se dará una clasificación sobre los diferentes tipos de transductores sin hacer un estudio sobre el funcionamiento de alguno en particular.

DEFINICION

Es el dispositivo capaz de proporcionar un voltaje ó una corriente proporcional a un parametro físico que quiere medirse.Entre la gran variedad que hay se puede citar:temperaturas,esfuerzos,precisión,nivel y caudal.

La mayor parte de las medidas que se pueden realizar estan incluidas en:

a)Medidas en continua (Voltaje .Corriente .Resistencia).

b)Medidas de señales periódicas.(Voltaje. Frecuencia).

c)Medidas de señales transitorias.

PARAMETROS QUE CARACTERIZAN UNA MEDIDA

Existen una gran variedad de parámetros que definen y caracterizan una medida .

Entre ellos,y, destacando los más comunes podemos citar:

a)Exactitud(Accuracy):es la capacidad de un instrumento para seguir el verdadero valor de un fenómeno físico.La base de toda exactitud en la medida es un tanto arbitraria dado que las definiciones originales en las cantidades a medir están basadas sobre valores de patrones.Estas definiciones han sido redefinidas a lo largo de los años.

Los prototipos estandar definen longitud,masa ,tiempo y temperatura.A partir de estos estandar primarios los restantes parámetros se han desarrollado.Las limitaciones de exactitud de cualquier medida vienen determinadas por la capacidad de reproducir el prototipo estandar.La exactitud de una medida viene expresada por la relación entre el valor de la medida y el verdadero valor.

La calibración es la operación de ajustar la escala de manera que las lecturas de un instrumento se ajusten a una unidad estandar aceptada.Las calibraciones deben ser periódicas y este periodo varía según los instrumentos.

b)Precisión (Precision):la precisión es una palabra asociada con la posible actuación del

aparato, mientras que la exactitud está asociada con la actuación real. Todos los instrumentos dan lecturas que incluyen "errores sistematicos" y "errores aleatorios" que son los que se denominan errores del instrumento y expresan la precisión de las lecturas tomadas con él.

La precisión combina la incertidumbre debida a diferencias aleatorias de los resultados de medidas idénticas, y el incremento más pequeño que puede ser detectado y leído en la escala elegida. La precisión generalmente se da en términos de la desviación del valor medio de las diferentes medidas idénticas.

c) Resolución (Resolution): es el más pequeño cambio en el estímulo aplicado que producirá un cambio detectado en la salida del instrumento. La resolución difiere del término precisión en que aquella es un término psíquico-físico relacionado con el más pequeño incremento en la salida ,humanamente perceptible , referido al correspondiente incremento en la entrada.

d) Repetibilidad (Repeatability): la misma desviación de la medida de diferentes datos tomados a partir de repetidas pruebas realizadas bajo condiciones idénticas. Se refiere sólo al comportamiento del instrumento de medida bajo condiciones constantes.

TIPOS DE ERRORES

Cualquier medida lleva consigo una serie de errores que habrá que minimizar. Una clasificación de éstos es la siguiente:

a) Aleatorios: son debidos a causas que no pueden establecerse. Aparecen en cualquier instante.

b) Sistemáticos: son los que se cometen siempre que las medidas se hacen en ciertas condiciones. Son originados por el instrumento de medida y por las condiciones en que se haga la medida.

c) De observación: errores humanos. Por ejemplo, el error de "paralaje".

De entre los errores sistemáticos se tienen: errores de los equipos, errores ambientales, errores de interferencia y de instalación. Los errores de los equipos son inherentes a los instrumentos de medición debido a su estructura mecánica, como la fricción en los cojinetes de las partes móviles. Otro tipo de error es el de la calibración que hace que el instrumento lea más alto ó más bajo a lo largo de la escala.

Una forma de evitar los errores instrumentales es:

1- Seleccionar el instrumento adecuado para una aplicación determinada.

2-Aplicar los factores de corrección una vez que se conoce el tipo de error que se comete.

3-Calibrar el instrumento con un patrón.

Los errores de equipos introducen inexactitudes debidos a la calibración, linealidad, deriva a cero y cambio de sensibilidad.

Los errores ambientales se deben a las condiciones que rodean al instrumento de medida , tales como los efectos de cambio de temperatura , humedad , presión atmosférica , campos electromagnéticos , etc.

Los errores de interferencias son debidos a : ruido, acoplamiento de la línea, zumbido (mezcla de una señal útil y la señal de red ó línea) y rizado.

Los errores de instalación se producen por aplicación inadecuada. Por ejemplo si la medida se realiza en ambientes por encima del rango en que está preparado el equipo (humedad, temperatura, etc).

CLASIFICACION DE LOS TRANSDUCTORES

a) Transductores para parámetros físicos:

1-Extensometría y transductores de fuerza.

2-Transductores de desplazamiento lineales y angulares.

3-Transductores de proximidad.

4-Transductores de medidas de espesores.

5-Transductores de presión.

6-Transductores de caudal de fluidos.

7-Transductores de nivel de líquidos.

8-Transductores acústicos (micrófonos).

9-Transductores de vibraciones.

10-Transductores de temperatura.

11-Transductores de iluminación y calorimetría de sólidos.

12-Transductores para detección y análisis de gases.

13-Transductores de humedad para gases.

14-Medida de magnitudes eléctricas.

15-Medida de campos eléctricos y magnéticos.

b)Transductores para parámetros químicos:

1-Método de separación.Cromatografía.

2-Electroanálisis.

3-Espectrofotometría de absorción.

4-Espectrofotometría de emisión.

5-Espectrofotometría de fluorescencia de rayos

X.

6-Espectrometría de masas.

7-Resonancia magnética nuclear.

c)Transductores para parametros biológicos:

1-Medidas cardiovasculares.

2-Medidas en el aparato respiratorio.

3-Visualización de tejidos.

4-Medidas de temperatura del organismo.

5-Medidas en el aparato digestivo.

6-Medidas en obstetricia.

VISION ACTUAL Y FUTURA DE LOS SENSORES

El sensor es el elemento sensible de todo transductor. Será el afectado directamente por la magnitud externa.

Es realmente en estas últimas décadas cuando han surgido estos dispositivos capaces de darnos información de diferentes magnitudes que convenientemente tratados por sistemas informáticos nos permiten conducir procesos. Por muy sofisticado, potente, rápido y eficaz que sea el sistema de transmisión y análisis de datos que se posea, si la fiabilidad del sensor es defectuosa, las conclusiones a que se llegan partiendo de medidas erróneas serán falsas.

Actualmente se trabaja en la incorporación del procesado de la señal en el propio sensor. Es lo que se denomina 'sensor inteligente': capaz de corregir no linealidades, efectos térmicos, u otras variables cruzadas que inciden en la medida, permitiendo corregir 'in situ' su imperfección.

También podemos definir los sensores inteligentes como una serie de sensores basados o realizados sobre conductores que cumplen una serie de propiedades como son: empaquetamiento, robustez y facilidad para incorporar en el mismo chip de la estructura sensible una serie de circuitería asociada.

Asimismo, se trabaja en la incorporación de varios sensores sobre un mismo sustrato: 'Sistemas Integrados Sensores'.

Existen varias líneas entre las que se pueden destacar:

a) Sensores basados en la tecnología del silicio: a la hora de realizar la circuitería para el procesado de la información, hay tres formas de realizar los sensores inteligentes:

- Los sensores son realizados en el mismo chip que los otros componentes electrónicos, dando lugar a la integración monolítica. Se tendrán que conocer a fondo los efectos de las diversas magnitudes que se quieren medir sobre el silicio.

- Si el material elegido para realizar el sensor no es el silicio, se puede recurrir a otro tipo de materiales depositándolos encima del chip, donde se ha elaborado toda la electrónica.

-Si se recurre a un sensor discreto, la tecnología híbrida es la mejor solución.

El silicio es muy sensible a su grado de pureza y a la contaminación, por lo cual un apropiado uso de éste material nos informará de la presencia de contaminantes ó impurezas. Asimismo tiene amplias aplicaciones en biomedicina.

b) Sensores que utilizan fibras ópticas: es uno de los materiales más prometedores como sensor, al aunar sobre el mismo soporte, sensor y transmisor y ser accesible a áreas que entrañan riesgos. Se desarrollan también bio-sensores de fibra óptica accesibles al cuerpo humano, que pueden facilitar información completa de factores biológicos (gases en sangre, PH, iones, presencia vírica, niveles de glucosa, urea, etc).

Un diseño de estos sensores permite la transmisión luminosa por la fibra recubierta por materiales cuyo índice de refracción es sensible a la presencia de diferentes moléculas ó agentes físicos tales como presión, temperatura, etc. La detección del haz luminoso amortiguado por los citados efectos nos permitirá cuantificar su presencia.

Otro campo importante de estos sensores es la monitorización en continuo de parámetros químicos en las fases de vigilancia intensiva.

c) Sensores que utilizan materiales poliméricos :supone un amplio campo en el desarrollo de sensores al estar ligado a las propiedades físico-químicas de estos materiales. Su carácter conductor-semiconductor se ve afectado por la presencia de variables físicas tales como presión ,tensión ,torsión ,que intervienen sobre la conductividad eléctrica y sus constantes dieléctricas.

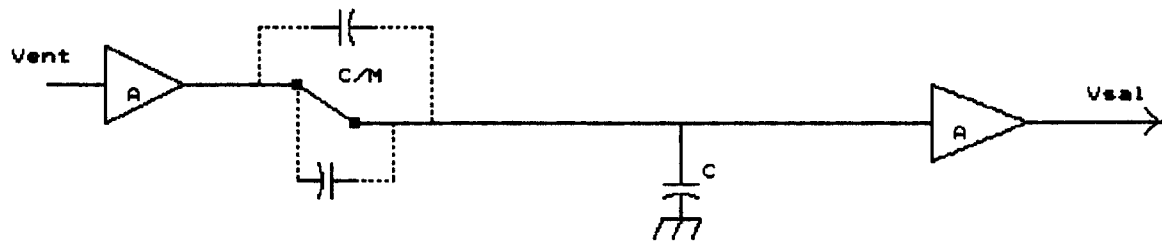
CIRCUITOS DE MUESTREO Y RETENCION

CIRCUITOS DE MUESTREO Y RETENCION (SAMPLE AND HOLD)

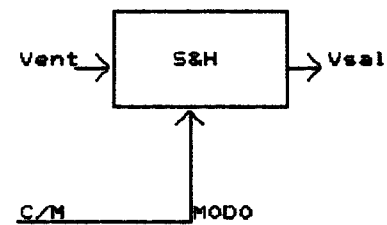
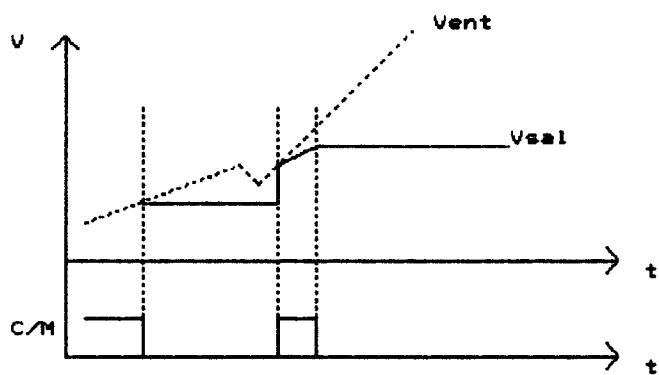
Al circuito de muestreo y retención se le pide que tome el valor de una señal de entrada en un instante y que ,posteriormente, quede retenido para ser procesado por el A/D. Se requerirá un filtro que cumpla la condición del teorema del muestreo, donde, la frecuencia de muestreo debe ser igual al doble de la máxima frecuencia de la señal a muestrear. Por tanto, habrá que disponer de unos interruptores que permitan la conexión de una señal analógica durante un cierto tiempo, siendo estos dispositivos las puertas de transmisión.

Los circuitos de captura y mantenimiento son elementos analógicos equivalentes a registros capturadores (latches) digitales. Muestran la señal analógica y mantienen el nivel de dicha señal en un medio de almacenamiento (normalmente un condensador) para proceder a su medida en un sistema.

El funcionamiento de un S/H ideal muestra que este sigue la entrada durante el periodo de muestreo y luego mantiene el último valor analógico de tensión , cuando conmuta al modo de mantenimiento. Tanto el tiempo de captura como el de mantenimiento dependen del condensador.



CIRCUITO DE CAPTURA Y MANTENIMIENTO



FORMAS DE LA S. DE ENTRADA Y SALIDA DE UN CIRCUITO IDEAL

Los interruptores ó conmutadores que serán utilizados en dichos circuitos deben ser JFET o MOST. Con ello se reducirían al máximo las corrientes de fuga que descargan al condensador. A los circuitos de muestreo retención se les conoce como ARM (amplificadores de muestreo-retención). En la actualidad el diseño de un ARM ha quedado reducido, en el peor caso, a la selección del chip y el condensador más adecuado. Esta sencillez, junto a unos bajos precios, ha conducido al empleo de los mismos en multitud de aplicaciones.

PROCESO DE MUESTREO Y RETENCION

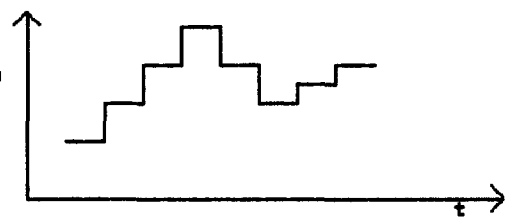
Las señales analógicas que se pueden obtener normalmente procedentes de transductores presentan un dominio temporal y un margen de valores continuos. Cuando la señal es muestreada, sus valores son continuos pero el dominio temporal es discreto, o sea, en unos intervalos de tiempo determinados.

Cuando la señal es digitalizada presenta un dominio temporal y un margen de valores discretos, sólo puede tomar valores que se encuentren a una cierta distancia entre ellos.

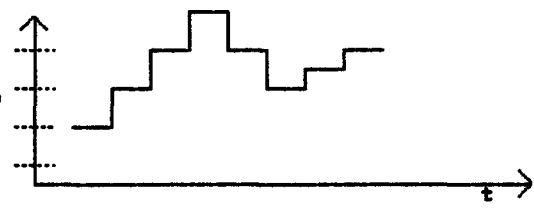
S. ANALOGICA DEL TRANSDUCTOR



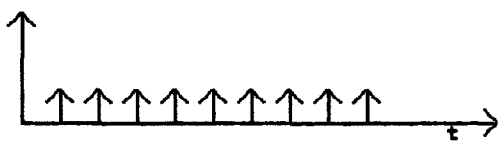
S. MUESTREADA



S. DIGITALIZADA
(VALORES DISCRETOS)



IMPULSOS DE MUESTREO



El proceso se puede representar de la siguiente forma. La señal analógica continua, $e(t)$, mediante un muestreador $\zeta(t)$ se convierte en una señal muestreada $e(t)=e(t)*\zeta(t)$. Esta, a su vez, se transforma en una señal digitalizada mediante un convertidor analógico digital.

En cada uno de los procesos que sufre la señal analógica, se pierde información debido a la discretización que se realiza.

Se puede reducir el error en la señal muestreada haciendo el periodo de muestreo suficientemente pequeño. Pero quedará limitado por la anchura de banda del muestreador real, o sea, por el tiempo mínimo necesario para muestrear correctamente la señal.

El análisis de Fourier de una señal analógica (descomposición en serie de Fourier si ésta es periódica ó la integral de Fourier en caso contrario) indica la composición espectral de dicha señal.

Los coeficientes de las series de senos y cosenos dan información respecto a la amplitud y la fase de cada frecuencia.

El teorema de Nyquist o del muestreo expresa el límite inferior de la velocidad del muestreo, conocida la máxima componente frecuencial de la señal de entrada, como la correspondiente al doble de dicha frecuencia.

Esta frecuencia, denominada de Nyquist, es la mínima con la que puede llegar a reconstruirse la señal de entrada.

En los sistemas reales se suele escoger una frecuencia de muestreo (especificada en muchos casos como la correspondiente a la frecuencia a la cual el sistema puede muestrear el dato, realizar la conversión y preparar el sistema para realizar una nueva conversión) de un valor comprendido entre 5 y 10 veces superior a la máxima frecuencia de entrada.

En el caso de que el sistema de adquisición no admita una frecuencia de muestreo suficientemente alta frente a una señal analógica de entrada que presente frecuencias muy altas (en muchos casos debido al ruido superpuesto a la señal analógica) se recomienda lo siguiente. Se recurrirá a un filtrado previo de la señal antes de introducirla en el muestreador. El cual, aunque no elimina el ruido totalmente a altas frecuencias, los puede atenuar suficientemente para que no afecten al resultado de la conversión.

ESPECIFICACIONES DE LOS CIRCUITOS DE MUESTREO Y RETENCION

Los circuitos amplificadores de muestreo y retención tienen unas características reales que los alejan de su comportamiento ideal. Por lo tanto, es necesario conocer

sus limitaciones a través de las características del fabricante.

Durante el tiempo de muestreo, los ARM pueden ser caracterizados por parámetros similares a los de los amplificadores operacionales ("offset", deriva, no linealidad, ect). Sin embargo, en los ARM existen otras especificaciones correspondientes a los estados de retención, paso de muestreo a retención y viceversa.

Un resumen de las características más importantes es la siguiente:

a) Características de entrada (analog input characteristics) : parámetros como excursión de la señal de entrada (típica y máxima), impedancia de entrada, corriente de polarización y tensión de "offset" que puede ser ajustada exteriormente.

b) Slew Rate: es el máximo cambio posible de tensión por unidad de tiempo. Viene limitado por el A.O. El Slew Rate debe ser superior a la máxima pendiente de la señal de entrada. Tiene influencia en el parámetro del tiempo de adquisición.

c) Tiempo de apertura (aperture time) : es el tiempo transcurrido desde que se da la orden de retención hasta que el conmutador queda realmente abierto. A fin de evitar el error que este tiempo introduce al retrasar la toma de

la muestra, tendremos que adelantar en dicho tiempo la orden de retención. De este modo se retendrá la orden que realmente interesa.

d) Incertidumbre en la apertura (aperture jitter) : es el rango de variación del tiempo de apertura. Este parámetro es uno de los factores determinantes de la máxima frecuencia de la señal que puede ser muestreada adecuadamente.

e) Tiempo de adquisición (acquisition time) : es el tiempo requerido para alcanzar su valor final la tensión de salida, con un error determinado, una vez dada la orden de muestreo. Dentro de este tiempo se incluye el de retraso del interruptor, el debido al "slew rate" del A.O. y el tiempo de asentamiento.

f) Salto de la tensión de salida en el paso a retención (sample-to-hold-offset) : es el salto que produce la señal de control en la salida al pasar el circuito al estado de retención como consecuencia de la capacidad parásita existente entre la entrada de control y la salida.

g) Paso de señal durante la retención (feedthrough) : debido a la capacidad parásita que existe en paralelo con la puerta de transmisión un cambio de entrada durante el tiempo de retención provoca un pequeño cambio en la tensión de salida.

CONVERTIDORES ANALOGICOS-DIGITALES

CONVERTIDORES ANALOGICOS DIGITALES

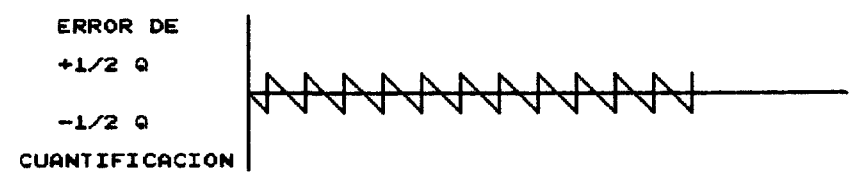
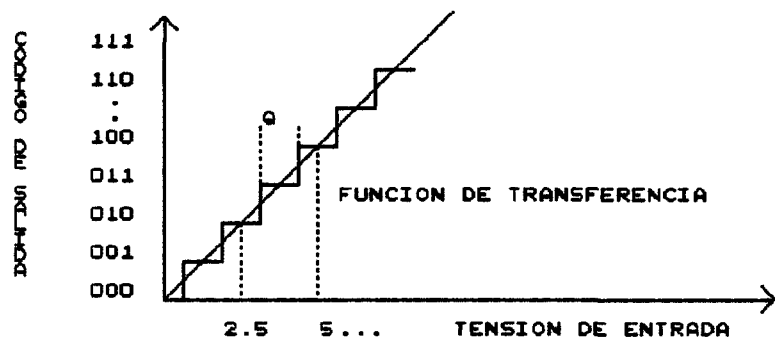
Como ya se comentó, la conversión de una señal analógica en digital requiere cuatro procesos: muestreo, retención, cuantificación y codificación.

Los dos primeros eran realizados por los amplificadores de muestreo-retención. Mientras que los segundos serán conseguidos con los convertidores analógicos digitales.

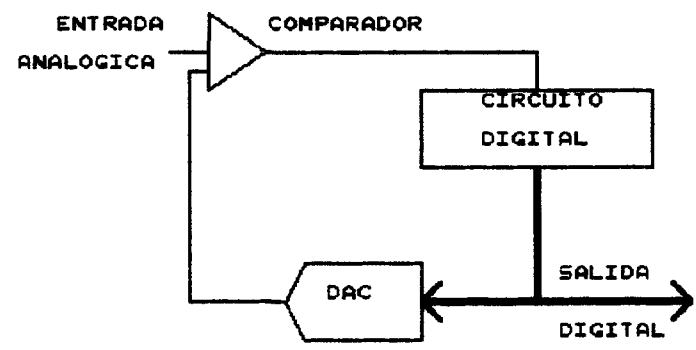
Cuantificación es el proceso mediante el cual la señal analógica continua de entrada se transforma en un conjunto discreto de estados de salida. Mientras codificación es aquel que asigna un conjunto de bits (palabra o código digital) a cada uno de dichos estados.

En un convertidor análogo-digital ideal la palabra digital (P_d) está relacionada con la señal de entrada por la expresión : $P_d = V_{ent}/V_{ref}$. Este cociente se realiza en binario.

El resultado exacto sería un número infinito de bits, pero se comete un error de cuantificación al tener en cuenta únicamente un número limitado de bits, el cual viene determinado por la capacidad del convertidor A/D. Si éste es de n bits, se realiza una cuantificación en 2 elevado a n niveles, y el error máximo cometido es la mitad de la distancia entre dos niveles ($V_{ref}/2 \cdot 2^n$).



ADC EN BUCLE ABIERTO



ADC CON REALIMENTACION

DIVERSOS TIPOS DE CONVERTIDORES A/D

Las características generales de los distintos tipos de convertidores dependen, en gran parte de la forma en que se realiza la conversión. Una primera clasificación se puede basar en si la conversión se realiza directamente ó se realiza una transformación de la señal de entrada en una variable intermedia que luego se transforma en digital.

Existen diversas técnicas para realizar la transformación analógico digital. Pueden ser agrupadas en dos tipos: ADC de bucle abierto y de bucle cerrado. En los primeros no existe realimentación interna, luego se obtiene la información digital de forma directa. Entre ellos están los que convierten la señal analógica en frecuencia o en un impulso y los que emplean comparadores.

Un segundo tipo son los convertidores A/D que poseen un lazo de realimentación del que forma parte un convertidor D/A. En ellos, los procesos de cuantificación y codificación son simultáneos. Se obtiene una secuencia de números digitales que son reconvertidos a un valor analógico, el cual es comparado con la entrada.

a) Convertidor A/D con comparadores: es el único caso en el que los procesos de cuantificación y codificación están claramente separados. Compara simultáneamente la

señal analógica de entrada con una serie de niveles de referencia correspondientes a los valores del escalado cuantificados, utilizando por tanto, tantos comparadores como niveles se desee obtener. Posteriormente un codificador nos entregará la salida digital.

Su tiempo de conversión es muy rápido pero al tener un número elevado de componentes es costoso. No se suele utilizar con microprocesadores.

Entre el segundo tipo de convertidores A/D los más utilizados con microprocesadores son : los de simple y doble rampa y los de aproximaciones sucesivas.

a) Convertidor A/D de simple rampa: integra una tensión de referencia hasta que la rampa generada alcance un nivel igual a la tensión de entrada. Durante este tiempo un contador cuenta los impulsos generados por un oscilador patrón. El resultado del contador es proporcional a la tensión analógica de entrada.

Se deberá escoger cuidadosamente la frecuencia del oscilador y la tensión de referencia, obteniéndose directamente la salida digitalizada.

El tiempo de conversión es largo y la precisión que se puede obtener no es muy buena debido a las variaciones de la capacidad C, la corriente I_d y de la frecuencia del oscilador a lo largo del tiempo.

b) Convertidor A/D de doble rampa: soluciona en gran parte los problemas de precisión del anterior debido a que al realizar dos rampas consecutivas se compensan los errores producidos por las derivas de la capacidad y la frecuencia.

