

# IS23 Mantenimiento de Instalaciones Informáticas

## Práctica 1. Instrumentación

Ingeniería Técnica Informática de Sistemas

### 1 – Objetivos

Con esta práctica se pretende que el estudiante sepa utilizar los diferentes instrumentos y equipos que se ponen a su disposición y escoger el adecuado según las magnitudes a medir y/o sistemas bajo estudio.

### 2 – Material

Para el desarrollo de la práctica se va a utilizar el material de laboratorio que se detalla a continuación:

Instrumentos de medida:

- Multímetro digital
- Osciloscopio digital
- Analizador lógico

Sistemas objeto de estudio

- Fuente de alimentación
- Generador de funciones
- Microinstructor del procesador Motorola 68000
- Protoboard y resistencias de diversos valores

### 3 – Introducción teórica

Al inicio de la sesión se repasarán ciertos conceptos ya vistos en asignaturas anteriores. En particular se tratará:

Utilización de instrumentos de laboratorio

- Multímetro
- Osciloscopio digital
- Analizador lógico como máquina de tiempos
- Analizador lógico como máquina de estados
- Generador de funciones
- Fuente de alimentación

El procesador Motorola 68000 y el microinstructor

- Conexiones del procesador
- Cronogramas del bus del Motorola 68000

## 4 – Desarrollo de la práctica. Primera sesión

Para la primera sesión de la presente práctica, se debe disponer en cada puesto de trabajo de un multímetro digital, un osciloscopio digital, una fuente de alimentación y un generador de funciones, con los correspondientes cables de interconexión.

- **Medida de tensión continua:** Se empleará la fuente de alimentación para generar una tensión. Se hará uso de la posibilidad de apilar las salidas de la fuente de alimentación para aumentar el voltaje de la salida y adicionalmente conseguir un voltaje intermedio o masa flotante. Asimismo se confeccionará un divisor de tensión y se comprobará que se cumple la Ley de Ohm.
  - Multímetro
  - Osciloscopio
  
- **Medida de corriente continua:** Se empleará la fuente de alimentación para generar una tensión controlada que dará lugar a diferentes corrientes dependiendo de la carga que se le conecte. Se hará uso del limitador de amperaje incorporado en la fuente de alimentación. Se realizarán mediciones de la corriente que atraviesa el divisor de tensión obtenido en el apartado anterior.
  - Multímetro
  - Osciloscopio
  
- **Medida de tensión alterna:** Se empleará el generador de funciones para conseguir una señal periódica alterna con perfil senoidal, triangular, cuadrado o diente de sierra y se observará el efecto de la medición de las diferentes señales con el multímetro y con el osciloscopio. Se comprobará la relación entre voltaje pico a pico y voltaje eficaz.
  - Multímetro
  - Osciloscopio
  
- **Medida de corriente alterna (pinza amperimétrica):** La medida de la corriente en un circuito implica normalmente la inserción del instrumento en el mismo. Sin embargo, en el caso de que la corriente sea alterna, los campos electromagnéticos variables generados por ésta pueden ser detectados por un instrumento denominado **pinza amperimétrica** que consiste en una espira que rodea a uno de los conductores. En caso de disponer de un multímetro en lugar de pinza amperimétrica, los multímetros del laboratorio poseen escala de medición de corriente alterna.
  - Multímetro
  
- **Medida de frecuencia y periodo de la señal:** Se utilizará el generador de funciones para conseguir señales periódicas que estudiar con el osciloscopio.
  - Osciloscopio

## 5 – Desarrollo de la práctica. Segunda sesión

En la segunda sesión de la práctica se procederá a la medida de señales digitales mediante el analizador lógico, empleando como sistema bajo estudio el microinstructor 68000. Para ello se incluyen en el presente boletín de prácticas los anexos correspondientes a la introducción al analizador lógico y al microinstructor

### 1 – Medición de tiempos

En este primer ejercicio se pretende realizar la medida de los tiempos que aparecen en el cronograma de la *Figura II-4* (ver ANEXO II) de un ciclo de lectura del microprocesador Motorola 68000. Los tiempos a obtener son los siguientes:  $t_{CYC}$ ,  $t_{ALDI}$ ,  $t_{DICK}$ ,  $t_{SHDAH}$  y el tiempo que transcurre desde la activación de la señal \*AS hasta la activación de la señal \*DTACK.