La primera rampa se realiza integrando la entrada durante un tiempo fijo; la segunda rampa se obtiene integrando una tensión de referencia. El tiempo de integración de la segunda rampa depende del nivel que se ha conseguido durante la primera integración. Durante este tiempo un contador cuenta los impulsos de un oscilador patrón. El tiempo máximo de conversión es el necesario para contar $2 \cdot 2^n$ impulsos de reloj siendo n el número de bits de la salida digital.

c) Convertidor A/D de aproximaciones sucesivas: es el más popular para la mayoría de aplicaciones donde se requieren desde medias hasta altas velocidades de conversión.

Hace una optimización del tiempo de conversión mediante la realización de un algoritmo de aproximación. Utiliza un comparador, un convertidor digital-analógico y un registro de aproximaciones sucesivas (SAR, Successive Approximation Register). El algoritmo consiste en la aproximación bit por bit de la salida empezando por el bit de mayor peso (MSB), que corresponde a la mitad de la máxima excursión de tensión.

El registro se inicializa a 100..00, lo cual supone explorar si el valor analógico de entrada está por encima o por debajo del valor medio del rango.

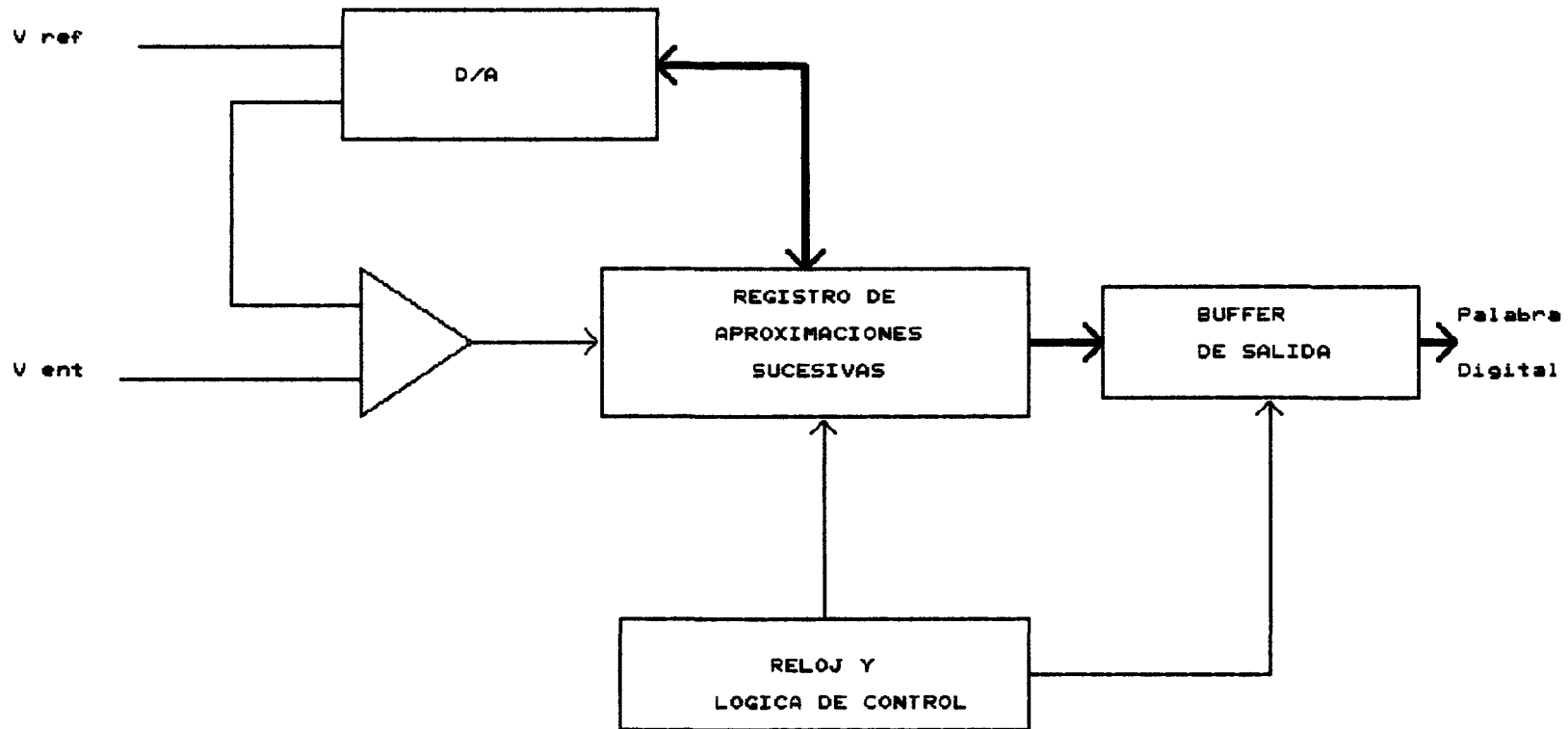
Este bit valdrá 1 ó 0 si el nivel de entrada ésta por encima ó por debajo de este valor.

Si por ejemplo es mayor que dicho valor se investigará dentro de la mitad superior añadiendo un 1 a la siguiente posición (1100..00). Si se obtiene que es menor se quita el 1 de la segunda posición y se pasa a la siguiente (10100..00). Este proceso finaliza cuando se haya estudiado el comportamiento del bit menos significativo (LSB).

ESPECIFICACIONES DE LOS CONVERTIDORES A/D

1) Error de cuantificación :este tipo de error ya ha sido comentado. Se produce a consecuencia de que en un A/D de n bits la continuidad de la señal analógica es dividida en 2^n rangos. De esta forma, todos los valores analógicos dentro de un rango están definidos por un único código digital, asignado al valor medio del mismo.

2) Tiempo de conversión: es el requerido para entregar la palabra digital equivalente a la entrada analógica. Puede variar mucho de un convertidor a otro, siendo un valor típico 50 microsegundos.



CONVERTIDOR ANALOGICO-DIGITAL DE APROXIMACIONES SUCESIVAS

MICROPROCESADOR

MICROPROCESADOR

Se pretende definir a nivel general lo que es un microprocesador, su importancia dentro de un sistema basado en éste. Posteriormente ya se especificará sobre el microprocesador utilizado, 80C85.

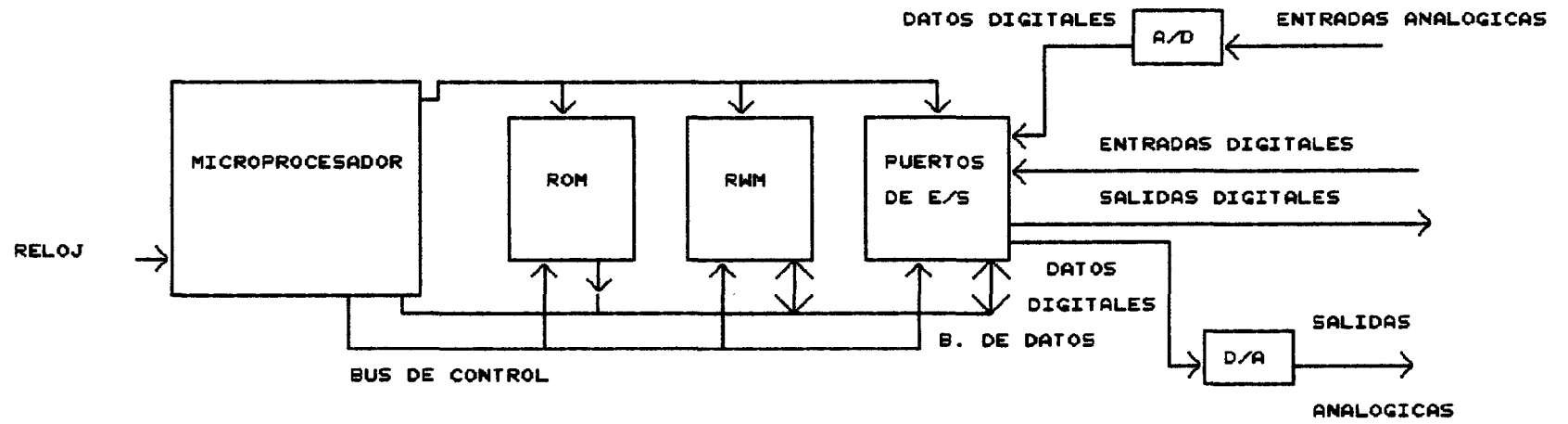
El microprocesador es el componente principal de los sistemas basados en microprocesadores. Controla las funciones realizadas por otros dispositivos del sistema y proporciona la capacidad aritmética y lógica necesaria.

El microprocesador busca instrucciones de la memoria, las decodifica y las ejecuta. Hace referencia a dispositivos de I/O y memoria en busca de datos y responde a las señales de control de otros dispositivos. Estas harán que el microprocesador tome algunas de las siguientes decisiones:

1) Reset: hará que la ejecución del programa comience desde la posición inicial.

2) Esperar un tiempo suficiente para que pueda acceder a una determinada posición de memoria.

3) Interrumpir la ejecución de un programa y saltar a una posición de memoria donde empieza una subrutina que da servicio al dispositivo que ha causado la interrupción.



SISTEMA BASADO EN MICROPROCESADOR CON ENTRADAS DIGITALES Y ANALOGICAS

El sistema completo es una colección de registros direccionables. Los que residen en el interior del microprocesador se denominan registros internos y los que están en ROM, RAM, puertos de I/O son los registros externos.

Un sistema con microprocesador implementa sus funciones a base de transferir y transformar datos en registros del sistema.

El microprocesador controla y sincroniza las transferencias de datos según las instrucciones leídas desde el programa que estará en la ROM.

Todos los registros se interconectan mediante el bus del sistema, que incluye bus de direcciones, bus de datos y bus de control. Cuando el microprocesador necesita leer ó escribir da una dirección por el bus de direcciones y señales de control por el bus de control para sincronizar la lectura ó escritura de dispositivos externos.

Para leer se genera RD cuando el microprocesador está disponible para leer datos desde la memoria ó un puerto de entrada. Cuando se quiere escribir se genera WR una vez que el dato está en el bus de datos, es estable y se puede transferir a la memoria ó a un puerto de I/O.

El microprocesador se puede dividir en: unidad de control, registros internos y unidad aritmética lógica.

UNIDAD DE CONTROL

Controla y sincroniza todas las transferencias de datos y sus transformaciones. Es la parte más importante del microprocesador. La unidad de control utiliza las entradas del reloj para derivar señales de tiempos y de control que regulen las transferencias en el sistema. La unidad de control acepta como entradas señales de control de otros dispositivos.

La operación básica de un microprocesador es cíclica y consiste en la búsqueda y posterior ejecución de las instrucciones. El estado de búsqueda transfiere una instrucción desde memoria al microprocesador y el estado de ejecución ejecuta la instrucción.

REGISTROS INTERNOS

Son necesarios para efectuar la búsqueda y ejecución de las instrucciones. Para buscar la instrucción la unidad de control tiene el registro contador de programa PC que mantiene la dirección de la próxima instrucción a ejecutar. Cuando se ejecuta un RESET el PC se inicializa a 0.

La primera palabra de la instrucción es el código de operación. Para ello se transfiere el contenido del contador de programa al registro de dirección. El código de operación indica a la unidad de control las

operaciones que hacen falta para ejecutar la instrucción. El contenido del registro de dirección se transfiere al registro de instrucción. Su salida es decodificada y la unidad de control la utiliza para desarrollar la secuencia de operaciones y transferencias de registros que ejecutan una instrucción.

El código de operación en el registro de instrucción RI direcciona una posición inicial en una ROM dentro del microprocesador donde se encuentran las microinstrucciones.

UNIDAD ARITMETICA Y LOGICA

Es la encargada de efectuar las operaciones aritméticas y lógicas. El registro fundamental es el acumulador. También habrá un registro temporal para operaciones de más de 1 operando. El contenido final siempre se transfiere al acumulador.

La ALU realiza las siguientes operaciones: suma y resta binaria; AND, OR, EXOR lógico, complemento y rotación a la derecha ó a la izquierda.

También contendrá un cierto número de biestables llamados flags que contienen información relativa al resultado de las operaciones aritméticas ó lógicas. Se encuentran en el registro de flags.

MEMORIA

MEMORIA

La memoria tiene gran importancia en todo sistema basado en microprocesador. Los programas de control se almacenarán en un tipo de memoria y los resultados intermedios en otro.

Por razones de compatibilidad en cuanto al tamaño, velocidad, consumo, y niveles lógicos se utilizan memorias de semiconductor. Pueden fabricarse separadamente ó dentro del mismo circuito integrado del microprocesador.

En general, una memoria es una colección de registros direccionables. Cada registro ocupa una posición distinta que tiene una única dirección numérica. Habrá necesidad de una lógica de control para decodificar las entradas de dirección de modo que un único registro de su contenido cuando se leen datos desde la memoria. Y un único registro almacene datos cuando en él se escriben datos en dicha memoria. Para esto será necesario la decodificación de direcciones.

Un término importante es la capacidad de la memoria que se especifica en términos de máximo número de bits ó máximo número de palabras que puede almacenar. Si la memoria tiene n bits de direcciones y que cada palabra es de longitud m , la memoria tiene una capacidad de $2^n * m$ bits.

La lógica de control será también necesaria para poder leer ó escribir el contenido de una posición de memoria. Cuando se lee una memoria aparece una copia del contenido de la posición especificada por las entradas en la salida de la memoria. Hay un retardo de tiempo desde que se aplica una dirección y la aparición en la salida del contenido de la posición direccionada. Este retardo es lo que se denomina tiempo de acceso y depende de la tecnología y de la estructura utilizada para implementar la memoria.

En el caso de que el tiempo de acceso para cada operación sea independiente del orden de las direcciones, la memoria es de acceso aleatorio RAM.

Escribir datos en una memoria también supone un retardo de tiempo. Desde que se aplica la dirección, el dato a la entrada y la señal de control de escritura hasta que se escribe el dato de forma fiable en la memoria. Es lo que se denomina tiempo de escritura.

CLASES DE MEMORIA

Las memorias se clasifican basándose en varios parámetros. El tiempo de acceso divide a las memorias en dos clases :memorias de acceso aleatorio, comentado anteriormente, y memorias de acceso secuencial en el caso de que el tiempo de acceso varíe de una forma significativa dependiendo del orden en que se aplican las

direcciones. Las memorias que tienen registros de desplazamiento son un ejemplo de acceso secuencial.

Basadas en sus tiempos de escritura y en la facilidad con que pueden ser escritas, las memorias de acceso aleatorio se clasifican en memorias de sólo lectura, memorias de lectura preferente y memorias de lectura / escritura.

En las memorias de sólo lectura su contenido se especifica sólo una vez. Son las ROMs. Una vez que se han escrito durante su fabricación, el tiempo de escritura de la ROM se considera infinito ya que no pueden volver a ser escritas. El programa de control en la mayoría de los sistemas con microprocesador va en ROM.

Una variante de la ROM es la PROM, memoria de sólo lectura programable. Pueden ser escritas una vez. Todos sus bits van fijos al nivel 1 ó 0. Utilizando un programador de PROM los valores de bits opuestos pueden ser programados. Ya no se podrán alterar posteriormente.

Las memorias que pueden ser escritas más de una vez y tienen tiempos de escritura cortos son las memorias de lectura/escritura, RWMS (aunque el término empleado generalmente es RAM). Pueden ser de operación estática ó dinámica. Las dinámicas tienen celdas que son refrescadas, es decir, leídas ó escritas periódicamente, si no su contenido se pierde.

Existe un tipo de memoria que se encuentra entre las ROMs y las RWMs. Son las memorias de lectura preferente e incluyen a las EPROMs, memorias de sólo lectura borrables y programables y las EAROMs, memorias de sólo lectura alterables electricamente. Pueden ser escritas más de una vez. La diferencia está en que tienen un tiempo más largo de escritura. Para las EPROMs se necesita que la memoria se retire del sistema para borrarla.

De la misma forma que las ROMs no son volátiles, pero son reutilizables. No volátil quiere decir que no se pierde el contenido de la memoria cuando falla la alimentación.

IMPORTANCIA DE LA TECNOLOGIA CMOS

IMPORTANCIA DE LA TECNOLOGIA CMOS

Comentadas ya las razones ,en el prólogo,de la importancia del mínimo consumo en el equipo surge la pregunta de que tecnología aplicar.La que cumple mejor es ,sin duda,actualmente CMOS.De ahí su importancia y la razón de lo que supone esta tecnología y lo que ofrece actualmente.

Haré una breve introducción de las familias MOS en general,para pasar seguidamente a la CMOS.

No se pretende describir el funcionamiento a nivel de puertas ni entrar en detalle sobre la tecnología pues ya hay suficiente bibliografía para este estudio;sí,en cambio,ver las ventajas que ofrece.

FAMILIAS MOS:NUEVAS TECNOLOGIAS

El gran desarrollo de los circuitos integrados digitales se debió ,en gran manera ,a la utilización de dispositivos MOS que permitieron obtener circuitos cada vez más complejos,más fiables e inmunes al ruido.

Los transistores de efecto campo ó FET ,se clasifican de acuerdo con el siguiente esquema:

a)Fet de unión (JFET):canal N y canal P.

b)Fet de puerta aislada (IGFET):

b1)Empobrecimiento ó depleción:canal N y canal P.

b2)Enriquecimiento ó acumulación:canal N y canal P.

En el caso de los IGFET de enriquecimiento ó acumulación ,que habitualmente se denominan MOS,para una tensión de puerta (gate), $V_g,0$ no existe circulación de corriente de drenador I_d .Esta es la razón de que sean utilizados preferentemente.

Las familias MOS (PMOS,NMOS,CMOS) se basan en el empleo de transistores MOS,canal N,canal P y complementarios P y N.

Como ya se conoce existen dos tipos de transistores MOS que se diferencian en el tipo de sustrato elegido P ó N.Cuando el sustrato es de tipo N,la corriente entre fuente y drenador es posible por la formación de un canal de tipo P,por lo que se le denomina MOS de canal P ó PMOS.De igual modo cuando el sustrato es de tipo P(el canal sera de tipo N) el transistor se denomina MOS de canal N ó NMOS.

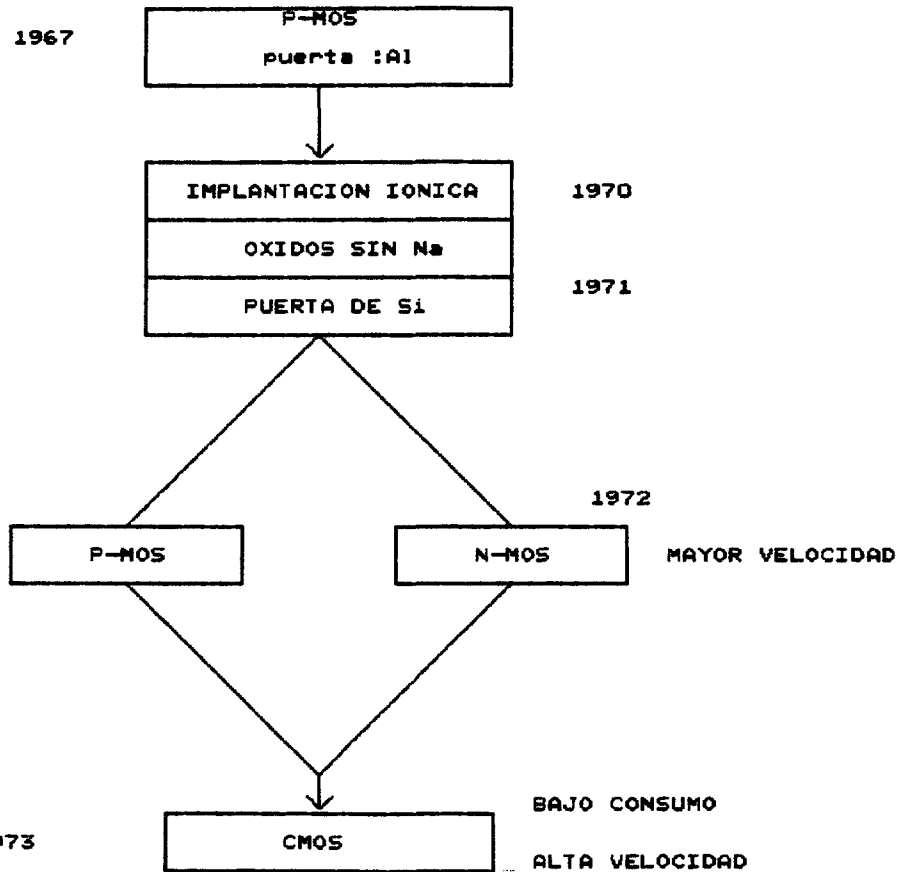
El principio de funcionamiento se basa en la creación de un campo eléctrico en la zona de difusiones,que da

lugar a la formación de un canal con una mayoría de portadores iguales a los de las difusiones, permitiendo, por tanto, la circulación de corriente entre ambas zonas de difusión.

En cuanto a CMOS, es la subfamilia más importante de todas las MOS, su principio tecnológico se basa en la combinación paralelo de transistores de canal P y canal N. CMOS fue propuesta por RCA en 1968 bajo la denominación de COS/MOS (Complementary Symmetry Metal Oxide Semiconductor).

Además, la tecnología ha creado nuevas posibilidades como la utilización de la implantación iónica, el uso de Si en lugar de Al para formar la puerta sobre el SiO₂. También, la deposición de láminas monocristalinas sobre un aislante (espinel ó zafiro) en las que se fabrican MOS con capacidades parásitas muy reducidas (SOS-MOS). Y, por último, el almacenamiento programable de carga en el dieléctrico debajo de la puerta, constituyendo una memoria, así como el uso de múltiples dieléctricos sobre el canal y la obtención de estructuras sin uniones p-n, funcionando como dispositivos por transferencia ó acoplo de carga (CCD).

La característica común es la alta densidad de integración que hace ideales a los MOS para circuitos LSI. Esto implica una reducción del tamaño de los sistemas digitales.



RESUMEN DE TECNOLOGIAS MOS

CARACTERISTICAS DE LA FAMILIA CMOS

El diseño de los circuitos integrados por parte del fabricante está encaminado a conseguir las características más apropiadas para una amplia gama de aplicaciones. Para conseguir este objetivo, el fabricante precisa conocer perfectamente la física de los semiconductores, técnicas de circuitos, modelos, etc, así como disponer de una tecnología apropiada. Todos los dispositivos ó circuitos integrados que siguen el mismo principio ó línea técnica constituyen lo que se denomina FAMILIA LOGICA. No es posible conseguir todas las características como bajo precio, inmunidad al ruido, rapidez, bajo consumo, etc en un sólo tipo de C.I., sino que cada tipo ó familia lógica posee unas ventajas y unos inconvenientes.

La familia CMOS intenta aproximarse a estas características ideales.

a) Disipación de potencia: CMOS disipa baja potencia. La puerta básica en CMOS es un inversor formado por dos transistores , uno de canal P y otro de canal N, montados en serie.

La característica más importante del circuito es que ambos transistores no conducen simultáneamente. Mientras uno conduce, el otro está cortado. Esto implica que la potencia consumida es muy pequeña. Aquí precisamente

radica la ventaja fundamental de CMOS ,en su reducida potencia,que ,a pesar de restar en cierto modo velocidad,la hace muy útil en aplicaciones en donde la velocidad no sea excesivamente importante.

La potencia disipada estática es de 10nW por puerta,debido a que las corrientes de fuga son inferiores a 1microA.La potencia dinámica depende de la tensión de alimentación,la frecuencia y la carga de entrada ,normalmente, a 1MHz con una carga de 50pF es menos de 10microW.

$$Pd=C1*(Vdd^2)*f$$

b)Inmunidad al ruido:es otra de las grandes ventajas de CMOS.En los sistemas digitales se entiende por ruido a toda perturbación indeseable que puede causar un cambio de nivel de la señal de salida.El valor típico de la inmunidad al ruido en CMOS es del orden de 0.45Vcc.Esto significa que si una entrada no deseada(ruido) de valor 0.45Vcc ó menos se presenta ,no se va a propagar por el sistema como un nivel lógico erróneo.No supone que el ruido no aparezca a la salida del primer circuito del sistema ,pero se irá atenuando por cada una de las etapas hasta que al final desaparezca.En resumen,no cambiará el nivel lógico que la señal deba tener.