Para ello se deberá conectar el cable plano que se proporciona al conector de expansión J3 del microinstructor y realizar las conexiones indicadas en la *Tabla II-1* (ver ANEXO II) entre dicho conector y las entradas del analizador lógico. Adicionalmente habrá que conectar la señal de reloj del microprocesador a la entrada POD1-J del AL y la señal \*DTACK (no disponible en el conector J3) a la entrada POD1-0 del AL. Para realizar estas conexiones será necesario consultar la *Figura II-3* (ANEXO II) donde se muestra el pinout del microprocesador Motorola 68000

Para realizar las mediciones solicitadas será necesario configurar el AL de forma que se capture un ciclo de lectura. Será necesario establecer las características diferenciadoras de dicho tipo de ciclo de bus a partir del cronograma de la *Figura II-4* y la configuración adecuada de dichas características en las condiciones de disparo del AL.

Una vez realizadas las conexiones y mediciones solicitadas, respóndase a las siguientes preguntas:

- a) - ¿Qué valor se ha obtenido para la frecuencia de reloj del microprocesador Motorola 68000 en que se basa el microinstructor?
- b) - ¿Qué procedimiento se ha seguido para realizar dicha medición? ¿Garantiza dicho procedimiento la correctitud de la medida? ¿Por qué?
- c) - ¿Qué precisión lleva asociada la medición realizada?
- d) - ¿Cuál es el tiempo de acceso a memoria del M68000?

### 2 – Búsqueda de señales

En esta segunda parte de la sesión de prácticas se pretende emplear el AL como ALE. Dado que en este modo de trabajo el AL se emplea para determinar QUÉ sucede en el sistema bajo estudio, se pide determinar las instrucciones de código máquina ejecutadas tras un RESET y las direcciones de memoria que ocupan.

# ANEXO I – Introducción al analizador lógico

A continuación se exponen las características del analizador lógico como instrumento de laboratorio y se explica su manejo.

## 1 – Comparación entre analizador lógico y osciloscopio

**Osciloscopio:** Es un instrumento de laboratorio que permite mostrar simultáneamente una cantidad reducida de señales con gran resolución (de forma analógica) y tomar medidas de tiempos y amplitudes de las mismas. Debe usarse cuando se desee una gran resolución vertical o de tensión (pequeñas variaciones) en las señales. Además generalmente permite gran resolución en el tiempo (intervalos de tiempo muy precisos). Los osciloscopios digitales almacenan la señal muestreada. Habitualmente, poseen 2 ó 4 canales, pudiendo analizar una señal por cada canal.

**Analizador lógico:** Instrumento que permite visualizar simultáneamente gran cantidad de señales (incluso de forma agrupada) pero con una baja resolución (es decir, en formato digital) asignando a cada señal un valor lógico alto o bajo en función de su voltaje. Adicionalmente, el modo habitual de trabajo consiste en realizar una captura de los valores de las señales bajo estudio durante un intervalo de tiempo previamente establecido y almacenar dichos valores en una memoria para que el usuario pueda examinar posteriormente con detenimiento esa información.

Así pues, es aconsejable utilizar el osciloscopio para analizar *físicamente* con gran detalle un número reducido de señales y el AL para estudiar detenidamente el comportamiento *lógico* de un gran número de señales.

## 2 – Características y funciones del analizador lógico

Un analizador lógico realiza un muestreo de las señales de entrada y las almacena como valores binarios, es decir, las compara con un umbral de tensión y transforma cada señal de entrada en un uno o un cero según la tensión esté por encima o por debajo del umbral en el momento del muestreo.

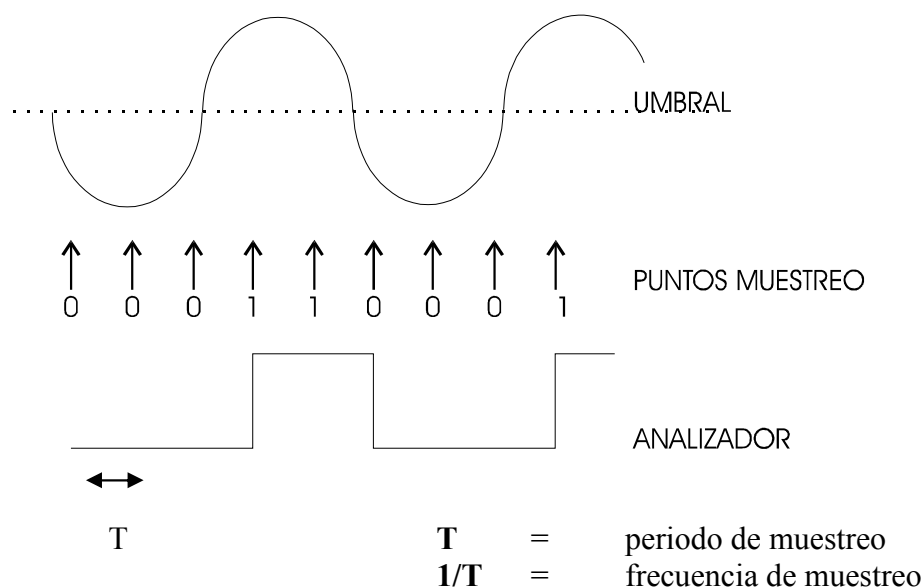
Existen dos modos de trabajo (estrategias para llevar a cabo el muestreo de las señales) para un analizador lógico: de tiempos y de estados. A continuación se explica detalladamente cada una de las dos opciones.

### 2.1 – Analizador lógico de tiempos (ALT)

Un analizador de tiempos es aquel que presenta la información como lo haría un osciloscopio, es decir, la amplitud de tensión en el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal.

Se dice que un analizador es como un osciloscopio digital con resolución vertical de solo un bit. Es decir, en pantalla sólo se pueden presentar dos estados: ALTO o BAJO. Por lo tanto, no podemos medir con este instrumento amplitudes de la señal, ya que la información correspondiente se ha perdido al comparar las señales con el umbral de entrada.

En la *Figura I-1* se muestra el resultado de aplicar una señal senoidal a una entrada de un AL de tiempos:



*Figura I-1 . Resultado de muestrear y digitalizar con el AL una señal senoidal*

Se denomina **periodo de muestreo** al tiempo transcurrido entre dos muestras consecutivas. La elección del periodo de muestreo depende de la máxima frecuencia presente en el conjunto de señales bajo estudio. De la misma forma, dada la relación entre periodo y frecuencia de una señal periódica, se puede definir la **frecuencia de muestreo** como la inversa del periodo de muestreo. Hay ciertas consideraciones a tener en cuenta para establecer dicho valor.

Puede ocurrir que la señal que se muestrea cambie de estado entre dos muestras consecutivas, con lo cual no se percibirían dichas transiciones y la señal aparecería inalterada. Por otro lado, cada una de las variaciones de las señales de entrada se muestran en el instante del próximo muestreo y no en el instante real en que han sucedido, si bien la máxima diferencia entre ambos instantes es igual al periodo de muestreo seleccionado, como muestra la *Figura I-2*.

Cada muestreo consiste en comparar cada señal con el umbral y almacenar en una memoria interna del AL el valor de todas y cada una de las señales en ese instante. Como la memoria disponible en el AL es limitada, se procederá a realizar muestreos hasta que ésta esté llena, abarcando un periodo de tiempo denominado **intervalo de muestreo**. A mayor resolución (mayor velocidad de muestreo) menor intervalo de adquisición (ya que es necesaria más memoria para un mismo intervalo de tiempo).

Como periodo de muestreo debe utilizarse como máximo la mitad del periodo más pequeño de todas las señales presentes en las entradas del AL. Esta regla queda más clara si se expresa en función de la frecuencia (inversa del periodo). De esta forma, la frecuencia de muestreo mínima a emplear debe ser el doble de la máxima frecuencia presente en las señales bajo estudio (Teorema de Nyquist). De esta forma, si estudiamos un circuito cuya señal de reloj (supuestamente la de mayor frecuencia presente en el

mismo) es de 50 MHz, la frecuencia mínima de muestreo deberá ser de 100 MHz y, por tanto, el periodo máximo de muestreo de 10 ns.