Dentro de este apartado podemos destacar también el margen de ruido.Se define como la variacion de tensión admisible a la entrada de un elemento lógico(de duración

superior al tiempo de propagación del elemento) sin que la salida del mismo cambie de estado. National garantiza que sus circuitos CMOS tienen 1V DC de margen de ruido. Es simplemente una variación de espectro de la inmunidad al ruido en la que sólo se tienen en cuenta un conjunto específico de tensiones de entrada y salida que han sido seleccionadas y garantizadas.

c) Retardo de propagación: es el tiempo que transcurre entre la presentación de una señal a la entrada y la aparición de la salida correspondiente. Dependiendo de la tensión de alimentación, el retardo típico de una puerta está en el orden de 25 a 50 ns. Por último, los tiempos de subida y bajada son de un 20 a un 40% más grandes que el retardo.

Logicamente, la velocidad del sistema puede ser mejorada aumentando la tensión de alimentación, pero también aumentaremos la disipación de potencia.

Si tenemos en cuenta este conjunto de características así como la utilidad para aplicaciones de batería de bajo consumo que posee CMOS la pregunta es porque no se diseña más con CMOS. Y la respuesta es el coste.

Actualmente CMOS es más caro que TTL. Las fuentes de alimentación en sistemas CMOS serán más baratas desde que puedan ser hechas más pequeñas y con menos regulación, debido al amplio margen de tensión de

alimentación que posee. A causa de las corrientes más bajas el sistema de distribución de las tensiones de alimentación será más simple y, en consecuencia, más barato. Ventilaciones y otras consideraciones de refrigeración no serán tan necesarias debido a la baja disipación. Debido a los mayores tiempos de subida y bajada la transmisión de señales digitales llegará a ser más simple haciendo técnicas de transmisión menos caras.

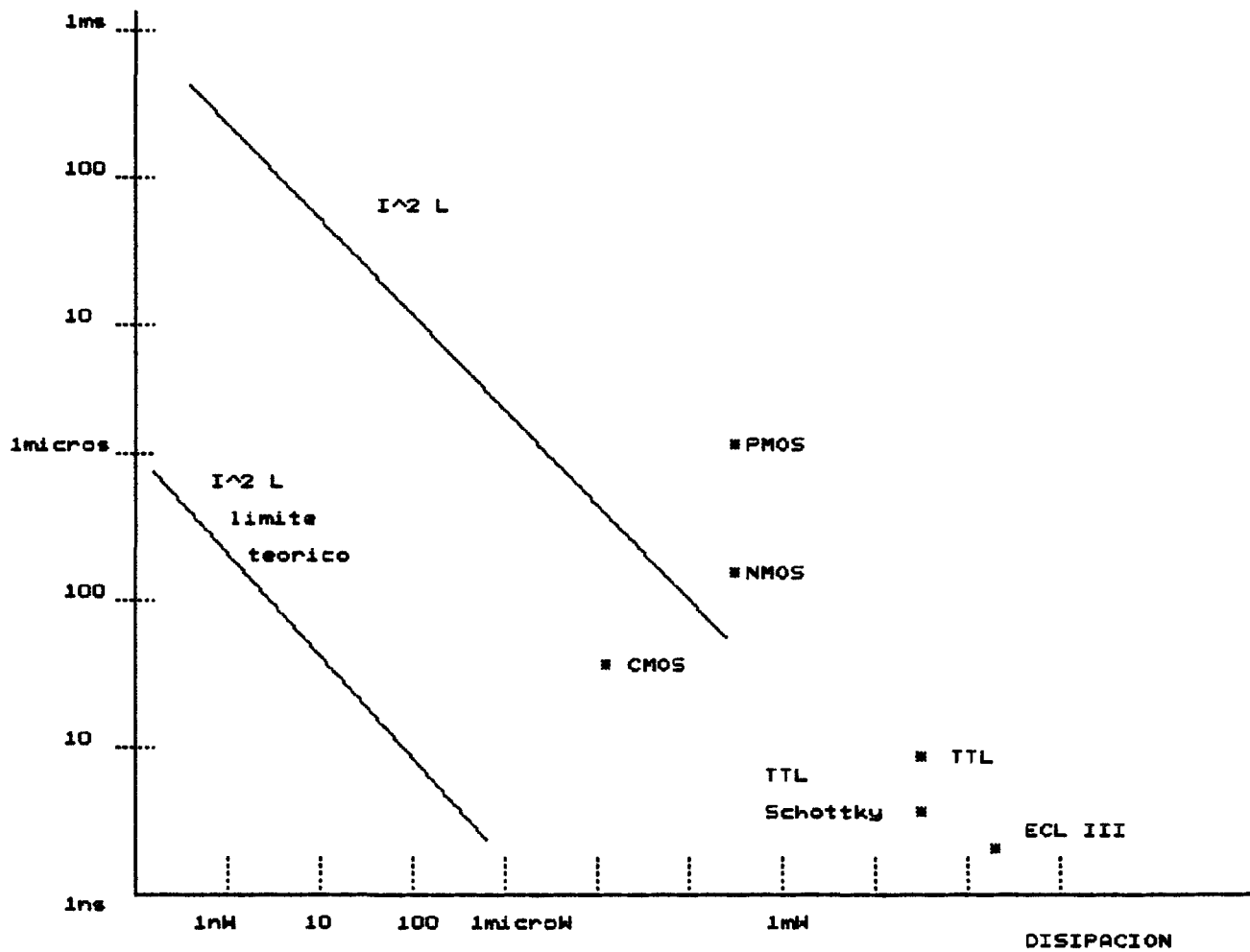
National ha cosntruido dos líneas de CMOS. La primera es la serie CD4000a. La segunda es la serie 54C/74C que es la standard.

La línea 54C/74C consiste en partes que son equivalentes a una tan popular como la 7400 ttl. Esta línea es un 50% más rápida que la serie 4000A. Además tiene dos rangos de temperatura disponibles:

a) 54C: -55C a +125C.

b) 74C: -40C a +85C.

PERIODO DE ALTOBARRAJA



GRAFICAS COMPARATIVAS DE DIVERSAS TECNOLOGIAS

PARAMETROS	DTL	HTL	TTL	ECLIII	P-MOS	C-MOS
POTENCIA DISIPADA (mW)	12	55	22	55	0.2-10	0.01
TENSION DE ALIMENTACION (V)	5	15	5	-5.2	-13	4.5-16
RUIDO GENERADO	medio	medio	alto	medio	medio	bajo medio
INMUNIDAD AL RUIDO	buena	excele.	m.buena	buena	nominal	m.buena
RETARDO DE PROPAGACION (ns)	30	90	6	1	300	70
FRECUENCIA DE RELOJ (MHz)	12-30	4	30-60	400	2	5
COSTE POR FUNCION	bajo	medio	medio	alto	medio alto	medio alto
MARGEN DE TEMPERATURA (C)	←	-55 -125	→	0-75	-55-125	-55-125
FAN-OUT	8	10	10	10	20	>50

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALGUNAS TECNOLOGIAS

BATERIAS : PILAS Y ACUMULADORES

INTRODUCCION

Aunque en la memoria siempre se ha utilizado el término batería es más específico el de acumulador , ya que éste es una batería recargable.Mientras que la pila está concebida para un solo ciclo de descarga.

Realmente los dos son baterías ya que ambos transforman energía química en energía eléctrica.

En la última década ha habido una auténtica invasión de nuevos tipos de baterías de distintos tamaños, formas, tensiones nominales y prestaciones.Una de las mayores causas ha sido la progresiva miniaturización y consecuente disminución de consumo de los equipos electrónicos que forman parte de la vida diaria.

Una familia media en la actualidad puede tener 4 ó 5 tipos diferentes de pilas; si poseen una cámara fotográfica (pila de mercurio), con flash (alcalinas), algún reloj digital (mercurio, óxido de plata), una calculadora (acumulador níquel-cadmio).

Puede llamar la atención el alto precio de estos nuevos tipos de pilas.Sin embargo, si se piensa que una pila de litio, por ejemplo, dura veinte veces más que una pila Leclanche clásica y además no tiene prácticamente

autodescargas ni posibilidad de fugas, se comprende que su mayor precio se ve compensado y superado por sus prestaciones.

Pero las baterías tienen que ver con más campos además de la electrónica. Se piensa en aplicaciones como su utilización en tracción (automóviles eléctricos), control cíclico de la demanda eléctrica, acumulación de energía procedente de fuentes alternativas (solar, eólica) ó transformación directa de combustibles en energía eléctrica (pilas de combustible).

Está claro que se prevee un aumento y diversificación de la oferta de baterías espectaculares.

PILAS:FUNDAMENTO TEORICO

Cuando se introduce una barra de metal en agua ó una disolución salina, una muy pequeña cantidad de átomos del metal pasan a la disolución en forma de iones, quedando cargado el metal negativamente. El tránsito de iones se detiene negativamente al formarse una doble capa eléctrica que contrarresta la tendencia a la disolución.

Distintos metales alcanzan distintos puntos de equilibrio, quedando, por tanto, cargados mas ó menos negativamente.

Si conectamos electricamente dos barras de metales

distintos habrá un tránsito de electrones de la barra más negativa a la más positiva. De nuevo el proceso se detiene casi al instante alcanzando un nuevo punto de equilibrio cuando la carga de las barras se compensa con la polarización de los electrodos respecto a sus disoluciones.

El resultado es un pequeño pulso eléctrico que hemos podido descubrir al tocar con un cuerpo metálico (un tenedor, la envoltura de una chocolatina) una muela empastada.

Para conseguir un funcionamiento continuo del sistema tendremos que despolarizarlo. Esto se consigue permitiendo el tránsito de iones de una ó otra disolución. Sin embargo el tránsito no puede ser indiscriminado ya que la presencia de iones de la barra que hace de electrodo positivo sobre la barra negativa produciría una reacción de oxidación-reducción interna que destruiría la pila.

Para evitar que las disoluciones se mezclen y permitir un paso preferencial de iones (negativos hacia el polo negativo y positivos en sentido contrario), la conexión se realiza por medio de un puente salino obstruido con un separador (un trozo de algodón) que permita el paso de iones pero dificulte la mezcla de disoluciones.

Por tanto, el puente salino cierra el circuito siendo

la conducción eléctrica de tipo electrónico en la parte externa y de tipo iónico en el electrolito.

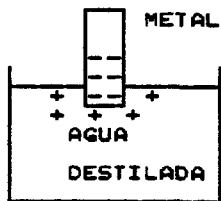
Durante el funcionamiento, la barra negativa va pasando a la disolución en forma de iones en tanto que los iones del electrodo positivo se van recolectando sobre sí mismo.

La duración de la pila estará limitada por la destrucción (disolución) de la barra negativa ó el agotamiento de los iones de la positiva.

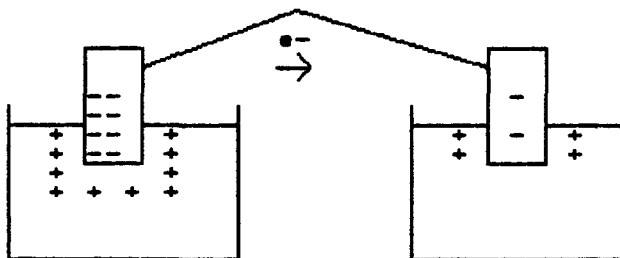
Si se aplica una tensión en bornes opuesta a la del sistema y ligeramente superior a la misma, la reacción transcurre en sentido contrario ó dicho de otro modo la batería se recarga.

La reversibilidad es así una característica común a la casi totalidad de los sistemas electroquímicos, pudiendo en principio ejecutar cualquiera de ellos ciclos de carga y descarga sucesivos.

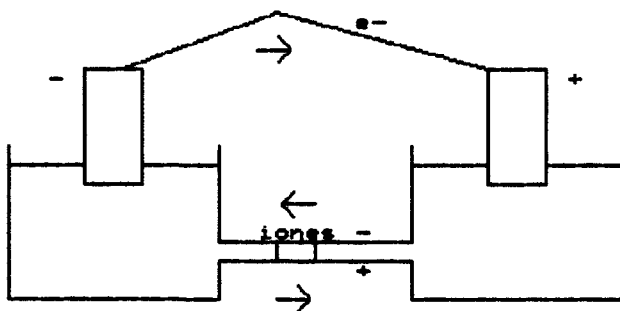
La diferencia entre la pila y el acumulador procede de la posibilidad práctica de recarga.No es una diferencia teórica.



Algunos atomos del metal pasan a la disolucion en forma de iones .
 El metal queda cargado negativamente .



Pasan electrones de la barra mas negativa a la mas positiva .
 Equilibrio: cuando la carga de las barras se compensa con la
 polarizacion de los electrodos respecto a sus disoluciones .



Despolarizacion del sistema --> Funcionamiento continuo
 El puente salino obstruido con un separador permite
 el paso de iones pero impide la mezcla de disoluciones .

La barra negativa va pasando a la disolucion en forma de iones
 en tanto que los iones del electrodo positivo se van recolectando sobre el mismo .

CARACTERISTICAS DE LAS PILAS

1) Curva de descarga: es la representación tensión - tiempo durante la descarga de una pila. Es uno de los factores más importantes que caracterizan a ésta. Depende, entre otros del régimen de descarga, de si ésta es continua ó por etapas, y de la temperatura.

Idealmente, la curva de descarga debería ser plana y constante hasta el agotamiento de la pila.

2) Densidad de energía: tiene gran importancia en bastantes aplicaciones. La densidad de energía se expresa en forma de energía por unidad de volumen ó energía por unidad de peso (W hora/litro ó W h/kg), debido a que existen aplicaciones en las que el factor crítico es el peso de la batería (cápsulas espaciales) y en otras es importante un volumen mínimo (marcapasos, relojes digitales)

c) Vida de almacenamiento, autodescarga: las pilas experimentan una pérdida de capacidad que puede llegar al agotamiento sin conectarse.

La vida de almacenamiento de las pilas es muy variada y resulta importante en dos aspectos : la comercialización y la utilización en sistemas de uso esporádico (alarmas, equipos de emergencia).

En general, al margen del sistema que se trate, la autodescarga depende de una serie de condiciones ambientales, principalmente la temperatura y la humedad.

d) Temperatura de trabajo: la mayor parte de las pilas están diseñadas para trabajar una temperatura ambiente de 20-25°C.

La temperatura afecta a la vida de almacenamiento y a la curva de descarga. A temperaturas altas aumenta la autodescarga, se pueden producir pérdidas de humedad en el electrolito y corrosión de electrodos y, en último término, la destrucción de la pila.

A temperaturas bajas disminuye la capacidad total de la pila y va aumentando su resistencia interna hasta un punto en que se detecta un aumento brusco de ésta.

Además, hay otra serie de características que son comunes a todas las pilas comerciales:

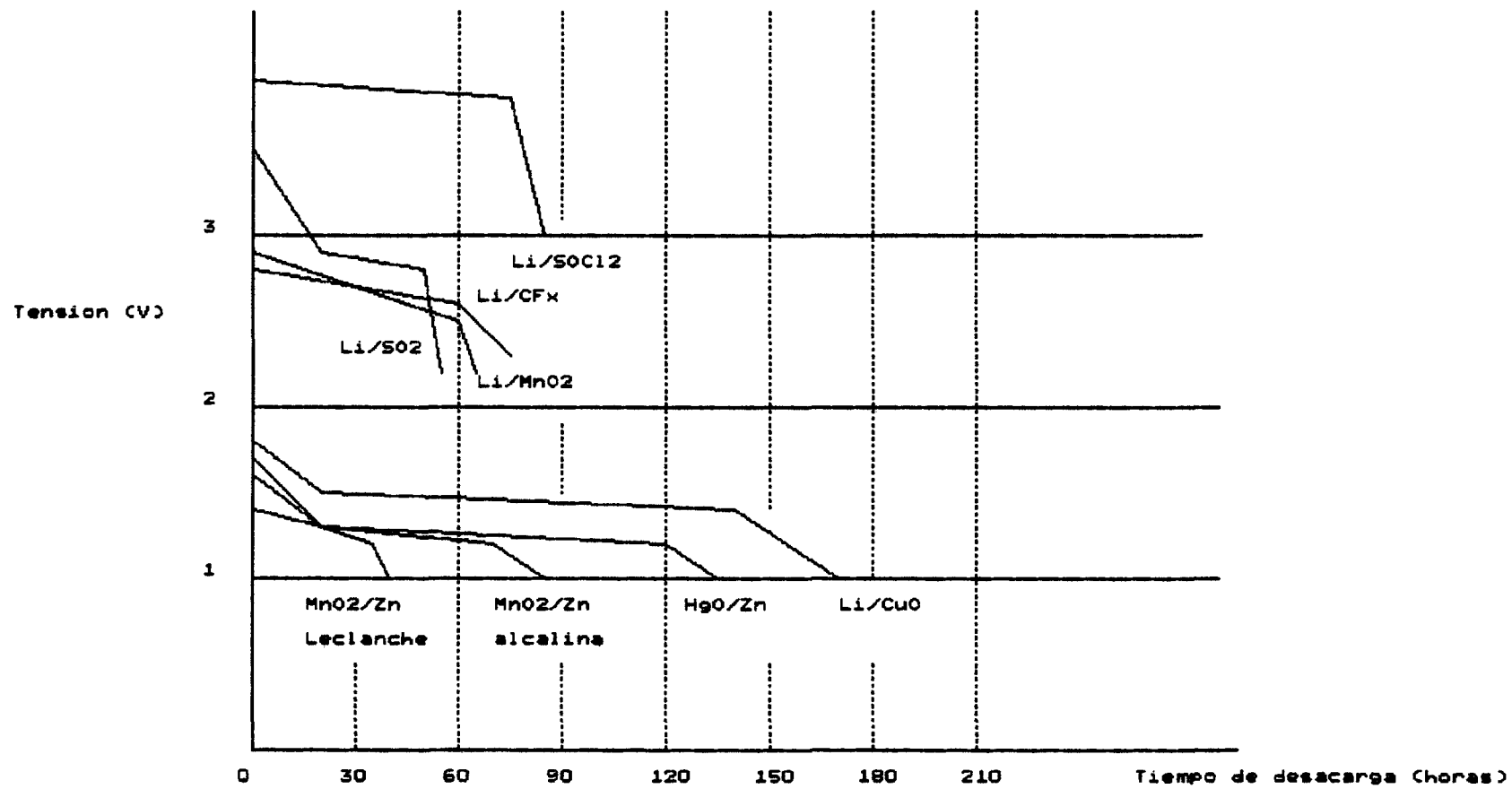
1) Se utilizan electrolitos formando una pasta. El término "pila seca" es incorrecto si se aplica a la gran mayoría de los sistemas ya que éstos si llevan líquido en mayor ó menor cantidad. Es correcto si se aplica a aquellas de electrolito sólido, las realmente secas.

2) Ausencia del puente salino, responsable de la mayor parte de la resistencia interna de la batería. Se

sustituye por una membrana separadora, más ó menos porosa y ,si se puede se elimina.Esto es posible cuando se utilizan reactantes y productos sólidos ya que desaparece el peligro de cortocircuito interno.Con esto se consigue disminuir en gran parte la resistencia interna.

3)Se utiliza un electrolito común único;alta concentración iónica del electrolito para reducir su resistencia interna y elevada superficie de los electrodos para disminuir la densidad de corriente y facilitar la no polarización del sistema.

Entre las diversas pilas comerciales se encuentran la pila Leclanche, la alcalina, la de mercurio y la de óxido de plata.Se adjuntará una tabla de las características generales de las pilas y acumuladores comerciales.



Curvas de descarga de varios sistemas comerciales primarios

ACUMULADORES

En general, un acumulador es una batería que ,tras su agotamiento en descarga,puede ser regenerada a su estado inicial por el paso de una corriente de carga.

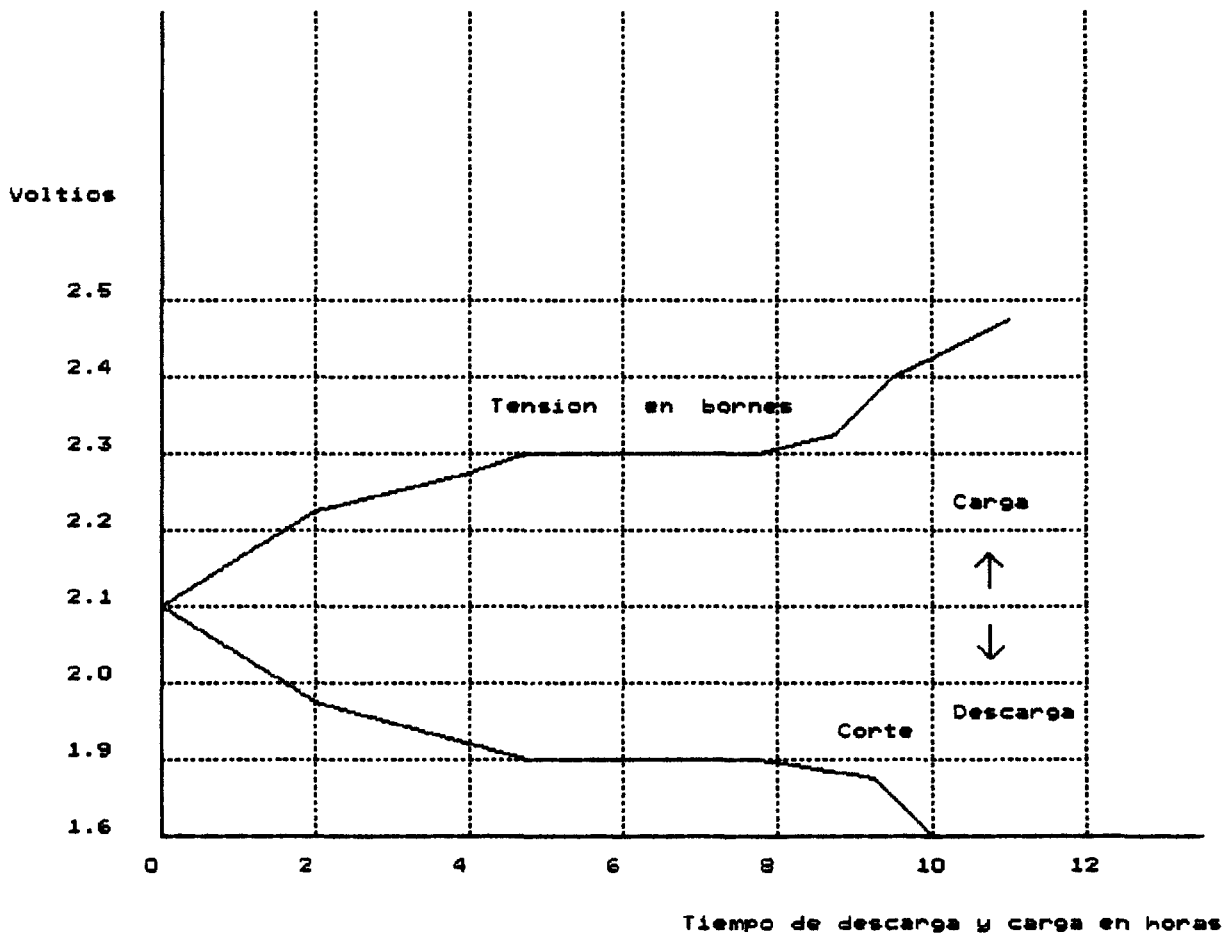
Esta condición exige la reversibilidad lo más perfecta posible de todas las reacciones electroquímicas implicadas en el ciclo de descarga ,para poder "desandar el camino" durante la carga.

Un acumulador comercial es una unidad diseñada específicamente para admitir ciclos periodicos de carga y descarga.

En realidad ,tanto las pilas como los acumuladores son recargables en la práctica.La diferencia es cuantitativa y no cualitativa.Pues mientras una pila es recargable un corto número de veces y su capacidad de recarga alcanza el 60-80 % ,un acumulador admite al menos 150 ciclos de carga y algunas veces más de 1000.

CARACTERISTICAS DE LOS ACUMULADORES:

a)Curvas de carga-descarga:las curvas de descarga de los acumuladores son en todo semejantes y tienen el mismo significado que las de las pilas.Se suele sobreponer sobre su curva de descarga la correspondiente de carga.



Curvas de carga y descarga de un acumulador

Es bastante frecuente expresar las curvas de descarga en forma de fracción de su capacidad. Hay dos razones para ello: la primera es que la curva varía con el régimen de descarga. La segunda es que una medida en fracciones de capacidad nos da directamente el tiempo de utilización ó el tiempo necesario para la recarga del sistema.

Por ejemplo, una curva de recarga C/10 significa que un acumulador totalmente cargado se descargara con esa intensidad de corriente durante diez horas.

Si se expresa la capacidad del acumulador en amperios-hora, como es normal, dicha curva aplicada a un acumulador de 40Ah, por ejemplo, implica una intensidad de 4 A.

b) Vida útil: se relaciona en principio con el número de ciclos de carga-descarga que tolera sin deteriorarse apreciablemente.