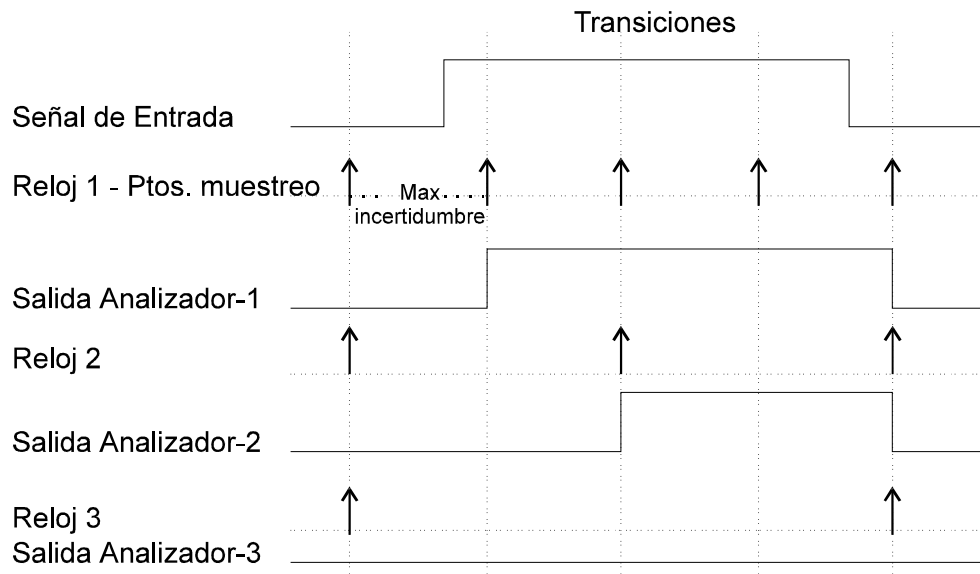


Figura I-2 . Retraso de las señales como consecuencia del muestreo

En el caso del AL Hewlett-Packard utilizado en esta práctica, para establecer el periodo de muestreo a emplear seguiremos las opciones:

**Menú Trigger - Acquisition Control - Manual** - y escribir periodo deseado.

De la misma forma, cabe señalar que dicho AL posee una capacidad máxima de 4096 muestras, con lo cual, muestreando a razón de 1ms podemos abarcar hasta 4'096 segundos y con un periodo de 4ns (periodo mínimo de muestreo) 16µs.

El siguiente punto a analizar es el de las condiciones de disparo. Dado que el AL puede trabajar con señales cuyas frecuencias llegan a alcanzar los 250 MHz (250 millones de ciclos por segundo) para un ser humano resulta imposible establecer con precisión mediante la pulsación de un botón el instante en que se desea iniciar el muestreo. Para facilitar esta labor es posible indicar al AL bajo qué condiciones debe iniciar el llenado de la memoria. Existen dos posibilidades:

**Disparo en patrones:** Se programan las condiciones de disparo para que éste se produzca cuando se cumpla una serie de patrones formados por niveles altos o bajos en las líneas de entrada y dichos patrones sean estables durante un espacio de tiempo mínimo programado por el usuario. Ejemplo:

**Menú de traza**

Label > DATA  
 Base > Binary  
 Find Pattern 01010101  
 present for > 30ns

Comienza la captura cuando los canales 0,2,4,6 están a nivel ALTO y los canales 1,3,5 y 7 a nivel BAJO durante al menos 30ns.

**Disparo en flanco:** El disparo se llevará a cabo cuando se detecten el/los flanco/s (cambios de nivel) indicados en las señales especificadas. Permite empezar a capturar datos en el momento en que se sincroniza un dispositivo, por ejemplo, registros de desplazamientos conectados al mismo reloj. Se permite especificar flancos de subida  $\uparrow$ (bajo-alto), de bajada  $\downarrow$  (alto-bajo), y de subida-bajada  $\updownarrow$  (cualquiera de los anteriores).

## 2.2 - Analizador lógico de estados (ALE)

Con el ALT podemos obtener la evolución de un grupo de señales en forma de cronograma (el eje horizontal representa el tiempo y la representación es proporcional a la realidad). Sin embargo, en el caso de que los eventos que nos interesan estén separados en el tiempo y entre ellos sucedan otros eventos irrelevantes, es posible que la memoria del AL se llene sin permitir obtener la representación deseada. Para conseguirlo sería necesario detener temporalmente la adquisición mientras no interese la evolución de las señales y reanudarla cuando se produzcan eventos interesantes.

Para este fin se emplea el AL en su modalidad de ALE. En este caso, las muestras no se toman a intervalos fijos de tiempo, sino en función de los valores de determinadas señales del propio circuito bajo estudio. De esta forma, la representación resultante mostrará QUÉ sucede en las señales y no CUÁNDO sucede.

En el caso de funcionamiento como ALE, se establece como señal de reloj una resumen de condiciones relativas a las señales bajo estudio. De esta forma, si por ejemplo se desea capturar los datos transferidos por un periférico al procesador, se establecerá como condición de adquisición el que en el bus de direcciones aparezca la dirección de E/S del periférico, que el bus de control especifique un acceso a E/S y que se produzca el flanco de la señal con la cual el periférico informa al procesador de que el dato solicitado está en el bus de datos. Con esta configuración solamente aparecerá en la pantalla del AL la información correspondiente a los accesos de lectura a E/S en la dirección del periférico bajo estudio, ignorándose todo el resto del tráfico del bus.

Una vez realizada la captura, se puede mostrar la información adquirida en forma de lista de valores mediante la pantalla *list* del AL en lugar del formato gráfico de la pantalla. Complementando esta representación con la declaración de etiquetas para determinados valores, se pueden obtener la lista de mnemónicos de las instrucciones ejecutadas por el procesador.

## 2.3 - Diferencias entre ALT y ALE

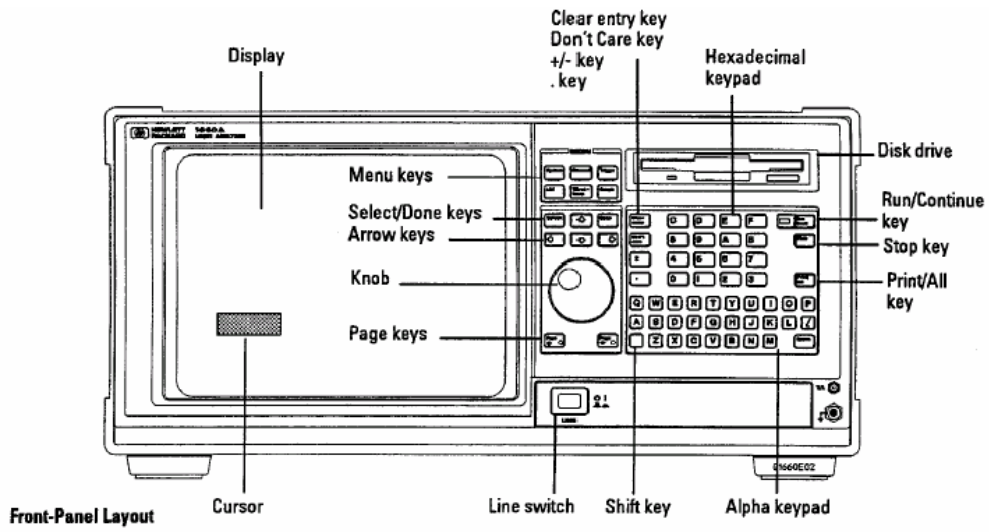
### Analizador de Tiempos:

- Muestra cuándo sucede algo en el sistema
- Reloj interno que controla el muestreo  $\rightarrow$  *muestreo asíncrono*
- Muestra datos como formas de onda.

### Analizador de Estados:

- Muestra qué sucede en el sistema.
- Reloj externo, del sistema  $\rightarrow$  *muestreo síncrono*.
- Muestra datos como un listado.

## 2.4 – Aspecto externo del analizador lógico HP serie 1660



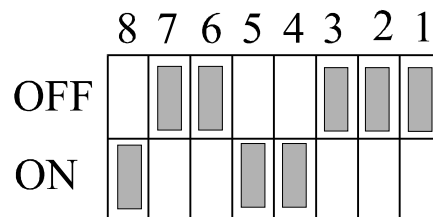


## ANEXO II – El microinstructor PROMAX

El microinstructor es un computador elemental diseñado y construido por PROMAX basado en el procesador Motorola 68000.