En condiciones normales, los acumuladores más comunes (plomo ácido, níquel-cadmio) toleran por encima de 1500 ciclos, con una vida de 5-10 años en el caso de la batería de plomo y de 10-20 en la de níquel-cadmio.

Las "mejores" formas de acortar la vida útil de un acumulador son:

-Someterlo a cargas ó descargas violentas y repetidas.

-Descargarlo hasta el agotamiento.

-Trabajar a temperaturas extremas.

-Impurificar el agua que se añade en el caso de los acumuladores con mantenimiento.

c) Resistencia interna :es , salvo casos especiales, bastante reducida. Merece destacarse la resistencia de los acumuladores de alta potencia como los utilizados en los automóviles. Nunca superan unos pocos ohmios y en ocasiones son inferiores a 1 ohmio.

Las dos causas principales de la resistencia de una batería comercial son el separador y la consistencia pastosa del propio electrolito, prácticamente imprescindible si se desea construir una batería portátil. En el caso del acumulador anterior se eliminan ambas causas.

d) Autodescarga: es una cualidad menos cuidada en los acumuladores que en las pilas. Esto es debido a su posibilidad de carga. Al igual que en otros casos, la autodescarga de un determinado sistema puede depender de multitud de factores relacionados con su "historia".

Un acumulador ya recargado puede presentar mayor ó menor autodescarga según el tipo de carga a que ha sido sometido.

ACUMULADOR DE NIQUEL-CADMIO

Será el utilizado en el Registro Lógico de Datos. Está desplazando al acumulador de níquel-hierro creado por Edison. El acumulador de níquel-cadmio es superior al de plomo en muchos aspectos: autodescarga, corrosión, vida útil, gama de temperaturas de funcionamiento, tolerancia a altos regímenes, etc.

Su vida útil de funcionamiento normal puede superar los 15 años. Su implantación en automóviles está restringida por dos motivos. El primero, su precio, que puede ser de 5 a 10 veces mayor que el de una batería de plomo equivalente. No es en realidad una causa determinante, ya que el valor añadido por el acumulador al precio de un automóvil no es muy significativo.

El segundo factor, su peso y volumen ocupado (de 3 a 5 veces mayor) tiene más importancia. Además, resulta un poco absurdo instalar un acumulador cuya vida útil va a ser muy superior a la del propio automóvil.

Los acumuladores de níquel-cadmio, de bolsillo, sin mantenimiento y con electrolito pastoso (como es en este caso) son serios competidores de las pilas.

Su mayor precio inicial queda amortizado muy pronto en aparatos de uso frecuente ó de alto consumo.

Actualmente se comercializan acumuladores (llamados popularmente "nicads") de los tamaños más usuales de pilas de bolsillo con la pretensión de sustituirlas.

Un problema al que se enfrentan es su baja tensión, 1.2 V, que no es tolerado por muchos aparatos diseñados para funcionar con pilas de 1.5V. Poseen buenas características en comparación con las pilas más comunes, destacando una curva de descarga muy plana en un 90%.

FUTURO DE LOS ACUMULADORES

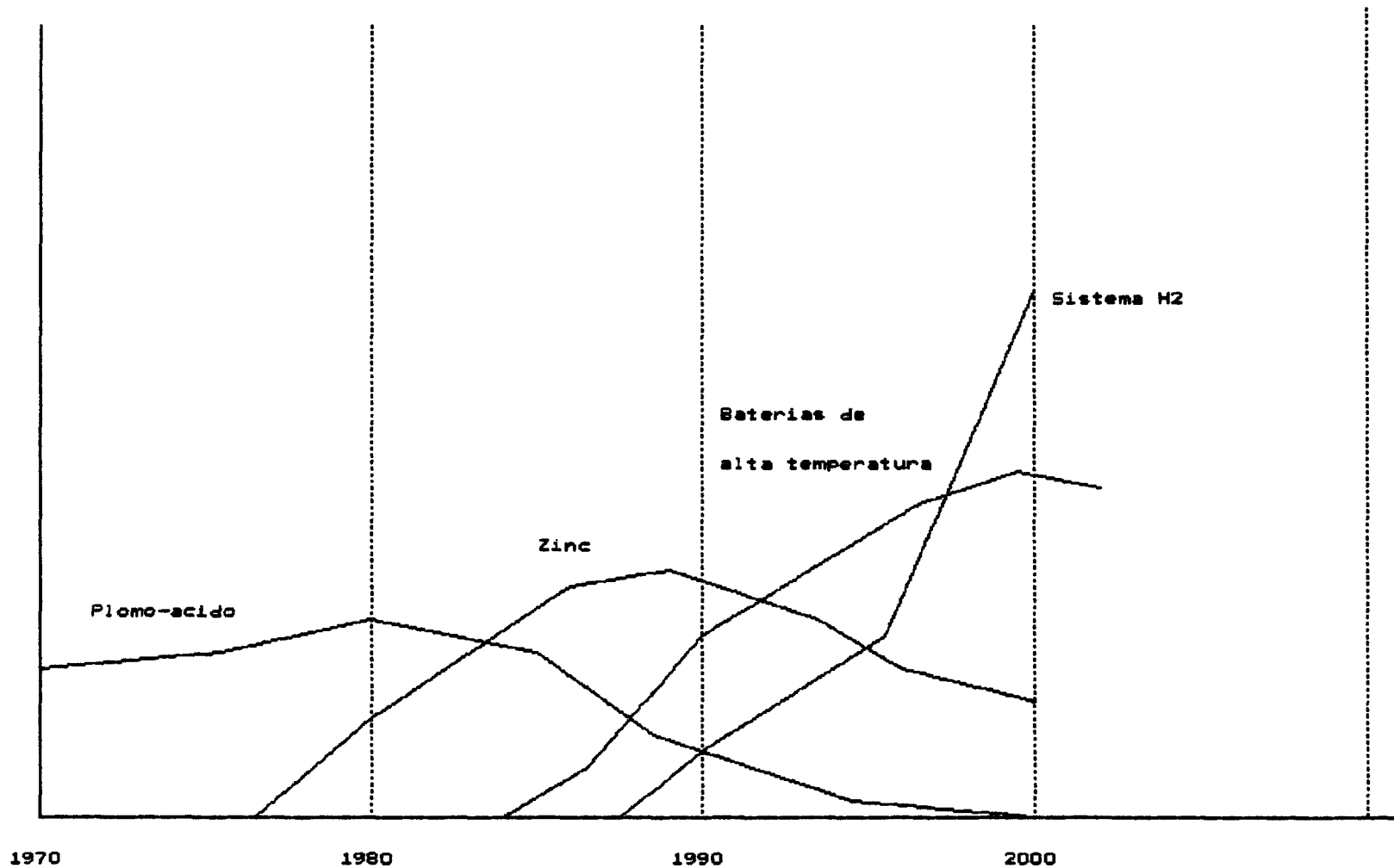
El tema es muy amplio y el número de sistemas en estudio tan grande que hacer cualquier predicción concreta a largo plazo puede resultar incierta.

Sin embargo, hay una serie de tendencias y son:

1) Popularización de los vehículos eléctricos a medio plazo mediante los acumuladores cinc-aire o cinc-cloro, sin olvidar a los acumuladores clásicos (de plomo, etc).

2) Otros campos son el almacenamiento de energía de fuentes alternativas, producción descentralizada de electricidad y control de picos de demanda.

Que se acaben imponiendo depende no sólo del desarrollo de los sistemas en sí, sino de las necesidades creadas por la crisis energética.



Prevision de uso hasta el 2000

UTILIZACION DE BATERIAS CON CMOS

BATERIAS DE APOYO PARA LOS CI's CMOS

Los circuitos integrados lógicos CMOS, en contraste con otras familias lógicas pueden ser fácilmente dotados con una batería de apoyo. Normalmente, esta batería lo protegerá de fallos en su fuente de alimentación normal.

Dos de las razones fundamentales que nos permiten utilizar dichas baterías son, por un lado, el consumo extremadamente bajo en potencia de la circuitería CMOS. Las corrientes de reposo típicas están en la zona de los pocos nA en comparación de los 2mA para los circuitos integrados LSTTL. Además está el hecho de que los circuitos integrados CMOS trabajan comodamente con unas tensiones de alimentación más bajas que su tensión de alimentación nominal (por ejemplo hasta 2V comparados con una tensión mínima de 4,75V para LSTTL). Excepto en una reducción en la velocidad, una tensión de alimentación menor no causa ningún inconveniente para su correcto funcionamiento (en términos generales y régimen de bajo consumo).

Para largos periodos de funcionamiento con batería hay unas normas que se deben seguir. Si se llevan a cabo harán mínimo el consumo de potencia y asegurarán la máxima vida de la batería.

CONSUMO MINIMO EN SISTEMAS CON BATERIA DE APOYO

- 1) No utilizar circuitería no CMOS.

Esto incluye a los microprocesadores y memorias. De otra manera no se podrá evitar el mayor consumo de potencia.

Los circuitos no CMOS consumen una corriente de alimentación en reposo, que a menudo es demasiado alta para funcionar con batería.

Aunque se pueda dotar a las secciones no CMOS con la capacidad de funcionar con un consumo reducido, por tanto más lentamente, ó en modo completamente inactivo con alimentación suprimida, únicamente para retención de datos, en ambos casos el funcionamiento de las secciones con batería de apoyo, sufrirán en el caso de un fallo en la alimentación. Con toda la circuitería CMOS no se tendrá en absoluto ninguno de estos problemas.

2) Intentar el funcionamiento en baja frecuencia.

El funcionamiento en baja frecuencia y la conmutación de los circuitos integrados lógicos al estado inactivo si no se necesita su funcionamiento, redundará en un menor consumo de potencia.

En los sistemas CMOS la disipación de potencia dinámica (PD) es una de las mayores fuentes de pérdida de potencia (el consumo estático de corriente de alimentación, debido a los circuitos CMOS, es casi inapreciable. Se demuestra que la potencia dinámica depende directamente

de la frecuencia, de ahí la importancia de mantener la frecuencia de funcionamiento tan baja como sea posible.

$$P_d = C \cdot V_{cc}^2 \cdot F$$

Se pueden añadir multiplexores para lograr reducir el consumo total de potencia.

Los multiplexores dirigen el flujo de bits de información únicamente a las secciones a las que se necesita, y permiten conmutar a los circuitos que no se usan al estado inactivo, en el que disipan una corriente inapreciable.

3) Emplear condensadores de bajo valor para minimizar las pérdidas de carga.

La disipación de potencia dinámica, es proporcional también a la capacidad de carga. Los valores altos de capacidad aumentan las pérdidas de energía y también los tiempos de transición, y por lo tanto, el tiempo que las entradas pasan por la región lineal.

4) Procurar que las transiciones sean rápidas.

Mientras más tiempo se mantiene el nivel de tensión de una onda de entrada en la región lógica indefinida de los transistores MOS (la región lineal), mayor tiempo permanecen conduciendo los transistores de entrada de canal N- y P-, y mayor es la disipación de potencia.

5) Emplear la tensión de alimentación mínima necesitada.

La disipación de potencia dinámica es proporcional también al cuadrado de la tensión de alimentación. Para la sección alimentada por la batería es esencial mantener la tensión de alimentación tan baja como sea posible.

Existe una norma que reconoce la necesidad de mantener la compatibilidad con la circuitería TTL de 5V. Se estableció para permitir el futuro escalado hacia abajo de las reglas de diseño sin los problemas causados por las tensiones de los grandes campos eléctricos que ocurrirían si la tensión permaneciera en 5V.

Las tensiones recomendadas son 3.3V +/- 0.3V para la tensión normal de alimentación y 2.8V +/- 0.8 para el funcionamiento con baterías de baja tensión (ideales para CMOS). Sin embargo, hay que hacer frente a las fluctuaciones de tensión de +/- 30% para los sistemas alimentados por batería. Estos proporcionan un límite inferior de 2V que cubre los niveles de dos células conectadas en serie de níquel-cadmio.

6) Desactivar los microprocesadores y memorias cuando no se usen.

Además de desactivar los microprocesadores y memorias, se deben conmutar los circuitos lógicos a su estado

inactivo cuando no se necesite su funcionamiento. Habrá que idear algún medio para quedarse a la espera (stand-by) controlado por programa, ó circuitería, para obtener un ahorro de potencia cuando se necesite un funcionamiento con batería.

Los sistemas ,generalmente, pasan la mayor parte del tiempo esperando a que ocurran sucesos externos, ó que pasen intervalos de tiempo determinados. Por lo tanto, al diseñar el programa se puede sacar mucho partido de esto.

También es cierto que las memorias pasan la mayor parte de su tiempo en modo de reposo, de forma que se deberían usar circuitos integrados de memoria que consuman la mínima potencia en este modo. Los CMOS son ideales para esto.

ELECCION DE LA BATERIA

Dependiendo de la aplicación se pueden poner las baterías de apoyo con baterías recargables ó bien con baterías no recargables:

1)Baterías recargables: se deben usar baterías recargables en aquellas aplicaciones donde las interrupciones en la alimentación puedan ser frecuentes y de bastante larga duración. En este caso, la mejor elección son las baterías de níquel-cadmio. Se encuentran disponibles en varios tamaños.

Las baterías de níquel-cadmio presentan muy pocos problemas de uso, y si se las trata bien deben tener una vida larga y recargable. Se puede esperar una tensión de trabajo nominal de 1.25V por célula, y una tensión mínima de 1V por célula.

La alternativa a la batería de níquel-cadmio es la batería sellada de plomo-ácido, con una tensión nominal de 2V y un límite inferior de 1.8V. Al igual que la batería de níquel-cadmio no requiere mantenimiento, siendo su velocidad de autodescarga más baja que la de aquella.

2) Baterías no recargables: para aquellas aplicaciones en las que las interrupciones en la alimentación sean escasas y cortas. Se pueden elegir entre las siguientes: Leclanche, alcalinas, cinc-mercurio, cinc-plata, litio.

SOLUCION ADOPTADA

SOLUCION ADOPTADA

En este apartado se tratará el diseño software y hardware del Registro Lógico de Datos implementado, así como la conexión a un PC.

Se hará un estudio detallado de los componentes más importantes del equipo, especificando como se han utilizado en este caso.

Se comenzará precisamente por ahí. Aunque la descripción de los componentes tiene más relación 'a priori' con el aspecto hardware, en la descripción software aparecen variables referentes a éstos. Para una mejor comprensión se empieza por ahí.

RELOJ MM58167A

DESCRIPCION GENERAL

El MM58167A es un circuito CMOS que funciona como un reloj en tiempo real orientado a sistemas basados en microprocesadores. Incluye un contador de tiempo real direccionable, 56 bits de RAM, y dos salidas de interrupciones. Sus características de bajo consumo (típicamente 4.5 microamperios a 3V), estructura de interrupciones flexible (repetitiva y de alarma) así como su velocidad interna de 1Khz hacen que sea utilizado en ordenadores personales, procesos de control, seguridad y adquisición de datos (como en este caso).

CARACTERISTICAS

1)Compatible con microprocesador (bus de datos de 8 bits).

2)Calendario desde milisegundos hasta meses.

3)56 bits de RAM (para comparar ó almacenar información).

4)2 salidas de interrupciones con 8 señales de interrupción posibles.

5)Una entrada POWER DOWN que deshabilita todas las

entradas y salidas excepto para una de las interrupciones (STANDBY INTERRUPT).

6)Bit de Status que indica desbordamiento durante una lectura.

7)Calendario de 4 años,no de año bisiesto.

8)Reloj de 24 horas

DESCRIPCION FUNCIONAL

a)Contador de tiempo real:está dividido en dígitos de 4 bits con dos dígitos a los que se accede durante un ciclo de lectura ó escritura.Cada dígito representa un número BCD.Los bits no usados son mantenidos a cero durante una lectura e ignorados durante una escritura.Como ejemplo de bits no usados tenemos las decenas de hora en cuyo caso sólo se puede llegar como maximo a 2.Por lo tanto los bits D6 y D7 se ignora.La parte direccionable del contador va desde milisegundos a meses.Los contadores del mes ,día de la semana y día del mes van de 1 a N ,el resto (desde milisegundos hasta horas) va de 0 a N.La forma de trabajar de los contadores es por desbordamiento (ripple). El desbordamiento de un contador incrementa el contador de orden superior más proximo.Por ejemplo,en un mes de 30 días,el contador del día del mes decodificará el valor 31,se reseteará a 1 e incrementará el contador de meses.

DIRECCION DEL CONTADOR		UNIDADES D0 D1 D2 D3	MAX BCD CODIGO	DECENAS D4 D5 D6 D7	MAX BCD CODIGO
1/10.000 DE SEGUNDO	(00H)	--- -- -- --	0	D4 D5 D6 D7	9
CENTESIMAS Y DECIMAS DE SG.	(01H)	D0 D1 D2 D3	9	D4 D5 D6 D7	9
SEGUNDOS	(02H)	D0 D1 D2 D3	9	D4 D5 D6 --	5
MINUTOS	(03H)	D0 D1 D2 D3	9	D4 D5 D6 --	5
HORAS	(04H)	D0 D1 D2 D3	9	D4 D5 -- --	2
DIA DE LA SEMANA	(05H)	D0 D1 D2 --	7	-- -- -- --	0
DIA DEL MES	(06H)	D0 D1 D2 D3	9	D4 D5 -- --	3
MES	(07H)	D0 D1 D2 D3	9	D4 -- -- --	1

LOS BITS PUESTOS A -- SIGNIFICAN NO USADOS

FORMATO DEL CONTADOR EN TIEMPO REAL

A4 A3 A2 A1 A0	FUNCION
0 0 0 0 0	CONTADOR-DIEZ MILESIMAS DE SEGUNDO
0 0 0 0 1	CONTADOR-CENTESIMAS Y DECIMAS DE SEGUNDO
0 0 0 1 0	CONTADOR-SEGUNDOS
0 0 0 1 1	CONTADOR-MINUTOS
0 0 1 0 0	CONTADOR-HORAS
0 0 1 0 1	CONTADOR-DIA DE LA SEMANA
0 0 1 1 0	CONTADOR-DIA DEL MES
0 0 1 1 1	CONTADOR-MES
0 1 0 0 0	RAM-DIEZ MILESIMAS DE SEGUNDO
0 1 0 0 1	RAM-CENTESIMAS Y DECIMAS DE SEGUNDO
0 1 0 1 0	RAM-SEGUNDOS
0 1 0 1 1	RAM-MINUTOS
0 1 1 0 0	RAM-HORAS
0 1 1 0 1	RAM-DIA DE LA SEMANA
0 1 1 1 0	RAM-DIA DEL MES
0 1 1 1 1	RAM-MES

POSICIONES DE MEMORIA PARA EL CONTADOR EN TIEMPO REAL Y LA RAM DEL MMSB167A

b)RAM:el reloj dispone de 56 bits .Pueden ser usados como una alarma(interrupción por comparación) ó como un almacenamiento en general.

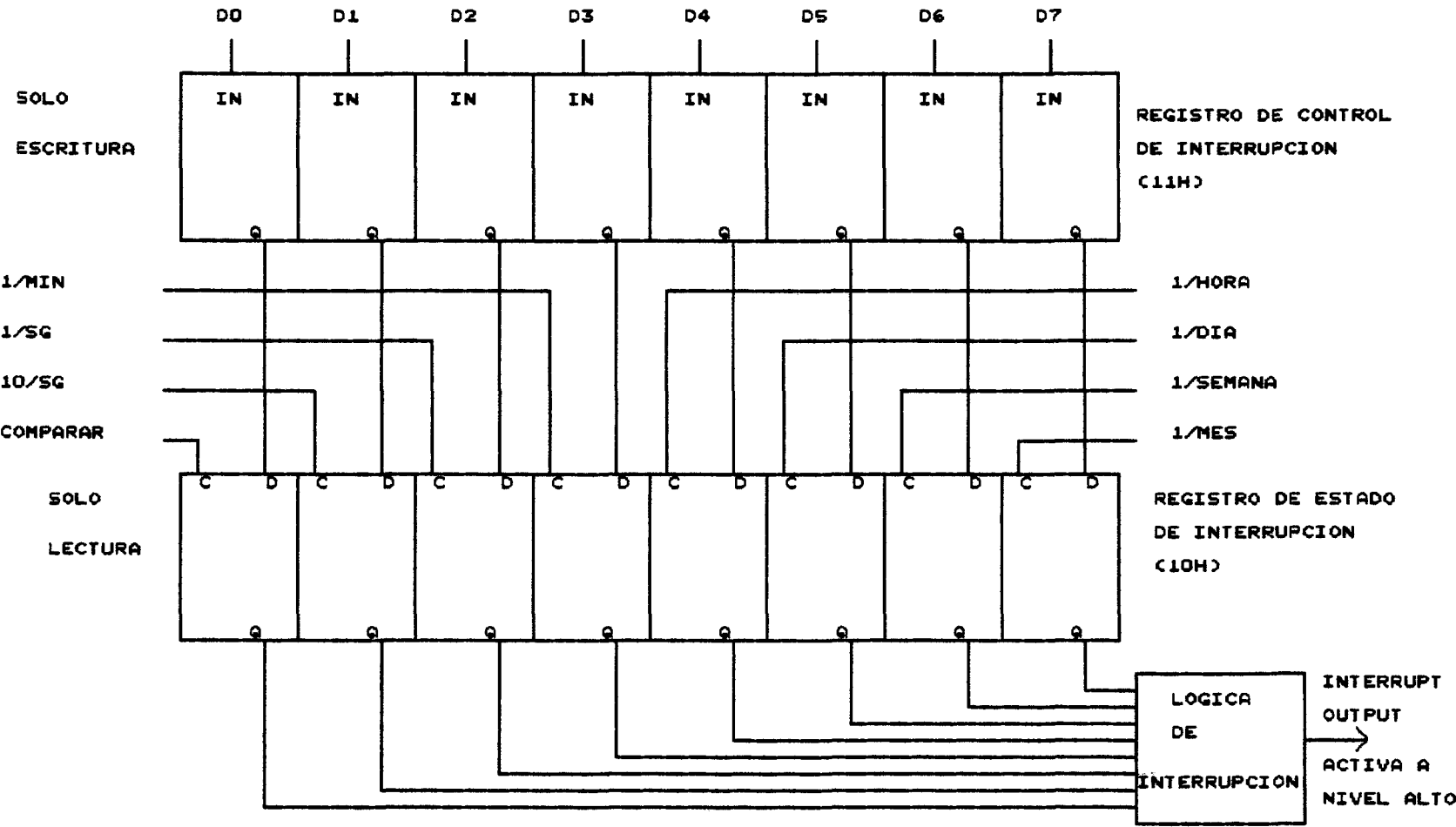
Los únicos dígitos que no se comparan son los que vienen especificados como no usados en el contador de tiempo real.Si los dos bits más significativos de algún dígito son unos ,entonces se efectua siempre la comparación en ese dígito.

c)Comparador:un comparador de 46 bits compara los valores en la RAM con los del contador en tiempo real.Cuando se efectúa una comparación la interrupción principal (INTERRUPT OUTPUT) será activada si el bit D0 del registro de control de interrupción está a 1.Mientras que para activar la STANDBY INTERRUPT hay que escribir un 1 en la direccion 16H.

d)Interrupciones:hay dos salidas de interrupción.La primera y más flexible es la INTERRUPT OUTPUT ,activa a nivel alto.Un registro de control de 8 bits permite seleccionar desde 1 a 7 (10 por segundo a 1 por mes) ,así como tambien una alarma.Un registro de status informa al usuario cual de las 8 salidas posibles es la seleccionada.Este registro de status será sólo de lectura y al hacer esta operación se reseteará la interrupt output.Para volver a habilitar la salida ,se escribirá un 1 en el registro de control en el bit correspondiente a la frecuencia de salida deseada.

A4 A3 A2 A1 A0	FUNCION
1 0 0 0 0	REGISTRO DE ESTADO DE INTERRUPCION
1 0 0 0 1	REGISTRO DE CONTROL DE INTERRUPCION
1 0 0 1 0	RESETEO DE LOS CONTADORES
1 0 0 1 1	RESETEO DE LA RAM
1 0 1 0 0	BIT DE ESTADO
1 0 1 0 1	COMANDO GO
1 0 1 1 0	STANDBY INTERRUPT
1 1 1 1 1	MODO DE PRUEBA

POSICIONES DE MEMORIA PARA LAS FUNCIONES PROPIAS DE CONTADOR



FORMATO DEL REGISTRO DE INTERRUPCION

La segunda interrupción del MM58167A es la STANDBY INTERRUPT ,activa a nivel bajo.La interrupción se produce cuando está habilitada y cuando ocurre una comparación entre la RAM y el contador de tiempo real.La standby interrupt se habilita escribiendo un 1 en la dirección 16H del reloj.Para desactivarla se escribe un 0 en la misma dirección.Esta interrupción es activa por nivel.Debe haber un retardo de 1msg antes de volver a habilitarla.Este retardo es necesario a causa del nivel interno de la señal.Y si no existe, la standby interrupt será reactivada hasta que se efectue el siguiente ciclo de 1Khz.

Como ya ha quedado dicho el contador de tiempo real está comparando su valor con el que hay en la RAM del reloj.En el caso de que sean iguales se activará la interrupción correspondiente si están habilitadas.En el caso que se quiera comparar siempre un cierto dígito del contador se pondra el valor CC en la posición de la RAM que le corresponda.Por ejemplo:si queremos comparar cada segundo pondremos CC en los dígitos de los segundos(decenas y unidades) y ,logicamente,tambien en los dígitos de orden superior (minuto,hora,...mes).En las posiciones que no nos afectan,o sea,las de orden inferior a los segundos colocaremos 00.De esta manera podremos hacer que la interrupción por comparación que es la única manera en que funciona la standby interrupt sea tan flexible como la interrupt output.

e)Power down mode:esta entrada ,activa a nivel

bajo, es esencialmente un segundo chip select. Deshabilita todas las entradas y salidas excepto para la standby interrupt. Por supuesto mantendrá el valor de los dígitos del contador de tiempo real y activará la standby interrupt si así ha sido programada (debe haber sido hecha antes de que power down esté a nivel bajo).

Al conmutar Vdd a standby ó power down todas las demás entradas deben permanecer entre $V_{ss}-0.3v$ y $V_{dd}+0.3v$. Cuando Vdd vuelve a su modo de operación normal es necesario asegurarse que todas las demás entradas están en niveles válidos antes de conmutar power down a 1. Esta precaución es necesaria para asegurarse que los datos no se alteran ó se pierden al cambiar a ó desde el modo power down.

f) Comando GO: un pulso de escritura en la dirección 15H reseteará los contadores que van desde las milésimas hasta los segundos. Este comando se usa para inicializar el reloj. En caso de que el contador de segundos sea >39 el contador de minutos se incrementará. Este comando no es necesario para que el reloj comience a contar.

g) Status bit: está previsto para informar al usuario que el reloj está en un proceso de desbordamiento cuando un contador es leído. El bit de status es puesto a 1 si se está produciendo un acarreo en el contador de tiempo real. En este caso se puede leer algún dato no válido. Si el bit de status se pone a 1 después de una lectura, el

contador debe ser vuelto a leer. Está en la dirección 14H y se resetea al leerlo.

DETALLES HARDWARE Y CONSIDERACIONES

a)Oscilador:consiste en un inversor interno al que se le conecta un cristal de 32.768 kHz .El inversor está diseñado para consumir una mínima potencia.La exactitud del oscilador,con el cristal,es de +/- 10 PPM. Las variaciones de voltaje causan un 50% de falta de exactitud y las variaciones de temperatura ,el resto.Esto se traduce en un error de unos 5 minutos por año.

b)Calibración del reloj:existen varios métodos .Uno de ellos consiste en conectar la interrupt output a la interrupt del mp..Mediante un programa se pone a 1 el bit D2 del registro de control de la interrupción y se entra en un lazo de espera hasta que se produce la interrupción.La rutina de interrupción sólo necesitará leer el registro de estado de interrupción,que reseteará la interrupción y volverá otra vez a hacerse.El resultado nos debe dar una señal de periodo 1sg. en la patilla 13.

Si no nos da ese resultado,deberemos incorporar un condensador variable a la red de oscilación y ajustarlo.

c)Operacion de prescaler:la señal de 32,768hz es dividida en unos 32,000 usando técnicas de

swallowing.Cada 128 pulsos deja caer 3,con lo que al final queda 32,000.Dividido entre 32 nos dara la señal de 1Khz que es,realmente,la velocidad de incremento de los contadores.

Hay que tener en cuenta que la onda de 1Khz no es monótona.Existen 750 periodos cortos y 250 largos,por lo cual los milisegundos,décimas y centésimas presentan inestabilidad.

A partir de 1sg. NO HAY INESTABILIDAD,si el reloj está bien calibrado.

d)Consideraciones de interface: existen métodos para conectar el 58167A al microprocesador.Son los siguientes:memoria mapeada,mediante puertos,adaptador de periféricos y lactches.

La ventaja de la memoria mapeada consiste en poder usar todas las instrucciones de referencia a memoria.La desventaja, en que se puede necesitar un estado de espera(wait-stated).

En cuanto a los demás métodos,simplemente comentar que ya no se necesitan estados de espera pero que si fuera necesario implementarlos ,el equipo ocuparía un volumen mayor y tendría un mayor consumo.

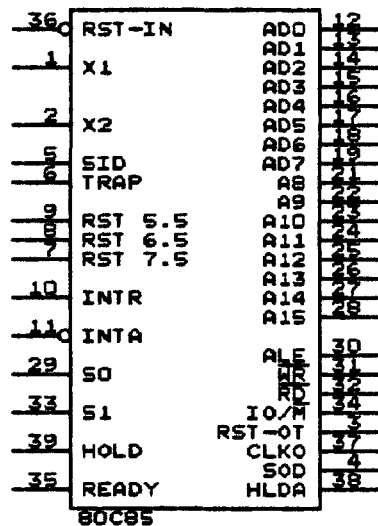
d)Consideraciones sobre la batería de back up:tendrá diferentes utilidades:

d.1) Mantener el tiempo (fecha completa) durante un fallo de alimentación ó mientras no haya alimentación.

d.2) Calcular cuanto duró un fallo en la alimentación.

d.3) Como una alarma de 'wake-up': en general, saldrá de un estado de bajo consumo cuando se le requiera para hacer algo y volverá a ese estado hasta que no se le necesite de nuevo.

MICROPROCESADOR 80C85



- 1) Vcc = 5V
- 2) PERIODO DE RELOJ = 5MHz ; CRISTAL = 10MHz
- 3) CILO DE INSTRUCCION 0.8 MICROSEGUNDOS
- 4) 4 INTERRUPCIONES (1 NO ENMASCARABLE)
- 5) PUERTO DE I/O
- 6) OPERACIONES DECIMALES, BINARIAS Y DE DOBLE PRECISION
- 7) BAJO CONSUMO
- 8) SOFTWARE Y CONEXIONES COMPATIBLES CON 8085

MICROPROCESADOR 80C85

Es de destacar que el microprocesador utilizado es de tecnología CMOS. Destacar, asimismo, la dificultad en conseguir el integrado y sobre todo las características de su funcionamiento.

El 80C85 es un microprocesador de 8 bits adecuado para un amplio margen de aplicaciones. Es un chip de tecnología CMOS, implementado con 6200 transistores, en un tamaño de 164*222 milésimas de pulgada. Su conjunto de instrucciones comprende un total de 74.

Podríamos definir el 80C85 como un sistema mínimo a base de solo tres componentes, requiriendo una tensión de 5V y estando integrados en el mismo chip el generador de señales del reloj, el control del sistema y un conjunto muy potente de interrupciones prioritarias.

Como principales ventajas ó diferencias que incorpora el 80C85 respecto de sus predecesores (8008 y 8080) tenemos:

- 1) El generador de los impulsos de reloj (clock) está integrado sobre el chip, y sólo se precisa conectar un cristal ó una red R-C a sus pines X1 y X2 para estabilizar su frecuencia. El generador de reloj interno oscila al doble de la frecuencia básica del microprocesador. También posee una salida de reloj CLK(OUT) , a la frecuencia de trabajo, útil para la

sincronización de dispositivos externos.

2)El microprocesador dispone,integrado en el mismo chip ,del controlador de buses.Además precisa una alimentación ,como ya quedo dicho,de 5V.

3)El 80C85 ofrece 4 nuevas entradas y posibilidades de interrupción,denominadas:TRAP,RST 7.5,RST 6.5,RST 5.5.

4)Dispone de lineas de entrada y salida de información en serie(SID y SOD).

5)Los 8 bits de menor peso del bus de direcciones quedan multiplexados con los 8 bits del bus de datos.

6)Incorpora dos nuevas instrucciones específicas (que serán detalladas más adelante):SIM y RIM.

El 80C85 transfiere los datos en 8 bits.Tiene un bus bidireccional de tres estados(AD0-AD7) el cual es multiplexado en el tiempo,transmitiendo así los 8 bits de mayor (direcciones A0-A7) o menor (datos D0-D7) peso.Los 8 bits adicionales (A8-A15) permiten al sistema un bus de direcciones de 16 bits y,por tanto,una capacidad de direccionamiento de 64K posiciones de memoria.

En la multiplexación de direcciones-datos es

necesario un latch de direcciones de 8 bits que memorice la información. Por ese motivo, la señal ALE del mp. actúa de enable de este latch.

El 80C85 puede direccionar hasta 256 puertos de I/O. Estas direcciones tienen los mismos valores (00-FF) que las primeras 256 posiciones de memoria, siendo distinguidas por medio de la señal IO/M.

A la hora de hacer referencia a memoria (transferir un byte de datos de ó hacia la memoria en los pines de direcciones/datos), el mp. genera dos pulsos de control para indicar si está leyendo, RD, o escribiendo, WR.

ARQUITECTURA DEL 80C85

En las características se observa la arquitectura del 80C85, el cual contiene una matriz de registros que comprende registros dedicados y registros de propósito general:

1. Un contador de programa de 16 bits (PC).
2. Un puntero de stack de 16 bits (SP o stack pointer).
3. Seis registros de propósito general de 8 bits dispuestos en pares: BC, DE, HL.

4.Una pareja de registros temporales :WZ.

5.La unidad aritmético -lógica o ALU, encargada de operaciones aritméticas y lógicas sobre datos. Los operandos para dichas operaciones se almacenan en dos registros asociados a la ALU.: el acumulador de 8 bits y el registro temporal de 8 bits. El acumulador se carga del bus interno . Sirve como registro destino ó fuente. El registro temporal mantiene provisionalmente uno de los operandos durante una operación binaria. Hay un registro de 5 bits de flag, F, que indican las condiciones de los resultados de las operaciones aritméticas y lógicas: flag de cero, de acarreo, de paridad, etc.

Se observan también otros detalles ya comentados: entrada y salida serie, interrupciones.

Queda ,por último, comentar las entradas y salidas del bloque de timing and control, algunas ya vistas.

ENTRADAS:

a) X1 y X2: conexión del circuito externo de estabilización de la frecuencia del generador interno del reloj.

b) RESET IN : petición de reset. Para un nivel bajo, el contador de programa se pone a cero. También quedan a cero los demás registros. Los datos, buses de direcciones y de control se mantienen en alta impedancia.

c)HOLD:se emplea para permitir operaciones de acceso directo a memoria,cediendo la CPU el control de los buses de direccionamiento y de datos a un elemento exterior.

d)READY:sirve para sincronizar a la CPU con dispositivos de memoria cuyos tiempos de acceso sean superiores a los de trabajo del sistema (más lentos).

SALIDAS:

a)S1 y S0:informan sobre el ciclo de instrucción.

b)CLK OUT:salida de la señal de reloj.

c)HOLDA:indica que se encuentra en estado HOLD

d)RESET OUT:indica el estado de RESET.

e)IO/M:indica si se trata de un ciclo de memoria ó de entrada salida.

f)RD y WR:indica si se trata de una operación de lectura ó escritura.

g)ALE:Address Latch Enable (activación de la báscula de direcciones).Indica cuando la información de los pines 12 a 19 corresponde a los 8 bits de menor peso del bus de direcciones.

INTERRUPCIONES

Una interrupción es una llamada a una subrutina inicializada mediante un hardware externo. La ventaja de la interrupción consiste en que pide servicio directamente al mp.. Esto incrementa la producción del sistema, ya que la consulta de flags de petición de E/S lleva una cantidad significativa de tiempo del mp..

Hay dos tipos de entrada de interrupción : no enmascarable y enmascarable. Cuando se aplica una señal lógica a una entrada de interrupción no enmascarable, el microprocesador se interrumpe. Si se aplica una señal lógica a una entrada enmascarable, el microprocesador se interrumpe, sólo si se ha habilitado esta entrada.

El microprocesador tiene 5 entradas de interrupción: INTR, RST 5.5, RST 6.5, RST 7.5 y TRAP. La de mayor prioridad es TRAP , no enmascarable, y utilizada para detectar fallos de alimentación. Las demás interrupciones sí son enmascarables.

La más completa es INTR. Cuando la CPU detecta un 1 en la entrada INTR y está lista para aceptar una interrupción, pone a 1 la señal INTA y entonces el dispositivo que interrumpe puede forzar en el bus una instrucción de salto a la rutina de servicio particular de la interrupción. Sin embargo, se requiere un controlador que sea capaz de forzar instrucciones y de arbitrar

prioridades,de lo que no se dispone ,y ,además,no ha sido necesario.

Las entradas de interrupción utilizadas son las restantes:RST 7.5,RST 6.5,RST 5.5.(escritas en orden de mayor a menor prioridad).Para poder trabajar con ellas hay que PROGRAMARLAS y HABILITARLAS.

En el caso de reconocerse dos instrucciones simultáneas sólo se acepta la de mayor prioridad.Si durante el servicio de una interrupción se permiten las interrupciones ,se aceptará cualquier otra interrupción,de mayor ó menor prioridad,siempre que no esté enmascarada.

La RST 6.5 y RST 5.5 son activas por nivel(alto),es decir,deben estar a 1 en el momento que deban ser aceptadas y ponerse a cero antes de que la interrupción termine,para que no vuelva a ser aceptada la misma interrupción.

La RST 7.5 es recordada por un biestable y será ejecutada cuando sea posible.

PROGRAMACION DE LA MASCARA DE INTERRUPCIONES

La programación de la máscara de interrupciones se ejecuta mediante la instrucción SIM (poner máscara de interrupción).



0-PERMITIDO
1-NO PERMITIDO

Mascaras de interrupcion (tomaran estos valores si MSE esta a 1)
Debe estar a 1 si se desea alterar la mascara de interrupcion

Si esta a 1 se borra el biestable que recuerda que hubo una demanda de interrupcion RST 7.5 y que no se atendio todavia. Es decir, se ordena que se olvide dicha demanda

Ignorado

Debe estar a 1 si se desea alterar la salida serie SOD

Dato a sacar por la salida serie SOD si SOE esta a 1

SIM:PROGRAMACION DE LA MASCARA DE INTERRUPCIONES

La UCP dispone de un biestable de permiso de interrupciones que está a 1 cuando están permitidas y a 0 cuando están inhibidas. El biestable se pone a 1 cuando se ejecuta la instrucción EI (permitir interrupciones), y se pone a 0 cuando se ejecuta la instrucción DI (prohibir interrupciones) ó se acepta una interrupción.

Cada una de las interrupciones enmascarables dispone de un bit de máscara que estando a 0 permite la aceptación de dicha interrupción, siempre que las interrupciones estén permitidas.

La instrucción RIM permite leer la máscara de interrupción. Después de esta instrucción se obtiene en el acumulador el estado de la máscara de interrupciones, del biestable de permiso de interrupciones, las interrupciones pendientes y el estado de la entrada serie SID.

En el caso de que se produjera una interrupción TRAP, la instrucción RIM debe ejecutarse como parte de una rutina de servicio que sigue a aquella. A continuación de una interrupción RST 5.5, 6.5, ó 7.5 el biestable del flag de interrupciones tiene el estado actual de habilitación de interrupciones. El bit 6 se carga con el estado del biestable de RST 7.5 que se pone a 1 siempre (activado por flanco) por una entrada en la línea de la RST 7.5, aún cuando previamente estuviera enmascarada.



DATO PRESENTE A LA ENTRADA SERIE

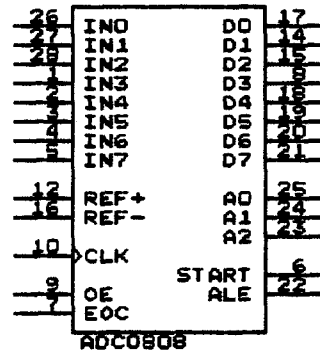
INTERRUPCIONES PENDIENTES (1=PENDIENTES)

PERMISO DE INTERRUPCIONES (1=PERMITIDAS)

MASCARAS DE INTERRUPCION (1=ENMASCARADA)

RIM : LEER MASCARA DE INTERRUPCIONES

CONVERTIDOR ANALOGICO DIGITAL ADC0808



- 1) V_{CC} = 5V
- 2) 8 BITS DE RESOLUCION
- 3) TIEMPO DE CONVERSION = 100 MICROSEGUNDOS
- 4) BAJA DISIPACION = 15mW
- 5) MULTIPLEXOR DE 8 CANALES CON LOGICA DE CONTROL
- 6) RANGO DE TENSION EN LAS ENTRADAS 0-5 V
- 7) POSIBILIDAD DE CONEXION COMO UN MODULO DE MEMORIA

ADC0808

El ADC0808 es un convertidor analógico digital de 8 bits, un multiplexor de 8 canales y lógica compatible para microprocesador.

El diseño del ADC0808 ha sido optimizado al incorporar los aspectos más destacados de diferentes técnicas de conversión A/D. Sus características fundamentales son alta velocidad, alta aproximación, dependencia mínima de la temperatura y bajo consumo.

DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO

a) El multiplexor: el circuito contiene un multiplexor analógico de 8 canales. Cada entrada se selecciona usando un decodificador de direcciones, siendo la patilla A la de menor peso. Para latched la correspondiente dirección se aplica un 1 a la señal ALE.

b) El convertidor: está diseñado para dar buenas prestaciones en cuanto a velocidad, aproximación y monotonidad en un amplio rango de temperaturas.

Esta dividido en tres secciones: la red en escalera de 256R, el registro de aproximaciones sucesivas y el comparador.

La red en escalera 256R es una estructura que consta

de 256 resistencias iguales y en serie. Esta estructura es preferible a la convencional R/2R en cuanto a que es más monótona. Siendo esta característica muy importante sobre todo en sistemas de realimentación de lazo cerrado. Además la red 256R no provoca variaciones de carga sobre el voltaje de referencia .

El registro de aproximaciones sucesivas (SAR) realiza 8 comparaciones para determinar la tensión de entrada (son 8 ya que el convertidor es de 8 bits).

El SAR se resetea en el flanco positivo de la señal de start conversión. La conversión empieza en el flanco de bajada de la señal START. Una conversión será interrumpida al recibir un nuevo pulso de la señal START. La señal EOC (end of conversion) pasará a nivel bajo en ese momento (entre 0 y 8 ciclos de reloj).

La parte más importante del convertidor es el comparador. Es el responsable de la última aproximación. Es la deriva del comparador la que tiene una influencia más negativa. Para solucionar esto último el comparador estabilizado chopper es el mejor método de satisfacer todas las exigencias. Este convierte la señal de entrada DC a AC. La señal es, entonces, alimentada, a través de un amplificador de alta ganancia AC y es restaurado el nivel de DC. Esto hace al convertidor más insensible a la temperatura, errores de deriva y offset.

Las entradas Vref(+) y Vref(-) soportan un máximo de diferencia de 5V. Si se conecta Vref(+) a 5V y Vref(-) a masa, la precisión será, entonces, de 20mV. Esta tensión debe ser estable para evitar tomar datos erróneos.

La entrada de reloj CLK admite un margen que va desde 10KHz a 1280KHz. Un valor típico es 640KHz, siendo su tiempo de conversión 100 microsegundos.

CONEXION DEL ADC0808 AL MICROPROCESADOR

Puede realizarse de dos formas:

1) Introduciendo los datos por un puerto. Se conectan las señales de control del convertidor (ALE, START, OE) y las patillas de direccionamiento (A, B, C) a un puerto de salida del sistema, y las 8 salidas digitales (DB0-DB7) a un puerto de entrada. Con instrucciones de input y output se maneja el convertidor.

2) Conectando el ADC0808 directamente al bus del sistema, como si fuera un módulo más de memoria. Entonces, el acceso al convertidor será idéntico que un acceso a memoria. Este segundo método permite un mejor aprovechamiento del microprocesador. Será el utilizado en este trabajo ya que el poder trabajar con el convertidor como un módulo de memoria proporciona ventajas a nivel hardware y software.

Es interesante observar algunos detalles en la figura anterior.No se puede leer directamente de una entrada del convertidor.Previamente habrá que dar un pulso de escritura y posteriormente sí tendremos el valor válido para leerlo.

Para ello hay que observar el diagrama de tiempo de ADC0808 (en sus correspondientes características).La conversión comienza en el flanco de bajada del pulso de comienzo de conversión (START).Luego, en la señal START tiene que haber un 1 (ambas entradas de la puerta NOR deben estar a 0).

Existen dos formas de determinar cuanto dura el tiempo de conversión.Una de ellas es conectando EOC a una interrupción del microprocesador.EOC permanecerá a nivel bajo hasta que termine la conversión.La segunda forma es dándole un retardo al microprocesador igual al tiempo de conversión para una determinada frecuencia.Para 640KHz el tiempo de conversión es de 90-116 microsegundos.

Se adoptará la segunda forma ya que las dos interrupciones (RST 6.5 y RST 5.5) irán a interrupciones del reloj.

Una vez que ha transcurrido el tiempo de conversión la señal OE (salida habilitada) es puesta a 1.Ya tendremos el dato presente en el bus y sólo hará falta dar un pulso de lectura para poder leer.

DISEÑO SOFTWARE DEL DATA LOGGER

DISEÑO SOFTWARE DEL DATA LOGGER

El software del DATA LOGGER pretende flexibilidad, aprovechamiento de la memoria y mínimo consumo.

Ha sido hecho en PLM-80 con el sistema operativo ISIS 2 del Sistema de Desarrollo.

Para que la condición de mínimo consumo se cumpla es necesario que la rutina de trabajo sea corta. Mientras no sea necesario tomar un dato, el equipo permanecerá en situación de STAND BY ó régimen de bajo consumo.

A la hora de tomar una muestra, saldrá del STAND BY y su consumo aumentará.

De ahí que el software se haya dividido en dos programas. Por una parte, el PROGRAMA 1 cuya función será inicializar todas las variables y vectores necesarios para el PROGRAMA 2 que es la rutina de trabajo.

EXPLICACION DEL PROGRAMA 1

Dentro de los bytes de la memoria es necesario distinguir los bytes de las muestras tomadas por los transductores (a partir de la posición 23H) y unos bytes que ocuparán las primeras posiciones de la memoria y que le habrán sido dados por el PC.

Estos bytes tienen la misión de dar una mayor flexibilidad al equipo y un mejor aprovechamiento de la memoria.

La razón de que se encuentren en la RAM está clara. Es mas cómodo modificar un valor de la RAM que será dado por el PC que no tener que volver a grabar la EPROM para cada modificación.

El convertidor utilizado es el ADC 0808 que permite hasta 8 entradas.

Ahora bien, puede ser que no vayamos a conectar los 8 transductores al ADC. Si no definimos previamente el número de entradas que queremos muestrear, a la hora de tomar un dato en una entrada no activa nos aparecerá un 0.

Logicamente, tener ocupada la memoria con 0 que no nos dan ninguna información es desaprovecharla.

De ahí NUMENANAL ,byte que nos indicará el número de entradas analógicas.

Por otra parte y dependiendo de la naturaleza del fenómeno a estudiar no todos los transductores tendrán que tomar muestras con la misma frecuencia. Puede ser que un fenómeno varíe más lentamente que otro y el número de muestras a tomar para obtener una conclusión sea menor, ó viceversa.

Esta función la cumple el vector TPOMUANAL (8) donde almacenaremos los diferentes tiempos de muestreo de los transductores.

Ahora bien, es necesario tomar una unidad básica de muestreo que será dada por el PC. Podrá tomar los valores comprendidos entre 0 y 6, ambos inclusive, desde una décima de segundo (0) hasta un mes (6). Será MCD. Los valores del vector TPOMUANAL (8) podrán variar para un determinado valor de MCD desde 1 a 256, un margen amplio que da flexibilidad al equipo.

Por ejemplo, si el valor de MCD es 1 (cada segundo) los valores contenidos en TPOMUANAL (8) podrán ir desde 1 segundo-255 segundos. De la misma forma para cada valor de MCD.

Además de las variables y vectores que hacen referencia a las entradas analógicas (NUMENANAL, TPOMUANAL) se encuentran declaradas también las correspondientes digitales (NUMENDIG, TPOMUDIG) hasta tres entradas.

En esta aplicación no se harán uso de entradas digitales (que podrían ser latches), sin embargo, se han declarado para indicar que la forma de hacerlo es igual.

Para el tratamiento de los datos es necesario la hora inicial en que se empiezan a tomar las muestras, dada por el vector HORA\$INICIAL (8) y la hora de desconexión, dada

por HORA\$FINAL (8).