Dicho sistema posee una serie de conectores de expansión y comunicaciones algunos de los cuales se emplearán en la presente práctica. Será necesario conectar el ordenador PC del puesto de trabajo de laboratorio al microinstructor mediante un cable serie RS-232 proporcionado. También será necesario utilizar un cable plano para acceder a través de una abertura ex-profeso en la cubierta al conector de expansión J3 situado en la propia placa de circuito del microinstructor.

Existe un conjunto de microinterruptores (habitualmente denominados DIP-switch) que permiten determinar la configuración de funcionamiento del microinstructor. Para ello se puede modificar la posición de los mismos mientras el dispositivo está apagado y la configuración seleccionada tendrá efecto en el instante en que se active el sistema. Para la presente práctica estos microinterruptores deberán presentar el aspecto de la *Figura II-1*.



“1” = OFF

“0” = ON

SWITCH	SIGNIFICADO	POSICIÓN
1,2,3	Baudios	9600 Baudios
4	Paridad (0 - impar, 1 – par)	impar
5	Paridad (0 - no, 1 – si)	sin paridad
6	Bits por carácter (0 - 7 , 1 - 8)	8bit por carácter
7	Stop bits (0 - 1 bit, 1 - 2 bits)	2 stop bit
8	ROM usuario: 0 - desact, 1 – act	ROM desact

*Figura II-1 . Posiciones de los microinterruptores de configuración*

Para capturar las señales del microprocesador hay que conectar el analizador al conector J3 que se encuentra en la parte superior del kit. Para ello usaremos un cable expensor paralelo cuyo aspecto es el que muestra la *Figura II-2*. La relación de señales presentes en el conector J3 y los pines que tienen asociados aparecen en la *Tabla II-1*. Adicionalmente, en dicha tabla se ha incluido el número de entrada del AL a que hay que conectar las señales que se usarán en la presente práctica.