HORA\$INICIAL (8) podra ser tomada de dos formas, según el valor de la variable CAMB\$HORA, dada por el PC a la RAM del equipo.

Si CAMB\$HORA es 1 quiere decir que se querrá variar la hora ,por cualquier motivo, que tiene el reloj en el contador en tiempo real, definido por HORA\$RELOJ (8).La HORA\$INICIAL (8) será, entonces, la que se introduzca desde el PC.

Por el contrario, si CAMB\$HORA vale 0, la HORA\$INICIAL (8) será la que tiene el reloj en su contador en tiempo real, definido por HORA\$RELOJ (8).

La hora de desconexión, definida en HORA\$FINAL (8), será siempre leída del valor de HORA\$RELOJ (8) en el momento de la desconexión.

Para una mejor comprensión del reloj se recomienda estudiar el capítulo donde se habla específicamente de él.No obstante,se darán aquí las ideas fundamentales.

El reloj cumple dos funciones dentro del equipo.Por una parte,y por medio de su contador real de 8 bytes nos dará la hora que irá comprendida desde las diezmilésimas de segundos hasta los meses, HORA\$RELOJ (8).

Por otra parte, proporcionará una interrupción para indicarle al sistema que tiene que tomar una muestra. El reloj tiene dos salidas de interrupción. La INTERRUPT OUTPUT, activa a nivel alto. Estará gobernada por sus registros STATUS (10H, STA\$REGISTER) y CONTROL (11H, CONT\$REGISTER). Este último, debidamente programado nos permitirá obtener una interrupción desde la décima de segundo hasta el mes.

La otra salida de interrupción es la STANDBY INTERRUPT, activa a nivel bajo. Se activará, previamente programada, al comparar los bytes del contador real con unos bytes de memoria libre que tiene el reloj y que están almacenados en HORA\$COMP (8). Por software se ha conseguido que sea tan potente como la INTERRUPT OUTPUT.

Esta interrupción es la que permite sacar al reloj del STAND BY.

Para hacer más potente al equipo se ha previsto la posibilidad de utilizar una cualquiera.

Esta información vendrá dada por el byte MODO\$TRA que nos indica el modo de trabajo. Si vale 0 estará en modo batería, que será como trabaje el equipo por consideraciones de consumo.

No quiere decir que con la batería no pueda ser utilizada la INTERRUPT OUTPUT pero el reloj no se podrá

poner en STAND BY y consumirá más.

Si MODO\$TRA vale 1 quiere decir que estará en modo fuente, ó sea, conectado a la red. Por ejemplo, para hacer algún tipo de pruebas. En este caso la interrupción utilizada será la INTERRUPT OUTPUT, ya que el consumo no tiene importancia.

Ademas de los vectores HORA\$RELOJ (8) y HORA\$COMP (8) aparecen otras variables referentes a la zona de memoria donde se encuentra el reloj. Estas son STA\$REGISTER, CONT\$REGISTER, BIT\$STATUS y HAB\$SB.

STA\$REGISTER y CONT\$REGISTER hacen referencia a los registros donde se programa la INTERRUPT OUTPUT. El primero de ellos es de sólo lectura y el segundo de sólo escritura. En este último se escribirá el valor de la MCD a introducir.

BIT\$STATUS habrá de ser utilizado cada vez que se quiera leer el reloj. En el caso de que esté a 1 habrá que volver a leer porque nos estará indicando que hay desbordamiento.

HAB\$SB hace referencia al registro donde se programa la STANDBY INTERRUPT.

Se vuelve a recomendar que para profundizar en la programación de las interrupciones del reloj, así como en

su funcionamiento en general se estudie el capítulo dedicado a éste.

Por ultimo, la variable NUMTOMAS, definida por dos bytes, es el contador del número de muestras del programa.

Quedaría unicamente por definir unas variables auxiliares utilizadas en el programa 1. Estas son : CONVARANAL (8), VARACTU (8), así como sus correspondientes digitales CONVARDIG (3) y LATCHACTU (3).

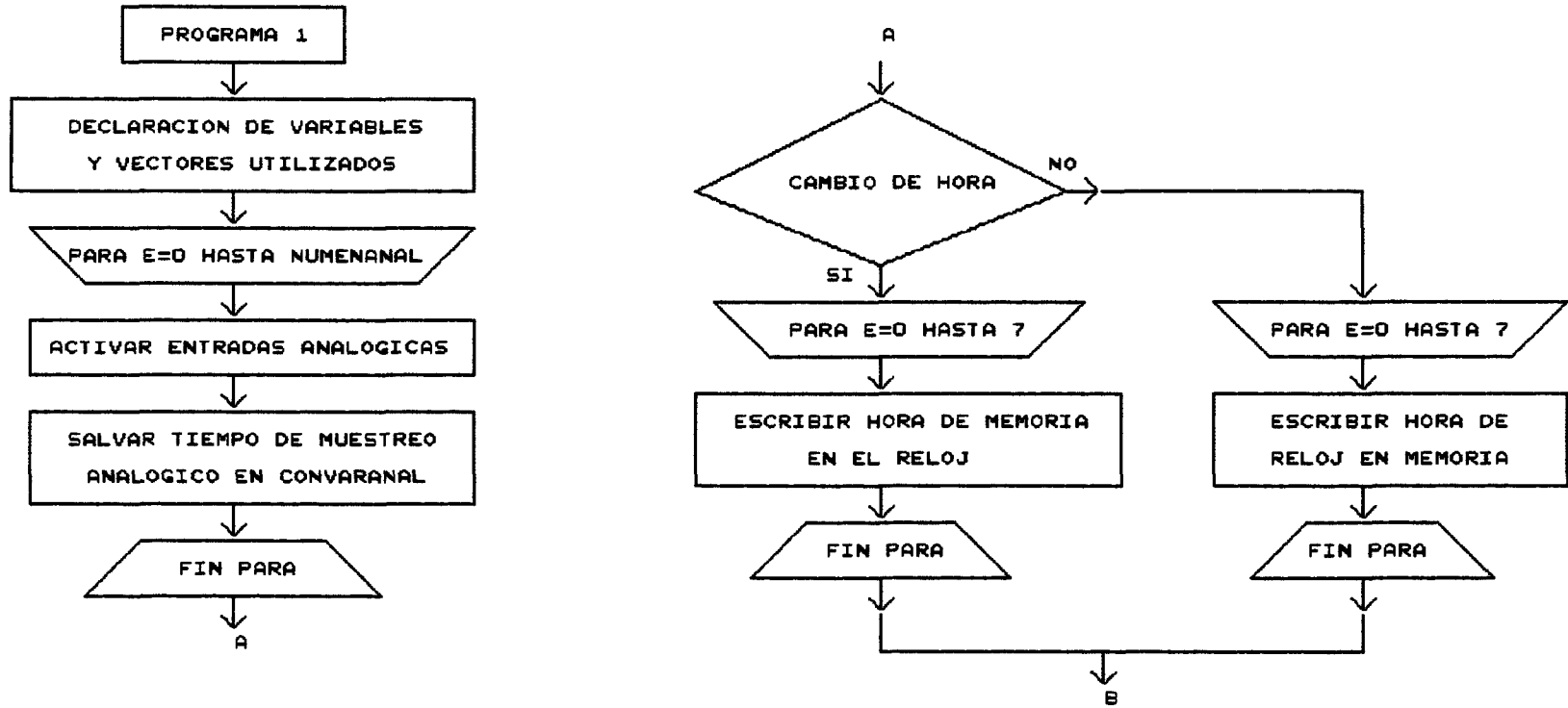
CONVARANAL (8) almacenará los tiempos de muestreo definidos en TPOMUANAL (8). Es necesaria ya que estos tiempos de muestreo se irán decrementando y cuando alguno de ellos sea 0 se tomará la muestra. Entonces, habrá que recuperar el tiempo de muestreo inicial.

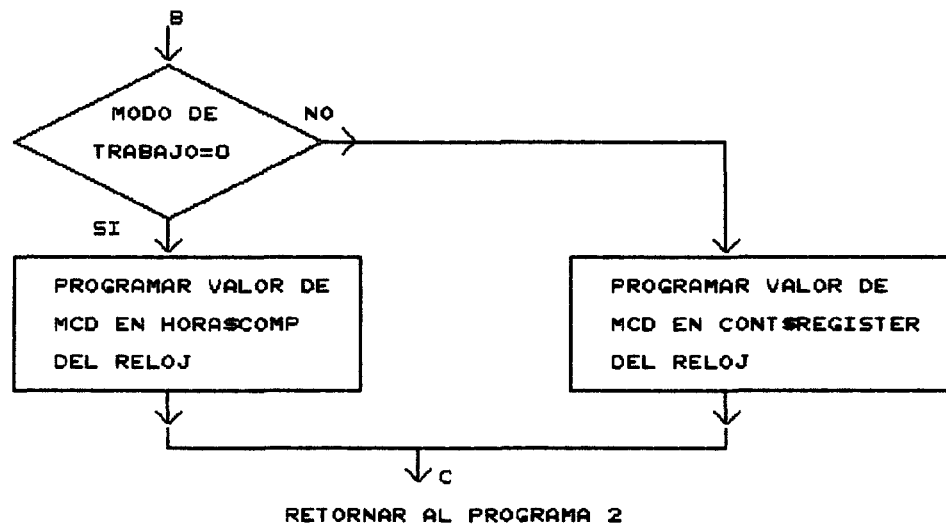
VARACTU (8) actualiza el numero de variables definido por NUMENANAL. Realmente, no es necesaria.

Hasta aqui el PROGRAMA 1 en el que se han visto las variables y vectores más importantes. Su función como queda dicha es inicializar todo el sistema y, aunque es largo, solo se ejecutara UNA VEZ.

ORGANIGRAMA DEL PROGRAMA 1

ORGANIGRAMA DEL PROGRAMA 1





PROGRAMA 1 EN PLM-80


```

PROGRAMA1:DO; /*RUTINA DE INICIALIZACION DE VARIABLES,
HORA, TIEMPOS DE MUESTREO ANALOGICOS Y DIGITALES,
DEFINICION DEL MODO DE TRABAJO*/
DECLARE HORA$RELOJ (8) BYTE AT (2000H);
DECLARE HORA$COMP (8) BYTE AT (2008H);
DECLARE STA$REGISTER BYTE AT (2010H);
DECLARE CONT$REGISTER BYTE AT (2011H);
DECLARE BIT$STATUS BYTE AT (2014H);
DECLARE HAB$SB BYTE AT (2016H);
DECLARE HORA$INICIAL (8) BYTE AT (6000H);
DECLARE HORA$FINAL (8) BYTE AT (6008H);
DECLARE CAMB$HORA BYTE AT (6010H);
DECLARE NUMENANAL BYTE AT (6011H);
DECLARE NUMENDIG BYTE AT (6012H);
DECLARE MCD BYTE AT (6013H);
DECLARE TPOMUANAL (8) BYTE AT (6014H);
DECLARE TPOMUDIG (3) BYTE AT (601CH);
DECLARE MODO$TRA BYTE AT (601FH); /*0=BATRIA,1=FUENTE*/
DECLARE NUMTOMAS ADDRESS AT (6020H);
DECLARE LIBRE BYTE AT (6022H);
DECLARE DATOS (0700H) BYTE AT (6023H); /*EL NUMERO DE
DATOS DEPENDERA DE LA CAPACIDAD DE LA MEMORIA*/
DECLARE (A,B,C,D) BYTE EXTERNAL;
DECLARE (E,U,V) BYTE EXTERNAL;
DECLARE VARACTU (8) BYTE EXTERNAL;
DECLARE LATCHACTU (3) BYTE EXTERNAL;
DECLARE CONVARANAL (8) BYTE EXTERNAL;
DECLARE CONVARDIG (3) BYTE EXTERNAL;

MODULO$INICIAL:PROCEDURE PUBLIC;
PRINCIPIO:DO;
ET1:DO E=0 TO NUMENANAL;
      CONVARANAL (E)=TPOMUANAL (E);
      VARACTU (E)=1;
    END;

ET2:DO E=0 TO NUMENDIG;
      CONVARDIG (E)=TPOMUDIG (E);
      LATCHACTU (E)=0;
    END;
    A=0;
    B=0;
    C=0;
    D=0;
    E=0;
    U=0;
    V=0;
    DATOS (0700H)=00H;
    NUMTOMAS=0000H;

ET3:IF CAMB$HORA=01H THEN DO; /*CAMBIO DE HORA*/
    DO E=0 TO 7;
      HORA$RELOJ (E)=HORA$INICIAL (E);
    END;
  END;
  ELSE DO; /*ESCRIBIR HORA DEL RELOJ EN MEMORIA*/
    DO E=0 TO 7;
  ET4:HORA$INICIAL(E)=HORA$RELOJ(E);

```

```

IF BIT$STATUS=01H THEN GOTO ET4;
END;
END;

ET5: IF MODO$TRA=0 THEN DO; /*CON BATERIA*/
IF MCD=0H THEN DO;
HORA$COMP (0)=00H;
HORA$COMP (1)=0CH;
DO E=2 TO 7;
HORA$COMP (E)=0CCH;
END;
END;

IF MCD=01H THEN DO;
DO E=0 TO 1;
HORA$COMP (E)=00H;
END;
DO E=2 TO 7;
HORA$COMP (E)=0CCH;
END;
END;

IF MCD=02H THEN DO;
DO E=0 TO 2;
HORA$COMP (E)=00H;
END;
DO E=3 TO 7;
HORA$COMP (E)=0CCH;
END;
END;

IF MCD=03H THEN DO;
DO E=0 TO 3;
HORA$COMP (E)=00H;
END;
DO E=4 TO 7;
HORA$COMP (E)=0CCH;
END;
END;

IF MCD=04H THEN DO;
DO E=0 TO 4;
HORA$COMP (E)=00H;
END;
DO E=5 TO 7;
HORA$COMP (E)=0CCH;
END;
END;

IF MCD=05H THEN DO;
DO E=0 TO 4;
HORA$COMP (E)=00H;
END;
HORA$COMP (5)=01H;
DO E=6 TO 7;
HORA$COMP (E)=0CCH;
END;
END;

```

```

IF MCD=06H THEN DO;
DO E=0 TO 4;
HORA$COMP (E)=00H;
END;
HORA$COMP (5)=0CCH;
HORA$COMP (6)=01H;
HORA$COMP (7)=0CCH;
END;
END;

ET6: IF MODO$TRA=01H THEN DO;
IF MCD=0H THEN U=02H; /*CADA DECIMA DE SG.*/
IF MCD=01H THEN U=04H; /*CADA SEGUNDO*/
IF MCD=02H THEN U=08H; /*CADA MINUTO*/
IF MCD=03H THEN U=10H; /*CADA HORA*/
IF MCD=04H THEN U=20H; /*CADA DIA*/
IF MCD=05H THEN U=40H; /*CADA SEMANA*/
IF MCD=06H THEN U=80H; /*CADA MES*/
END;
CONT$REGISTER=U;
RETURN;
END PRINCIPIO;
END MODULO$INICIAL;
END PROGRAMA1;

```

EXPLICACION DEL PROGRAMA 2

El PROGRAMA 2 es la rutina de trabajo del equipo, la que ejecutará cada vez que quiera tomar una muestra. En el momento de la conexión y por medio de LIBRE se nos indicará si el sistema está inicializado.

Si ya lo está, el sistema puede empezar a tomar muestras. Si no es así, irá al PROGRAMA 1, lo inicializará y retornará de nuevo.

En esta rutina intervienen las interrupciones RST 6.5 y 5.5 de toma de datos, dependiendo del modo de trabajo, así como la RST 7.5 que indica la desconexión del sistema. La RST 6.5 está asociada a la STANDBY INTERRUPT y la RST 5.5 a la INTERRUPT OUTPUT del reloj.

Por tanto el sistema cuando se interrumpe y sale del STAND BY preguntará si hay desconexión. El motivo de utilizar la 7.5 es asegurarnos de que si el sistema se va a desconectar (retirar la memoria) dejemos al reloj en STAND BY. Esto se debe a que cuando hay desconexión quitamos la memoria y la batería que alimenta al sistema.

La información de que hay desconexión se encuentra en el último byte del buffer DATOS. Cuando se activa la 7.5 se almacena en ese byte FFH. Antes de la desconexión leerá

la hora del reloj y la almacenará en HORA\$FINAL. Ya no se permitirán más interrupciones, y se pondrá al reloj en STAND BY.

El reloj, entonces, queda alimentado por una batería auxiliar para no perder la hora. Y nos interesa que esta batería dure lo máximo.

Asimismo, preguntará si se ha llegado al límite del número de muestras dado por NUMTOMAS. Este límite queda definido por la capacidad de la memoria. Si es afirmativo ocurrirá lo mismo que cuando va a ver desconexión.

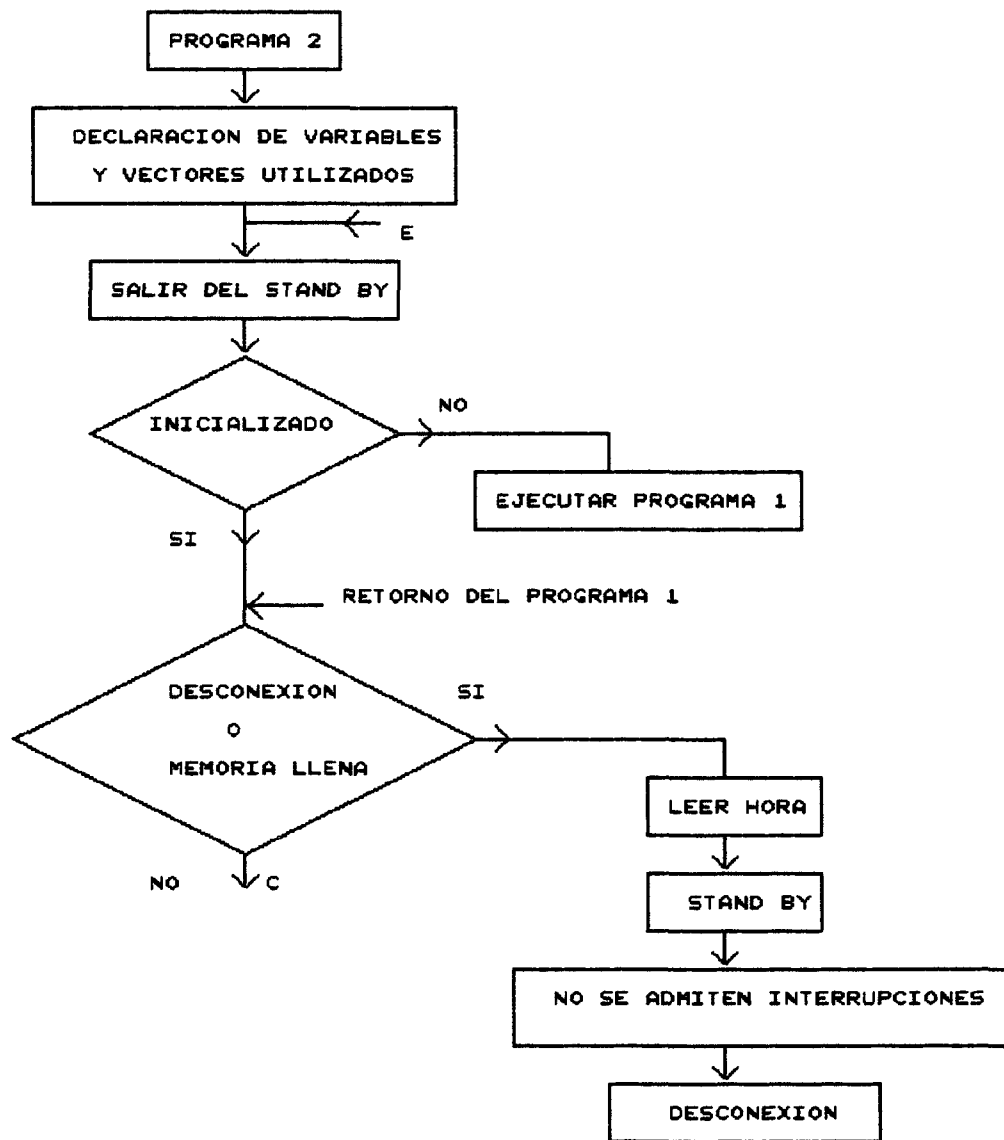
Si no lo es el sistema verá si le ha llegado el momento a cada transductor de tomar la muestra.

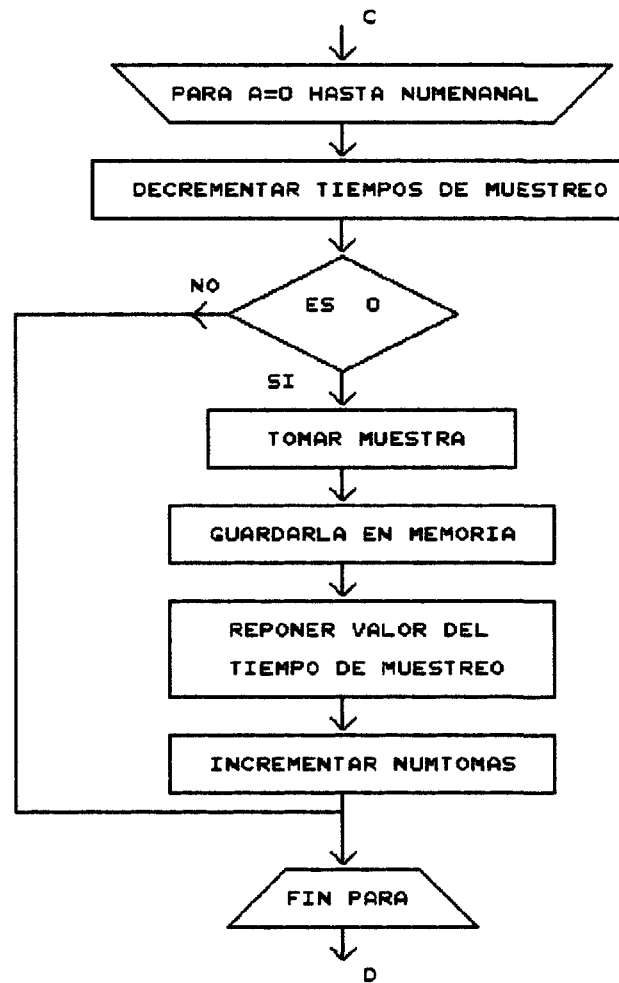
Para ello habrá almacenado el vector TPOMUANAL (8) (cuyos valores serán múltiplos de MCD) en el vector auxiliar CONVARANAL(8). Cada vez que se produce la interrupción decrementará en una unidad y cuando sea 0 tomará la muestra. La almacenará en el vector de DATOS y repondrá el valor del tiempo de muestreo del transductor correspondiente. En ese momento habrá que volver a programar la interrupción. Y el proceso se volverá a repetir.

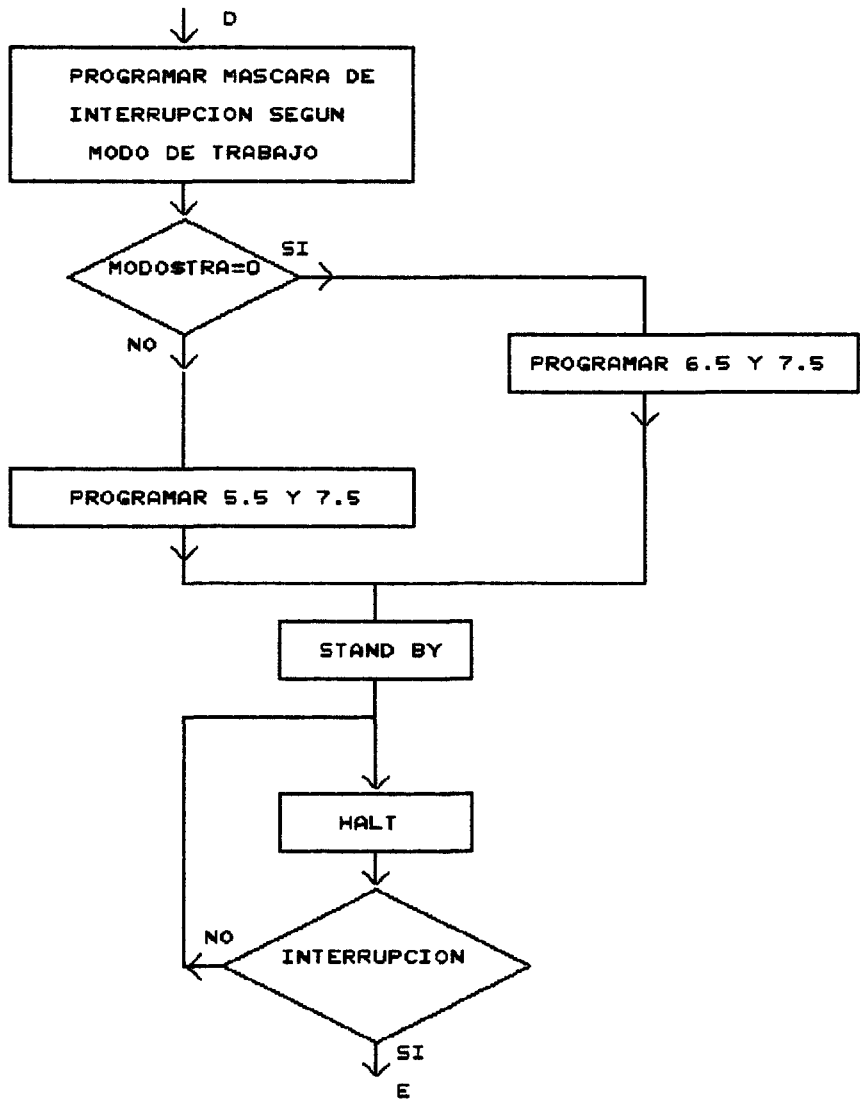
Se recomienda estudiar la información donde se habla del microprocesador, más específicamente, la forma de programar la máscara de interrupciones, así como también las interrupciones del reloj y su hab-desabilitación.

ORGANIGRAMA DEL PROGRAMA 2

ORGANIGRAMA DEL PROGRAMA 2







PROGRAMA 2 EN PLM-80

```

PROGRAMA2:DO; /*RUTINA DE TOMA DE DATOS ACTIVADA POR LA
RST 5.5 Y RST 6.5.SERA TAMBIEN LA RUTINA DE SALIDA
ACTIVADA POR LA RST 7.5*/
DECLARE HORA$RELOJ (8) BYTE AT (2000H);
DECLARE HORA$COMP (8) BYTE AT (2008H);
DECLARE STA$REGISTER BYTE AT (2010H);
DECLARE CONT$REGISTER BYTE AT (2011H);
DECLARE BIT$STATUS BYTE AT (2014H);
DECLARE HAB$SB BYTE AT (2016H);
DECLARE ADC (8) BYTE AT (4000H);
DECLARE HORA$INICIAL (8) BYTE AT (6000H);
DECLARE HORA$FINAL (8) BYTE AT (6008H);
DECLARE CAMB$HORA BYTE AT (6010H);
DECLARE NUMENANAL BYTE AT (6011H);
DECLARE NUMENDIG BYTE AT (6012H);
DECLARE MCD BYTE AT (6013H);
DECLARE TPOMUANAL (8) BYTE AT (6014H);
DECLARE TPOMUDIG (3) BYTE AT (601CH);
DECLARE MODO$TRA BYTE AT (601FH); /*0=BATERIA, 1=FUENTE*/
DECLARE NUMTOMAS ADDRESS AT (6020H);
DECLARE LIBRE BYTE AT (6022H);
DECLARE DATOS (0700H) BYTE AT (6023H); /*EL NUMERO DE
DATOS DEPENDERA DE LA CAPACIDAD DE LA MEMORIA*/
DECLARE (A,B,C,D) BYTE PUBLIC;
DECLARE (E,U,V) BYTE PUBLIC;
DECLARE VARACTU (8) BYTE PUBLIC;
DECLARE LATCHACTU (3) BYTE PUBLIC;
DECLARE CONVARANAL (8) BYTE PUBLIC;
DECLARE CONVARDIG (3) BYTE PUBLIC;

```

```

S$MASK:PROCEDURE (MASK) EXTERNAL;
    DECLARE MASK BYTE;
    END S$MASK;
MODULO$INICIAL:PROCEDURE EXTERNAL;
    END MODULO$INICIAL;

```

```

RUTIN5:PROCEDURE PUBLIC;
DO;
CALL S$MASK(050H);
CALL TIME (002);
IF LIBRE=0 THEN DO;
CALL MODULO$INICIAL;
LIBRE=1;
END;
RUTIN51:IF DATOS (0700H)=0FFH OR NUMTOMAS=06FFH THEN DO;
    DO A=0 TO 7;
RUTIN52:HORA$FINAL(A)=HORA$RELOJ(A);
    IF BIT$STATUS=01H THEN GO TO RUTIN52;
    END;
    CALL S$MASK (0DFH);
    HALT;
    END;
    ELSE DO;
RUTIN53:DO A=0 TO NUMENANAL;
    IF VARACTU(A)=1 THEN DO;
    CONVARANAL(A)=CONVARANAL(A)-1;
    IF CONVARANAL(A)=0 THEN DO;

```

```

        ADC(A)=0;
        CALL TIME (001);
        DATOS(NUMTOMAS)=ADC(A);
        NUMTOMAS=NUMTOMAS+1;
        CONVARANAL(A)=TPOMUANAL(A);
        END;
        END;
        END;
        END;
RUTIN54:IF MODO$TRA=0 THEN DO;
        HAB$SB=01H;
        CALL S$MASK (0C9H);
        HALT;
        END;
        ELSE DO;
        MODO$TRA=1;
        CONT$REGISTER=U;
        CALL S$MASK (04AH);
        HALT;
        END;
        END;
END RUTIN5;
END PROGRAMA2;

```

RUTINA DE LOCALIZACION

La rutina de localización asigna las direcciones a las cuales debe saltar en cada momento el programa. Las direcciones de salto de las interrupciones del 80C85 son las siguientes: 1) RST 7.5 a 3CH (SALE), 2) RST 6.5 a 34H (TOMA), 3) RST 5.5 a 2CH (TOMA1). Se producirán estos saltos cuando se reconozcan las interrupciones. Además de deshabilitar la interrupción del micro es necesario deshabilitar la correspondiente en el reloj antes de ser nuevamente programada (explicadas en el capítulo correspondiente al reloj).

En el ORG 0 salta a RUTIN5, así como después de cada interrupción cuando ésta se ha deshabilitado donde comienza una nueva espera por la interrupción.

RUTINA DE LOCALIZACION EN ENSAMBLADOR

```
EXTRN RUTIN5
ORG 0
LXI SP,STACK
JMP RUTIN5
ORG 34H
JMP TOMA
ORG 2CH
JMP TOMA1
ORG 3CH
JMP SALE
CSEG
TOMA:DI
    MVI A,00H
    STA 2016H
    JMP RUTIN5
TOMA1:DI
    LDA 2010H
    JMP RUTIN5
SALE:DI
    MVI A,OFFH
    STA 6723H
    JMP RUTIN5
END
```

DISEÑO HARDWARE DEL DATA LOGGER

DISEÑO HARDWARE DEL DATA LOGGER

INTRODUCCION

El hardware del Registro Lógico de Datos pretende el mínimo consumo. Para ello se ha utilizado la tecnología CMOS. El uso de ésta ha supuesto que aparezcan nuevos problemas. En el caso de hacer lo mismo con una tecnología de uso más frecuente ,por ejemplo TTL, no habrían aparecido.

En primer lugar ha estado la dificultad en conseguir información sobre algún circuito integrado. Concretamente ha sido el microprocesador CMOS80C85, aunque finalmente se pudo conseguir. Además, ha sido bastante difícil conseguir algunos c.i.'s como el MM58167A (reloj), 27C32 (eprom) y M5M80C85 (microprocesador) que tuvieron que ser conseguidos en Madrid y, aún allí, fue difícil encontrarlos.

Por otra parte, la ayuda en el diseño hardware es dada por el Sistema de Desarrollo, y ,más concretamente, por el Emulador ICE-85. En uno de los manuales se lee que no emula con entradas MOS. Afortunadamente, no es del todo cierto. Pues si hubiera sido así, este trabajo no se podría haber llevado a cabo.

Se sabe que TTL y CMOS son, en gran medida, compatibles electricamente. Luego, los problemas vendrán a

partir de que CMOS es más lento que TTL. Por lo tanto, y debido a que, hasta casi el final del trabajo, no se conocen las características del 80C85 se emulará con el 8085.

En un principio, se intenta ver hasta que punto es posible emular con el ICE-85. Para ello, se parte de lo mínimo. Lo mínimo es el 8085, un latch (74HC373), un decodificador (74HC138). Hará falta un circuito donde se pueda leer y escribir (para poder comprobar que el sistema mínimo está bien), una memoria (6116).

La ventaja de trabajar con el emulador supone mapear el sistema como queramos. Podremos asignar zonas de memoria para la EPROM, la RAM. Podrán ser asignadas dentro de la memoria del emulador o "fuera", es decir, como están físicamente en el equipo. Esta es la forma de comprobar de que lo que estamos haciendo está bien.

En esta prueba se comprobó que iba bien, podía leer y escribir. Se sabía ya que se podía trabajar con el ICE-85.

HARDWARE DEL REGISTRO LOGICO DE DATOS

Se pretende dar una visión, sin volver a entrar en detalles en cuanto al funcionamiento de algunos c.i.'s pues ya han sido vistos en el apartado dedicado a ellos. Sería interesante estudiarlo con las características que son facilitadas al final de la memoria.

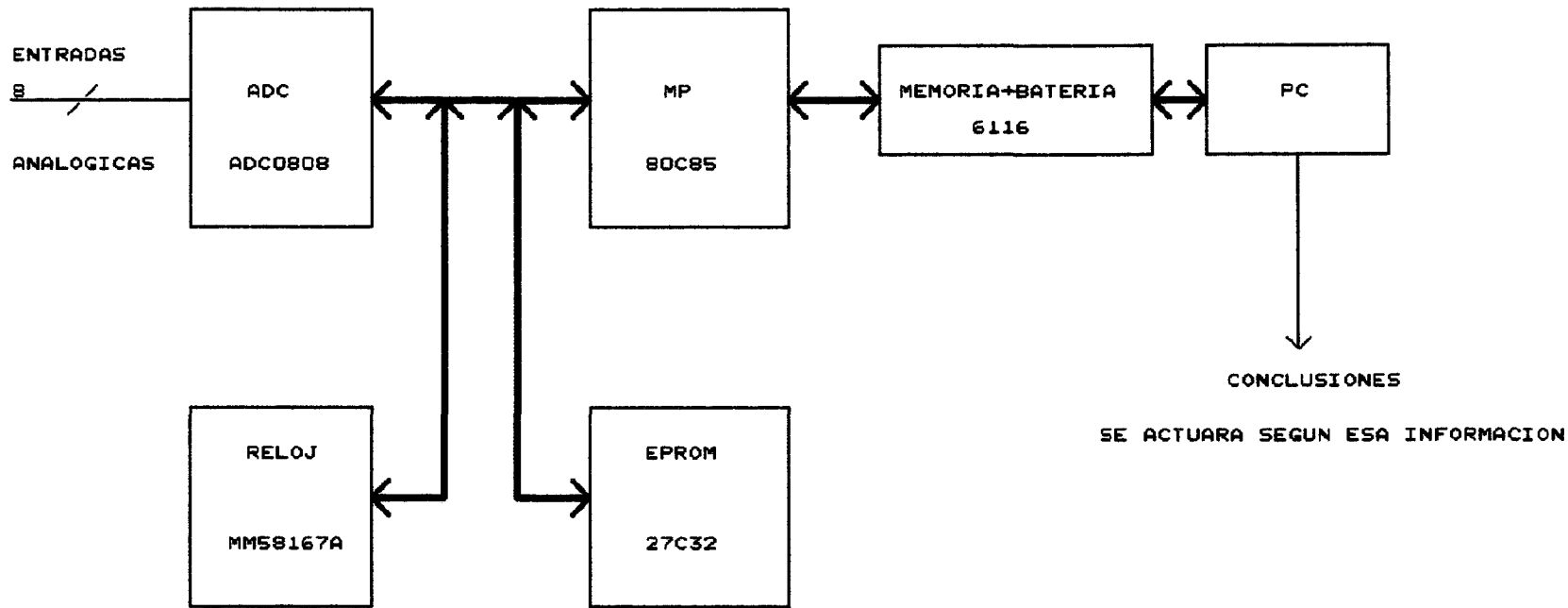
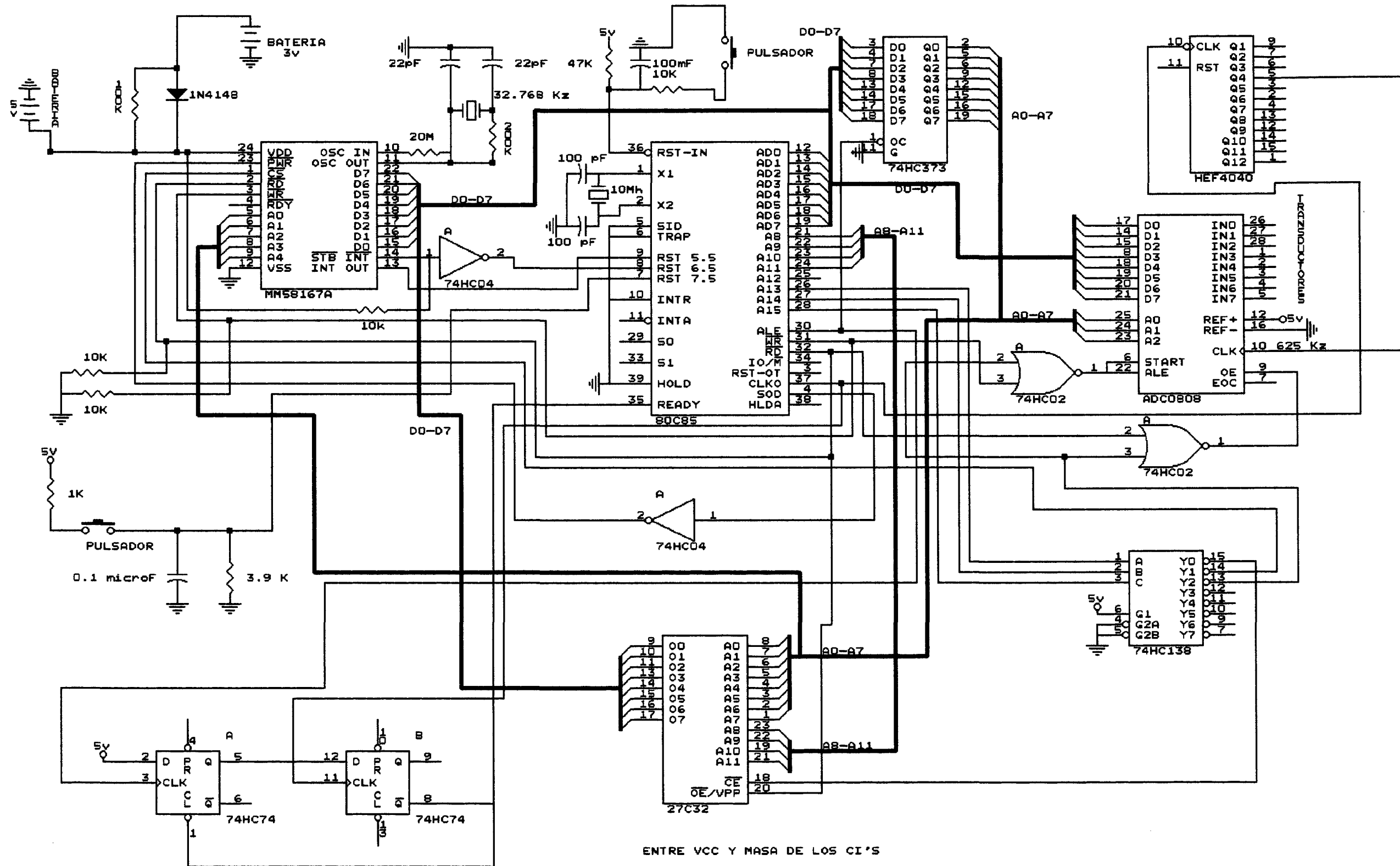


DIAGRAMA DE BLOQUES SIMPLIFICADO DEL REGISTRO LOGICO DE DATOS Y SU CONEXION AL PC

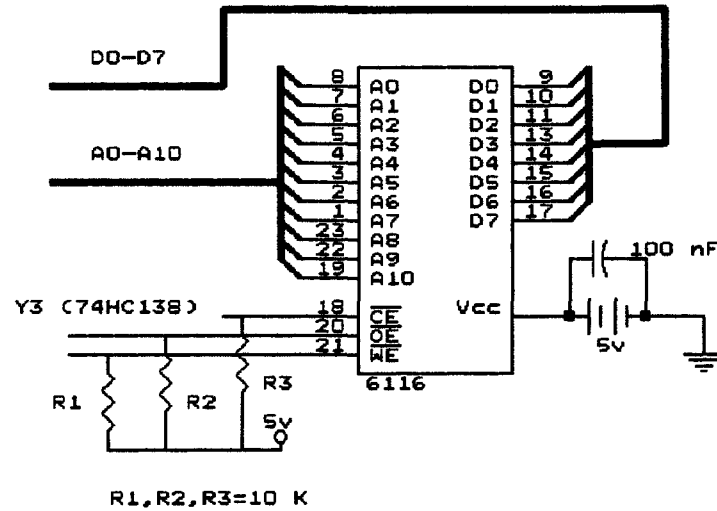


ENTRE VCC Y MASA DE LOS CI'S
CONDENSADORES DE DESACOPLO DE 100nF

HARDWARE DEL REGISTRO LOGICO DE DATOS

MEMORIA Y BATERIA DEL REGISTRO LOGICO DE DATOS

CONEXIONES DE LA
MEMORIA AL REGISTRO
LOGICO DE DATOS



LAS CONEXIONES A LOS CONECTORES DB25 , EN AMBOS LADOS , SIGUEN
EL ORDEN DE LOS PIN DE LA 6116.

DIRECCION	ZONA	COMPONENTE	DIMENSION POSIBLE	DIMENSION OCUPADA
0000-1FFF	EPROM	27C32	8K	04DCH
2000-3FFF	RELOJ	MM58167A	8K	1FH
4000-5FFF	ADC	ADC0808	8K	08H
6000-7FFF	RAM	6116	8K	2001 BYTES
8000-9FFF	VACANTE.POSIBLE AMPLIACION			
A000-BFFF	VACANTE.POSIBLE AMPLIACION			
C000-DFFF	VACANTE.POSIBLE AMPLIACION			
F000-FFFF	VACANTE.POSIBLE AMPLIACION			

MAPEADO DE MEMORIA DEL DATA LOGGER

DIMENSION POSIBLE :MAXIMA ZONA DE MEMORIA QUE PODRIA OCUPAR UN COMPONENTE
NO TIENE PORQUE SER EL QUE ESTA AHORA

2001 BYTES: NO SON 2048 YA QUE EL PROGRAMA QUE VA EN EPROM OCUPA UN CIERTO NUMERO DE BYTES
DE LA RAM (ZONA DE STACK Y DATA.RAZON EMULADOR ICE-85)

Primero hay que ver cual es el mapeado de memoria del sistema, como se observa en la tabla. Mapear quiere decir distribuir. Se lleva a cabo mediante el decodificador 74HC138, cuyas entradas serán seleccionadas por los 3 bits más significativos (A15,A14,A13) del bus de direcciones. De las 8 salidas disponibles, sólo se han utilizado 4 , quedando el resto para posibles ampliaciones.

En el esquema eléctrico han quedado ya comentados en apartados anteriores casi todos los detalles a nivel hardware. Sin embargo es necesario hacer referencia al circuito del RST-IN (reset) y a la importancia que este tiene.

En la memoria hay una serie de variables que son dadas por el PC y necesarias para la ejecución del programa. En el momento de dar alimentación a un sistema es imprevisible el resultado que se almacena en la memoria. En los sistemas que no necesiten datos previos para su ejecución esto no supone ningún problema. Se inicializa el sistema con el RESET y punto.

No es este el caso ya que esos datos previos sí son necesarios. Por lo tanto, es necesario que no haya ninguna modificación cuando se conecta la memoria con la alimentación. En el momento de la desconexión debe ocurrir lo mismo.

Es necesario que el equipo esté en ALTA IMPEDANCIA en el momento de la conexión y desconexión. Esta es la función del circuito de RESET. Cuando se activa la entrada RST-IN el sistema se pone en alta impedancia.

La frecuencia con la que trabajará el ADC0808 será 625KHZ conseguida dividiendo por 8 (contador 4040) la salida CLK OUT del microprocesador (5MHZ).

El cristal utilizado por el reloj es de 32,768 Hz. Mediante su contador por 32 conseguirá la frecuencia de 1KHz (1 milisegundo) básica para su funcionamiento. Un diodo y una resistencia con la batería de 3V permite que el reloj siga conservando la hora en caso de fallo de la batería que alimenta al equipo.

El 74HC373 (Triestate Octal D Type Latch) permite separar bus de datos y direcciones, ya que en el 80C85 ambos van multiplexados.

Queda comentar la velocidad a que va a funcionar el equipo. Mientras se han hecho las pruebas con el 8085 (con un cristal de 4MHz) no ha habido ningún problema. Al recibir la información del 80C85 se observa que funciona a una velocidad de 5MHZ, es decir, con un cristal de 10MHZ. Esto sí dará problemas de velocidad. Era difícil suponer que siendo el microprocesador CMOS funcionase a una velocidad más alta que TTL.

Al haber problemas de velocidad es necesario generar un circuito de retardo mediante el 74HC74. Consta de dos flip-flop tipo D. Dicho circuito provoca un estado de espera en cada ciclo de máquina del 80C85. A pesar de este circuito de retardo sigue habiendo un problema con el reloj. La velocidad sigue siendo demasiado alta y no permite leer.

Llegado a este punto es necesario tomar una determinación. Es de destacar que poder leer del reloj sólo sirve en el momento de la conexión para salvar la hora de inicio en la RAM. En la desconexión también se guarda la hora final.

Evidentemente lo interesante es tener localizada en el tiempo una determinada muestra. Esto puede ser conseguido mediante software. Los bytes de la hora inicial se le darán al equipo en los bytes correspondientes de la RAM. Y por medio de una serie de variables que utiliza el Data Logger se puede calcular la hora correspondiente a cualquier muestra. La solución es adecuada. Además, debido a este inconveniente que surgió, con la solución que se dió el rendimiento software del equipo queda mejorado.

Destacar que el ADC0808 se conecta como un módulo de memoria enganchado al sistema (como quedó comentado en el estudio del mismo).

Para intentar que el consumo sea lo más bajo posible

se hace lo siguiente. Cuando el equipo no está activo, todos aquellos circuitos que tengan una entrada de STAND BY se habilitan. El 80C85 por medio del estado HALT. Las memorias CMOS por hardware. Mientras no estén habilitadas, se encuentran en STAND BY. El reloj por medio de POWER DOWN. El resto de los circuitos no tienen entrada de STAND BY específicamente. Sin embargo, los circuitos que consumen más son los anteriores.

El hecho de utilizar HCMOS para el latch, puertas lógicas y flip-flop se debe a razones de emulación. Para utilizar el Sistema de Desarrollo era necesario según unas consultas hechas. De cualquier forma y , con las características a la vista, la cuestión de bajo consumo es cumplida sobradamente por los circuitos HCMOS utilizados.

La mayoría del tiempo el circuito permanecerá en situación de STAND BY y sólo saldrá de esta para tomar el dato. Dependiendo de la velocidad de muestreo durará más ó menos la batería.

La capacidad de la memoria utilizada (6116) es de 2K. En su lugar se podría poner hasta una de 8K (por como está definido el mapeado de memoria). Si fuera necesaria más memoria se podrían utilizar las salidas vacantes del decodificador de direcciones.

CONEXION AL PC

CONEXION AL PC

Para el procesamiento de los datos que se encuentran en la memoria se ha utilizado un interface ya diseñado al que se le ha hecho una aplicación particular para este caso. La referencia de este interface se encuentra en el proyecto "Integración de periféricos controlados por microprocesador. Interconexión al PC. Aplicación a un frecuencímetro digital controlado por ordenador. (José Tomás Gil Collado)".

Este interface es de propósito general y aprovecha el bus de expansión de un PC. Al ser de propósito general se puede usar para aplicaciones particulares utilizando lo que nos hace falta. El interface proporciona dos 8255 de las cuales sólo será necesario utilizar una de ellas.

Tiene un microswitch de 4 posiciones que dependiendo de como se encuentre se accede a distintas direcciones. Las direcciones utilizadas para esta aplicación particular son las siguientes : 1) D0-D7--PA--0300H, 2) A0-A7--PB--0301H, 3) A8-A10 y CE-OE-WE--PC--0302H. Como puerto de control se utiliza el 0303H. Las posiciones del microswitch para estas posiciones son : 1,2,3 cerrado y 4 abierto.