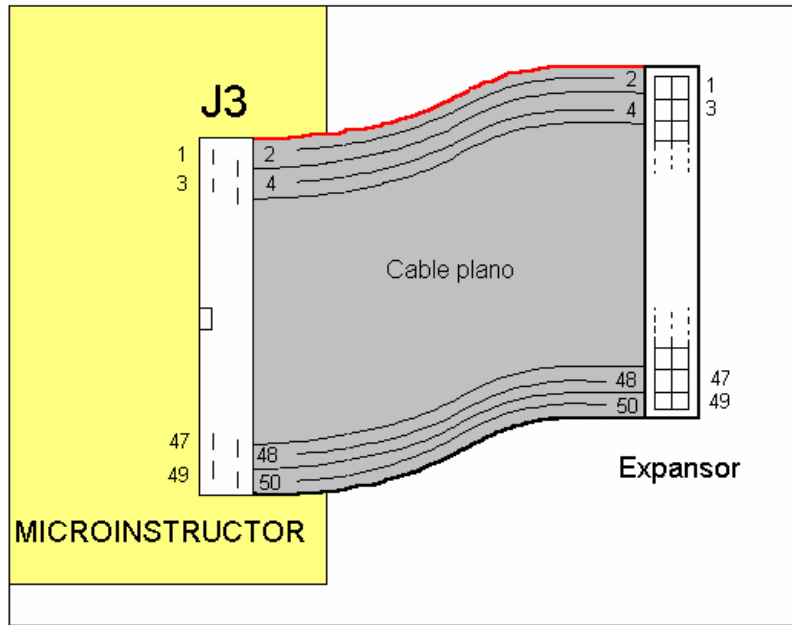


Figura II-2 . Cable extensor paralelo

PIN AL	FUNC J3	PIN J3	FUNC J3	PIN AL
GND	GND	1 2	A1	POD1 - 1
POD1 - 2	A2	3 4	A3	POD1 - 3
POD1 - 4	A4	5 6	A5	POD1 - 5
POD1 - 6	A6	7 8	A7	POD1 - 7
POD1 - 8	A8	9 10	A9	POD1 - 9
POD1 -10	A10	11 12	A11	POD1 -11
POD1 -12	A12	13 14	A13	POD1 -13
-	A14	15 16	A15	-
-	UDS	17 18	LDS	-
POD2 - 0	D0	19 20	D1	POD2 - 1
POD2 - 2	D2	21 22	D3	POD2 - 3
POD2 - 4	D4	23 24	D5	POD2 - 5
POD2 - 6	D6	25 26	D7	POD2 - 7
POD2 - 8	D8	27 28	D9	POD2 - 9
POD2 -10	D10	29 30	D11	POD2 -11
POD2 -12	D12	31 32	D13	POD2 -13
POD2 -14	D14	33 34	D15	POD2 -15
POD1 -15	AS	35 36	R/W	POD1 -14
-	EDTACK	37 38	RESET	-
-	EVPA	39 40	VMA	-
-	E	41 42	EIPL0	-
-	EIPL1	43 44	EIPL2	-
-	IACK	45 46	EIO	-
-	E192K	47 48	E256K	-
-	Vcc	49 50	Vcc	-

Tabla II-1 . Relación de pines del conector J3 y entradas del AL correspondientes

DIR	FUNC	PIN	68000	PIN	FUNC	DIR
↔	D4	1	68000	64	D5	↔
↔	D3	2		63	D6	↔
↔	D2	3		62	D7	↔
↔	D1	4		61	D8	↔
↔	D0	5		60	D9	↔
←	*AS	6		59	D10	↔
←	*UDS	7		58	D11	↔
←	*LDS	8		57	D12	↔
←	R/*W	9		56	D13	↔
⇒	*DTACK	10		55	D14	↔
←	*BG	11		54	D15	↔
⇒	*BGACK	12		53	GND	
⇒	*BR	13		52	A23	⇒
	Vcc	14		51	A22	⇒
⇒	CLK	15		50	A21	⇒
	GND	16		49	VCC	
↔	*HALT	17		48	A20	⇒
↔	*RESET	18		47	A19	⇒
←	!VMA	19		46	A18	⇒
←	E	20		45	A17	⇒
⇒	*VPA	21		44	A16	⇒
⇒	*BERR	22		43	A15	⇒
⇒	*IPL2	23		42	A14	⇒
⇒	*IPL1	24		41	A13	⇒
⇒	*IPL0	25		40	A12	⇒
←	FC2	26		39	A11	⇒
←	FC1	27		38	A10	⇒
←	FC0	28		37	A9	⇒
←	A1	29		36	A8	⇒
←	A2	30		35	A7	⇒
←	A3	31		34	A6	⇒