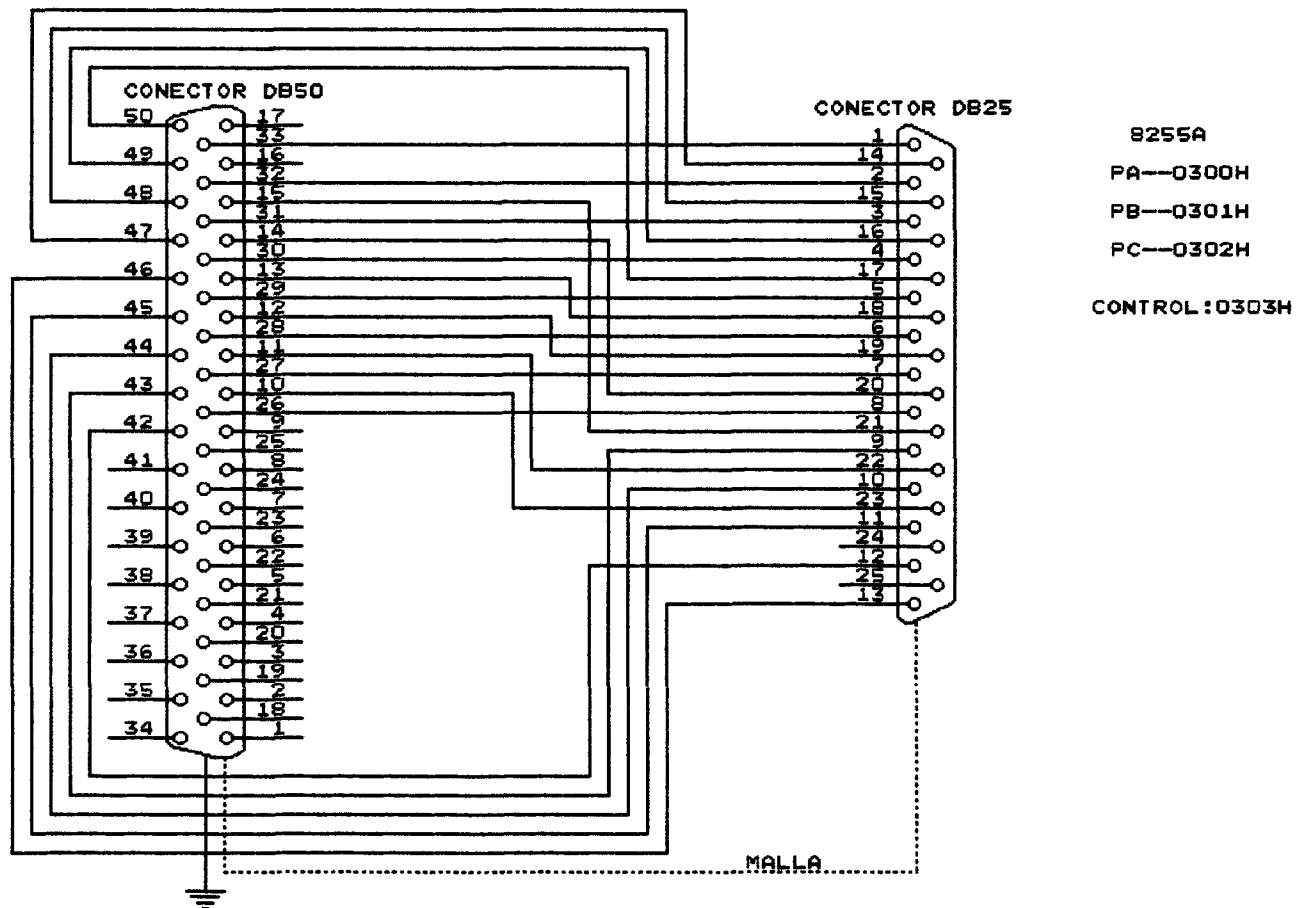
Para un mejor estudio se recomienda estudiarlo en el proyecto en el que se ha hecho referencia, ya que en este capítulo sólo se hace una aplicación particular de éste.

MICROSWITCH				8255 A	8255 B
1	2	3	4	DIRECCIONES	
0	0	0	0	0300H	-
0	0	1	0	0304H	-
0	1	0	0	0308H	-
0	1	1	0	030CH	-
1	0	0	0	0310H	-
1	0	1	0	0314H	-
1	1	0	0	0318H	-
1	1	1	0	031CH	-
0	0	0	1	0300H	0310H
0	0	1	1	0304H	0314H
0	1	0	1	0308H	0318H
0	1	1	1	030CH	031CH

PUERTOS DE E/S PARA PC

DIRECCIONES DE LA TARJETA CON LOS SWITCHES

PA7 PA6 PA5 PA4 PA3 PA2 PA1 PA0 PC5 PC4 PC3 PC2 PC1 PC0 PB7 PB6 PB5 PB4 PB3 PB2 PB1 PB0
 ↑↑ ↑↑ ↑↑ ↑↑ ↑↑ ↑↑ ↑↑ ↑↑ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
 D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 WE OE CE A10 A9 A8 A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0



CONEXION DEL INTERFACE DE E/S CON LA MEMORIA

EXPLICACION DEL PROGRAMA DE CONEXION AL PC

PROGRAMA DE CONEXION AL PC

El programa para el procesamiento de los datos está hecho en GW-BASIC. Por una parte escribiremos los parámetros necesarios para que el Data Logger trabaje y, por otra, habrá que ordenar todas las muestras que se encuentren en la memoria. Ordenar supodrá separar las muestras según los transductores ó entradas analógicas.

El objetivo del programa es ,además de separar las muestras, tenerlas localizadas en el tiempo. Para ello se incorpora una rutina que permite calcular la hora de una determinada muestra. El motivo de esto es bien sencillo. Tener localizada una muestra en el tiempo permite tener una mayor información de como varía cualquier parámetro físico. En un plano real los valores de tensión que tenemos en la memoria serán convertidos a su correspondiente valor físico mediante la tabla del tranductor correspondiente.

El manejo del programa es sencillo. El menú principal consta de: 1. Lectura del Registro Lógico de Datos y 2. Escritura de nuevos parámetros. Mediante 2 haremos eso, introducir nuevos parámetros. Previamente visualizará los parámetros actuales.

Mediante 1 se leerá todo el contenido de la memoria. Y separará lo que son parámetros de lo que son datos. Los datos ó muestras los separará según la entrada adecuada.

Una vez que el proceso anterior se ha efectuado, se accede al siguiente menú que constará de :1.Visualizar parámetros actuales y 2.Visualizar datos del transductor. En la opción 1 se mostrarán los siguientes parámetros:

- 1)Número de entradas analógicas.
- 2)Unidad de muestreo.
- 3)Tiempo de muestreo de cada transductor.
- 4)Cambio de hora.
- 5)Modo de trabajo.

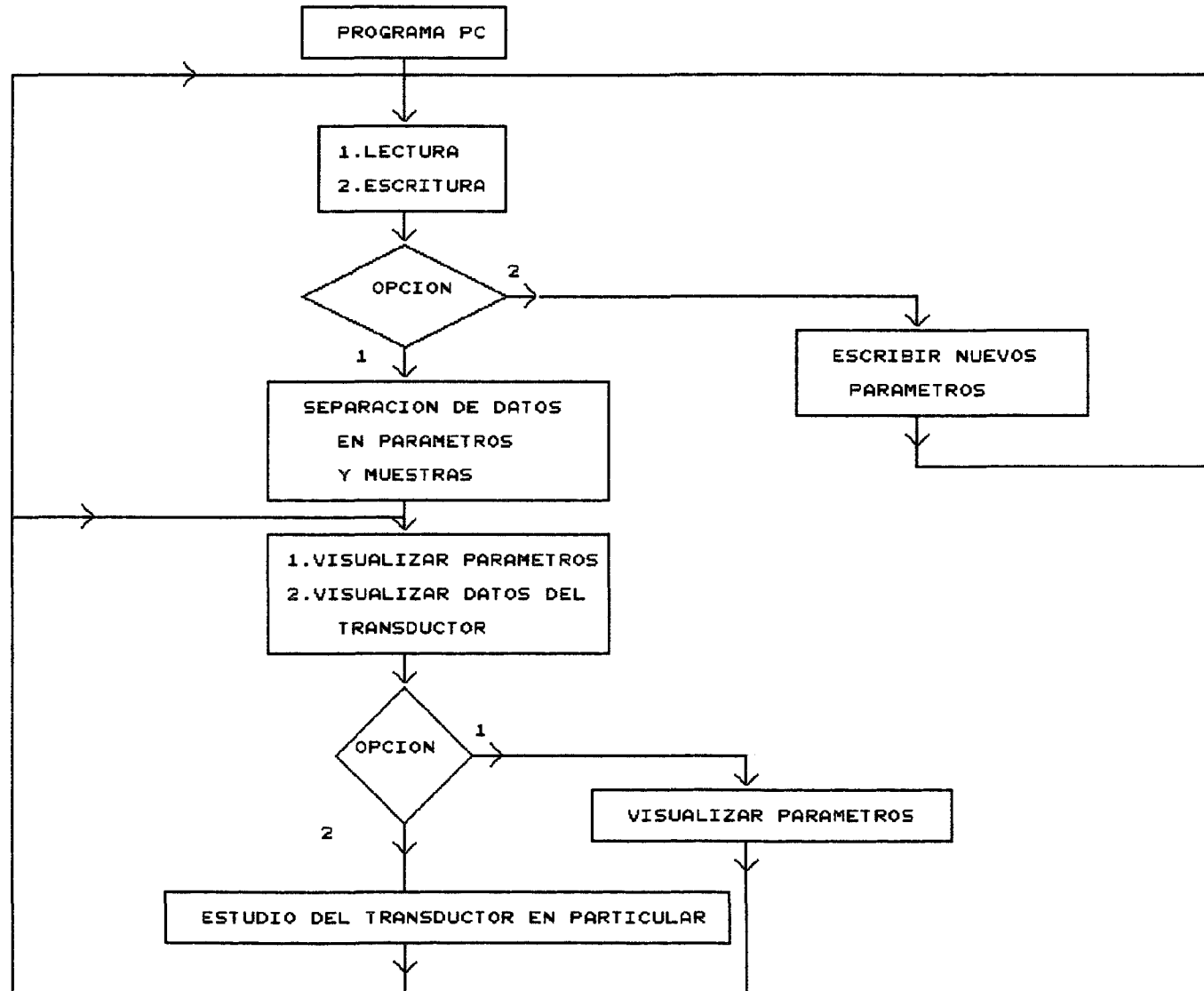
En la opción 2, visualización de los datos de un transductor elegido, se muestran:

- 1)La hora de conexión.
- 2)Los valores de las muestras de dicho transductor.
- 3)Posibilidad de determinar la hora de cualquier muestra.

En la opción 2 del menú principal se escribirán nuevos parámetros en el caso de que por cualquier motivo se desee variar alguno.Estos son los mismos que para la opción de visualización de parámetros.

ORGANIGRAMA DEL PROGRAMA DE CONEXION AL PC

ORGANIGRAMA DEL PROGRAMA DE CONEXION AL PC



PROGRAMA DE CONEXION AL PC EN GWBASIC

```

10 DIM A(10),MU(250),M(7,250),E(12)
110 CLS
210 PRINT"1.Lectura de Registro Lógico de Datos"
310 PRINT"2.Escritura de nuevos parámetros"
410 INPUT"Para salir pulsar s ",R$
510 IF R$="s" THEN CLS:PRINT"Se terminó":END
610 INPUT"OPCION (1 o 2)=",OP
710 IF OP<1 OR OP>2 THEN 610
810 IF OP=1 THEN GOSUB 8910 ELSE GOSUB 5210
910 CLS
1010 IF OP=1 THEN GOSUB 1310 ELSE GOTO 110
1110 GOTO 110
1210 CLS
1310 PRINT"1.Visualizar parámetros actuales"
1410 PRINT"2.Visualizar datos del transductor"
1510 INPUT"Pulsar P para el menú principal ",R$
1610 IF R$="p" THEN GOTO 110
1710 INPUT"OPCION (1 o 2)=",OPC
1810 IF OPC<1 OR OPC>2 THEN 1710
1910 IF OPC=1 THEN GOSUB 2110 ELSE GOSUB 3510
2010 GOTO 1210
2110 CLS
2210 PRINT"Parámetros actuales"
2310 PRINT"1.Número de entradas analógicas=";EA;
2410 GOSUB 7910
2510 PRINT
2610 PRINT"2.Unidad de muestreo";UM;"=";UB$
2710 PRINT"3.Tiempo de muestreo analógico"
2810 FOR A=0 TO EA
2910 PRINT"Tiempo del transductor";A;"=";TM(A)
3010 NEXT A
3110 PRINT"4.Cambio de hora (1=si 0=no)";CH
3210 PRINT"5.Modo de trabajo (1=fuente 0=batería)";MT
3310 INPUT"Pulsar s para seguir ",R$
3410 IF R$="s" THEN RETURN ELSE 3310
3510 CLS
3610 INPUT "Visualizar datos del transductor número ",T
3710 PRINT"Hora de conexión"
3810 FOR A=0 TO 7
3910 PRINT HI(A),S$(A)
4010 NEXT A
4110 PRINT"Número de muestras";N(T)
4210 PRINT"Valores de las muestras"
4310 B=0:C=0
4410 FOR A=0 TO N(T)-1
4510 IF A>9 THEN C=1:IF A>99 THEN C=2
4610 PRINT A;"=";M(T,A);SPC(4-C);
4710 B=B+1:IF B=5 THEN PRINT:B=0
4810 NEXT A
4910 PRINT
4920 INPUT "¿Hora de alguna muestra en particular? ",R$
4930 IF R$="s" THEN GOSUB 8720
5010 INPUT"pulsar s (seguir) , a (menú anterior) ",R$
5110 IF R$="s" THEN GOTO 3510 ELSE RETURN
5210 CLS
5310 GOSUB 2110
5410 CLS
5510 INPUT"Parámetro a modificar (1,2,3,4 o 5) ",P

```

```

5610 IF P=1 THEN INPUT"Número de entradas analógicas (0 a 7) ",EA
5710 IF P=1 THEN DD=17:DATO=EA:GOSUB 17210
5810 IF P=2 THEN INPUT"Introduce unidad de muestreo (0 a 6)",UM
5910 IF P=2 THEN DD=19:DATO=UM:GOSUB 17210
6010 IF P=3 THEN INPUT"Entrada a variar (0 a 7) ",E
6110 IF P=3 THEN INPUT"Nuevo tiempo de muestreo (1-255) ",TM(E)
6210 IF P=3 THEN DD=20+E:DATO=TM(E):GOSUB 17210
6310 IF P=4 THEN GOSUB 7310
6410 IF P=4 THEN DI=0:FOR A=0 TO 7:DD=DI:DATO=HI(A):GOSUB 17210
6510 IF P=5 THEN INPUT"Modo de trabajo ",MT
6610 IF P=5 THEN DD=31:DATO=MT:GOSUB 17210
6710 IF P=5 AND MT=0 THEN PRINT"Modo batería" ELSE PRINT"Modo fuente"
6810 DD=34:DATO=0:GOSUB 17210
6910 DD=1827:DATO=0:GOSUB 17210
7010 DD=16:DATO=1:GOSUB 17210
7110 INPUT"¿Desea modificar algún otro (s o n)? ",R$
7210 IF R$<>"s" THEN RETURN ELSE GOTO 5410
7310 FOR A=0 TO 7
7410 PRINT S$(A);SPC(4),
7510 INPUT H
7610 HI(A)=H
7710 NEXT A
7810 RETURN
7910 RESTORE 8310
8010 FOR A=0 TO 7
8110 READ C$(A)
8210 NEXT A
8310 DATA "milésima","décima","segundo","minuto"
8410 DATA "hora","d.semana","d.mes","mes"
8510 UB$=C$(UM+1)
8610 FOR A=0 TO 7:S$(A)=C$(A):NEXT A
8710 RETURN
8720 REM rutina que calcula la hora de una muestra
8722 CLS
8723 INPUT"Número de muestra ",NU
8724 PRINT NU;"=";M(T,NU)
8726 A=TM(T):TP=(A*(NU+1))-1:PRINT "Tiempo transcurrido=";TP;UB$
8732 FOR A=0 TO 7:HF(A)=HI(A):NEXT A
8733 GOSUB 8741
8734 PRINT:PRINT
8735 IF HF(5)=0 THEN HF(5)=7
8736 IF HF(6)=0 THEN HF(6)=1
8737 IF HF(7)=0 THEN HF(7)=12
8738 FOR A=0 TO 7 :PRINT HF(A),HI(A):NEXT A
8739 RETURN
8740 FLIP=0
8741 FOR A=1+UM TO 7
8742 GOSUB 8750
8743 IF FLIP=0 THEN HF(A)=HF(A)+TP MOD Z:FLIP=1
8744 IF HF(A)>=Z THEN S=HF(A):HF(A)=S MOD Z
8745 S=S/Z:S=FIX(S)
8746 HF(1+A)=HF(1+A)+S:PRINT HF(A),HF(1+A),Z
8747 TP=HF(A+1)
8748 NEXT A
8749 RETURN
8750 RESTORE 8754
8751 FOR B=1 TO 7
8752 READ U(B)

```

```

8753 NEXT B
8754 DATA 99,60,60,24,7,0,12
8755 IF U(A)<>0 THEN Z=U(A)
8756 IF U(A)=0 THEN GOSUB 8758
8757 RETURN
8758 RESTORE 8762
8759 FOR D=1 TO 12
8760 READ E(D)
8761 NEXT D
8762 DATA 31,28,31,30,31,30
8763 DATA 31,31,30,31,30,31
8764 Z=E(HI(7))
8765 RETURN
8810 REM obtener parámetros de la memoria
8910 DD=0:DATO=0:GOSUB 17210
9010 DI=0
9110 FOR A=0 TO 7
9210 DD=DI
9310 GOSUB 15910
9410 HI(A)=DATO
9510 PRINT DATO;" ";
9610 DI=DI+1
9710 NEXT A
9810 DD=16
9910 GOSUB 15910
10010 CH=DATO
10110 PRINT DATO;" ";
10210 DD=17
10310 GOSUB 15910
10410 EA=DATO
10510 PRINT DATO;" ";
10610 DD=19
10710 GOSUB 15910
10810 UM=DATO
10910 PRINT DATO;" ";
11010 DI=20
11110 FOR A=0 TO EA
11210 DD=DI
11310 GOSUB 15910
11410 TM(A)=DATO
11510 PRINT DATO;" ";
11610 DI=DI+1
11710 NEXT A
11810 DD=31
11910 GOSUB 15910
12010 MT=DATO
12110 PRINT DATO;" ";
12210 DD=34
12310 GOSUB 15910
12410 IN=DATO
12510 PRINT DATO;" ";
12610 REM cálculo del número total de muestras
12710 DD=32
12810 GOSUB 15910
12910 N1=DATO
13010 PRINT N1;" ";
13110 DD=33
13210 GOSUB 15910

```

```

13310 N2=DATO
13410 PRINT N2;" ";
13510 N2=N2*16^2
13610 NT=N1+N2
13710 PRINT NT
13810 DI=35
13910 FOR A=0 TO NT-1
14010 DD=DI
14110 GOSUB 15910
14210 MU(A)=DATO
14310 PRINT MU(A);" ";
14410 NEXT A
14510 REM inicializacion de variables
14610 FOR A=0 TO EA
14710 FR(A)=TM(A):N(A)=0
14810 NEXT A
14910 I=0
15010 REM ordenación de muestras segun entradas
15110 WHILE I<>NT
15210 FOR A=0 TO EA
15310 IF FR(A)<>0 THEN FR(A)=FR(A)-1
15410 IF FR(A)=0 THEN M(A,N(A))=MU(I):N(A)=N(A)+1:FR(A)=TM(A):I=I+1
15510 NEXT A
15610 WEND
15710 RETURN
15810 REM rutina de lectura
15910 OUT &H303,144
16010 OUT &H302,40
16110 GOSUB 18110
16210 PC=40 OR DIREC
16310 OUT &H301,PB
16410 OUT &H302,PC
16510 PC= DIREC OR 32
16610 OUT &H302,PC
16710 DATO=INP(&H300)
16810 PC=40 OR PC
16910 OUT &H302,PC
17010 RETURN
17110 REM rutina de escritura
17210 OUT &H303,128
17310 OUT &H302,8
17410 GOSUB 18110
17510 PC=8 OR DIREC
17610 OUT &H301,PB
17710 OUT &H302,PC
17810 OUT &H300,DATO
17910 OUT &H302,DIREC:OUT &H302,PC
18010 RETURN
18110 FOR K=0 TO 10
18210 R=DD MOD 2:C=DD\2
18310 A(K)=R:DD=C
18410 NEXT K
18510 PB=0:PC=0
18610 FOR K=0 TO 10
18710 IF K<8 THEN PB=A(K)*2^K+PB
18810 IF K>7 THEN PC=A(K)*2^(K-8)+PC
18910 NEXT K
19010 DIREC=PC

```


19110 RETURN

CONSUMO DEL REGISTRO LOGICO DE DATOS

El Registro Lógico de Datos implementado tiene un consumo de 90 mA. Uno de sus componentes es de tecnología TTL, la memoria EPROM. Su equivalente en CMOS, 27C32 se tiene. Pero no el grabador de EPROM adecuado. Se ha intentado hacerlo con los disponibles pero no han servido.

La memoria eprom 2732 tiene un consumo de 40-50 mA, diez veces más que su equivalente CMOS. Entonces, con la 27C32 se quedaría en 35-40 mA.

Hay que tener en cuenta que aunque los circuitos integrados escogidos son CMOS y su consumo es muy bajo hay, además, otros componentes que son pasivos como resistencias (16) y condensadores (17) que consumen más y son necesarios ponerlos por cuestiones de diseño.

En resumen, el resultado es bueno. Grabar la 27C32, con lo que el equipo pasaría a consumir como máximo la mitad de lo que consume ahora, depende sólo de encontrar el grabador adecuado. Repetir de nuevo que los componentes que consumen más se han sustituido todos por CMOS (microprocesador, RAM, reloj, ADC) salvo la EPROM.

Solamente se han utilizado circuitería HCMOS para los otros componentes (decodificador, latch, puertas), por las razones ya especificadas en el diseño hardware, cuya disipación de potencia era de microW en vez de los nW en sus equivalentes CMOS.

PRESUPUESTO DEL REGISTRO LOGICO DE DATOS

PRESUPUESTO DEL REGISTRO LOGICO DE DATOS

A)CIRCUITOS INTEGRADOS:

Referencia	Cantidad	Total
MM58167A	1	3764
74HC04	1	100
74HC02	1	100
74HC74	1	100
74HC373	1	176
HEF4040	1	102
ADC0808	1	1367
74HC138	1	42
27C32	1	1125
80C85	1	2375
6116	1	975

TOTAL de C.I.= 10226 pts.

b)Resistencias y condensadores:

16 Resistencias *10= 160

17 Condensadores *15= 255

TOTAL de R y C=415 pts

c)Zócalos de wire-wrapping:

1 de 40 pin=913

1 de 28 pin=639

3 de 24 pin=550*3=1650

1 de 20 pin=462

2 de 16 pin=366*2=732

3 de 14 pin=320*3=960

TOTAL de zócalos de wire-wrapping=5356 pts.

d)Conectores y carcasas:

3 de 25 pin=3*200=600

1 de 50 pin=600

3 carcasas de 25 pin=175*3=525

1 carcasa de 50 pin=225

TOTAL de conectores y carcasas=1950 pts.

e)Otros componentes hardware:

1 Xtal de 32.768 khz=400

1 Xtal de 10 Mhz=400

1 Batería de níquel-cadmio=860

1 Cargador de batería=1200

2 pulsadores=60*2=120

Cajas de metal =950

TOTAL de otros=3930 pts.

f)Gastos de papelería:

Gastos de encuadernación=2400

Gastos de portada=1200

Papel de impresora=1500

Fotocopias durante el proyecto=2000

TOTAL de gastos de papelería=7100 pts.

TOTAL= 10226+415+5356+1950+3930+7100=28977 PTS.

BIBLIOGRAFIA

A) Libros y revistas utilizados:

-Circuitos Electrónicos (tomos 3 y 4), Elías Muñoz Merino.

-Microprocesadores y Lógica programada, Kenneth L. Short.

-Transductores y medidores electrónicos, serie Mundo Electrónico.

-Microprocesadores: funcionamiento y diseño, J. M. Angulo.

-Interconexión de periféricos a microprocesadores, serie Mundo Electrónico.

-Revistas de Automática e Instrumentación.

-Revistas de Miniwatt.

B) Software utilizado:

-Sistemas Operativos: ISIS 2, MS-DOS 3.2.

-Lenguajes utilizados: ASM-85, PLM-80, GW-BASIC, ICE-85.

C) Catálogos para los circuitos integrados (de los que se adjunta en una separata las fotocopias).