Figura II-3 – Pinout del microprocesador Motorola 68000

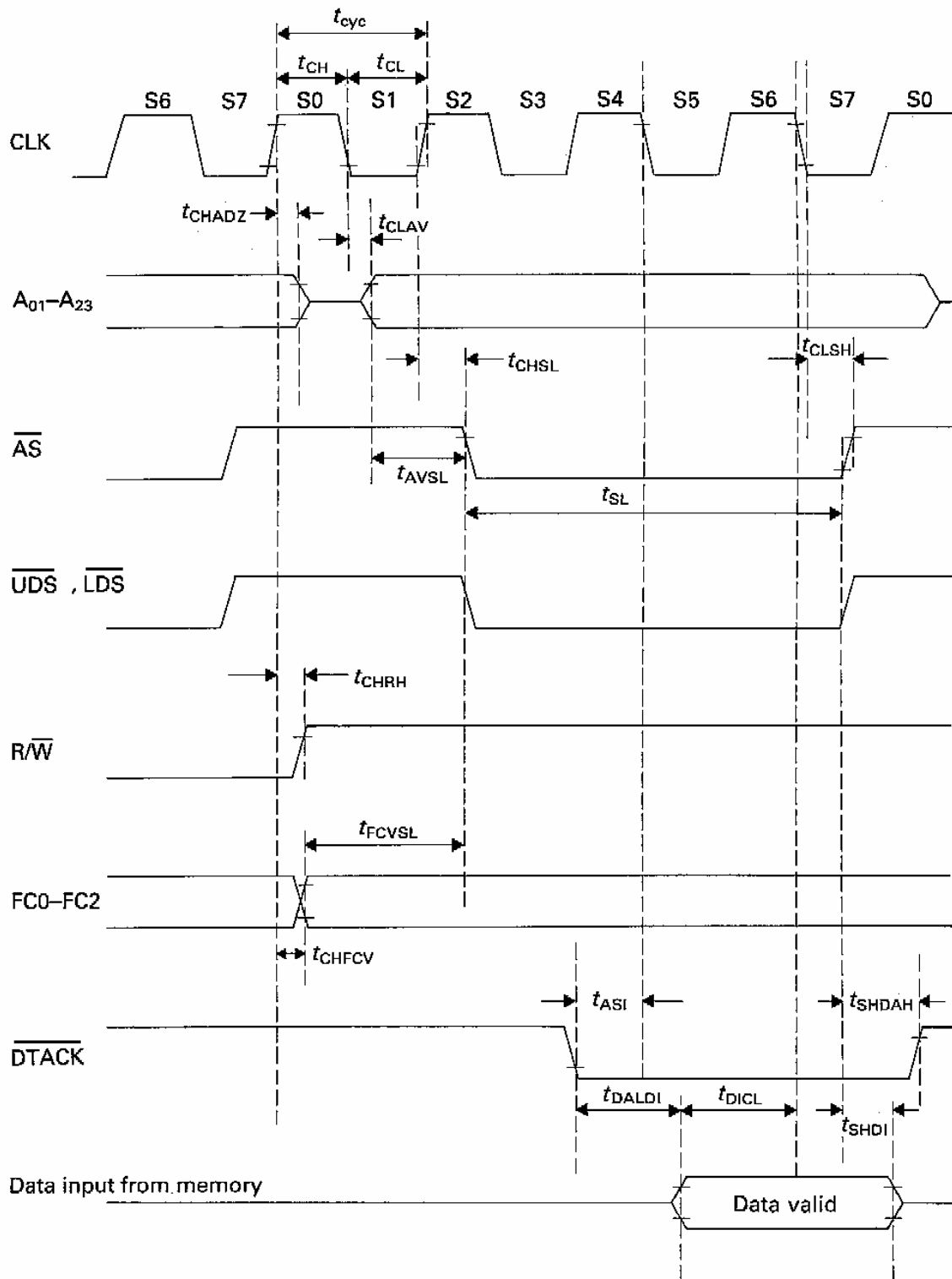


Figura II-4 – Cronograma de un ciclo de lectura del Motorola 68000

## ANEXO III – Programas empleados

```
;PROGRAMA ESCRIBE.ASM

1   : 0000 0000 :           :           ABSOLUTE
2   : 0000 0000 :           :
3   : 0000 0000 :           :           ORG      $25000
4   : 0002 5000 :           :
5   : 0002 5000 : 243C 0003 0000 : ORIGEN  move.l  #$30000,d2
6   : 0002 5006 : 4280           :         clr.l  d0
7   : 0002 5008 : 2040           :         movea.l d0,a0
8   : 0002 500A : 1200           : BUCLE   move.b  d0,d1
9   : 0002 500C : 1401           :         move.b  d1,d2
10  : 0002 500E : 0202 000F     :         andi.b  #$f,d2
11  : 0002 5012 : D402           :         add.b  d2,d2
12  : 0002 5014 : D402           :         add.b  d2,d2
13  : 0002 5016 : D402           :         add.b  d2,d2
14  : 0002 5018 : D402           :         add.b  d2,d2
15  : 0002 501A : E809           :         lsr.b  #4,d1
16  : 0002 501C : D401           :         add.b  d1,d2
17  : 0002 501E : E51A           :         rol.b  #2,d2
18  : 0002 5020 : D442           :         add.w  d2,d2
19  : 0002 5022 : 3180 2800     :         move.w  d0,0(a0,d2.l)
20  : 0002 5026 : 5200           :         addq.b #1,d0
21  : 0002 5028 : 66E0           :         bne   BUCLE
22  : 0002 502A : 60D4           :         bra   ORIGEN
23  : 0002 502C :               :
24  : 0002 502C :               :           END
```

*Figura II-5 . Código fuente el programa ESCRIBE.ASM*