

<h2 style="margin: 0;">MICROCONTROLADOR ASBO HC-11</h2> <h3 style="margin: 0;">Manual del Usuario</h3>
--

Indice :

1. Introducción.....	2
2. Descripción General.....	2
3. Descripción del Hardware.....	5
3.1 Procesador 68HC11A1.....	5
3.2 Memoria.....	5
3.3 Fuente de poder.....	6
3.4 Puertos digitales.....	6
3.5 Relevador.....	7
3.6 Puertos analógicos.....	8
3.7 Puerto serial.....	9
3.8 Microswitches.....	10
3.9 Header 20x.....	10
3.10 Teclado.....	10
3.11 LCD.....	11
3.12 Jumpers.....	13
4. Puesta en marcha de ASBO	14
4.1 Disco de soporte.....	14
4.2 Puesta en marcha.....	14
5. Modo Bootstrap.....	15
5.1 Haciendo uso de ASBO.EXE.....	15
5.2 Operación en modo AUTORUN.....	16
5.3 Metodología para el desarrollo de aplicaciones.....	17
6. Referencias.....	17
7. Información técnica de ASBO	18
7.1 Especificaciones técnicas	18
7.2 Diagrama electrónico	19
7.3 LAYOUT.....	20
7.4 Lista de componentes.....	21

1. Introducción :

Deseamos felicitarlo por la adquisición de su kit **ASBO**. La filosofía de diseño de este módulo se centró en maximizar el número de funciones disponibles al usuario y disminuir el costo mediante el uso de componentes de uso extensivo. ASBO emplea el microcontrolador 68HC11 de Motorola, en su versión A1. Sin embargo, el módulo ASBO y casi todas las herramientas aquí mostradas son compatibles con la versión E2, que cuenta con más capacidad de memoria, por lo que al usuario le será sencillo pasar de una versión a la otra, si su aplicación lo requiere.

ASBO se ofrece en forma de KIT junto con los dispositivos auxiliares de hardware y software necesarios para su inmediata puesta en marcha : eliminador de baterías, cable serial, disco de aplicación y manual de operación. Le recomendamos ir directamente al capítulo 4 : “Puesta en Marcha”, para tener su sistema operando en cuestión de minutos.

Este manual le proporcionará toda la información técnica necesaria sobre el kit **ASBO**. Se acompaña de diagramas electrónicos completos del módulo, así como de numerosas ilustraciones y explicación detallada de cada uno de sus interfaces. Asimismo, en el disco de soporte se dan al usuario programas de muestra para la prueba de dichos periféricos.

Por favor no dude en llamar a los tels. 56 53 58 01, 56 75 17 73 para aclarar cualquier duda sobre **ASBO**. Puede también enviar sus emails a : zebra@data.net.mx ó : asalva@prodigy.net.mx

Juan Bosco Martínez, Antonio Salvá Calleja
Punto Flotante, S.A., Enero de 2000

2. Descripción General.

El sistema ASBO fue diseñado para su uso en una amplia gama de aplicaciones : como kit para el aprendizaje del microcontrolador HC11 de Motorola, como módulo central en equipos de instrumentación ; en aplicaciones de robótica, comunicaciones y redes de control de acceso, o incorporado en sistemas de control industrial.

ASBO hace uso de la versión de 48 pines del microcontrolador 68HC11A1 de Motorola, con encapsulado “dual in line”, el cual contiene, 512 bytes de EEPROM, y 256 bytes de RAM. El diseño de ASBO hace un uso extensivo de los puertos e interfaces ofrecidas por el microcontrolador para ofrecer al usuario un sistema con un máximo de opciones disponibles. ASBO tiene las siguientes características:

HARDWARE :

- microcontrolador 68HC11A1, funcionando con un cristal de 8 Mhz., con 512 bytes de EEPROM, 256 bytes de RAM, y el programa monitor firmware BUFFALO integrado en ROM.
- Puerto para conectar un display LCD de 16 caracteres x 2.
- Puerto para conectar un teclado de 4 x 4 teclas en disposición matricial.
- Header de 20x con numerosas señales de entrada-salida disponibles para circuitos de expansión por parte del usuario, incluyendo las señales de interrupción del procesador.
- Puerto serial de comunicaciones asíncrono, con DB9 integrado a la tarjeta para facilitar su conexión a una PC.
- Puerto síncrono con el estándar SPI, disponible en el header 20x.
- Puerto de salida de 8 bits con leds conectados como testigos para facilitar pruebas por parte del usuario.
- Entradas para 2 señales analógicas, con una resolución de 8 bits. Una de las entradas se encuentra lista para recibir señales externas provenientes de sensores de lazo de corriente de 4- 20 ma.
- Módulo de microswitches de 3 posiciones para programación de opciones por parte del usuario.
- Salida para un relevador de baja potencia, integrado a la tarjeta, para la activación de dispositivos externos, como motores, válvulas o solenoides.

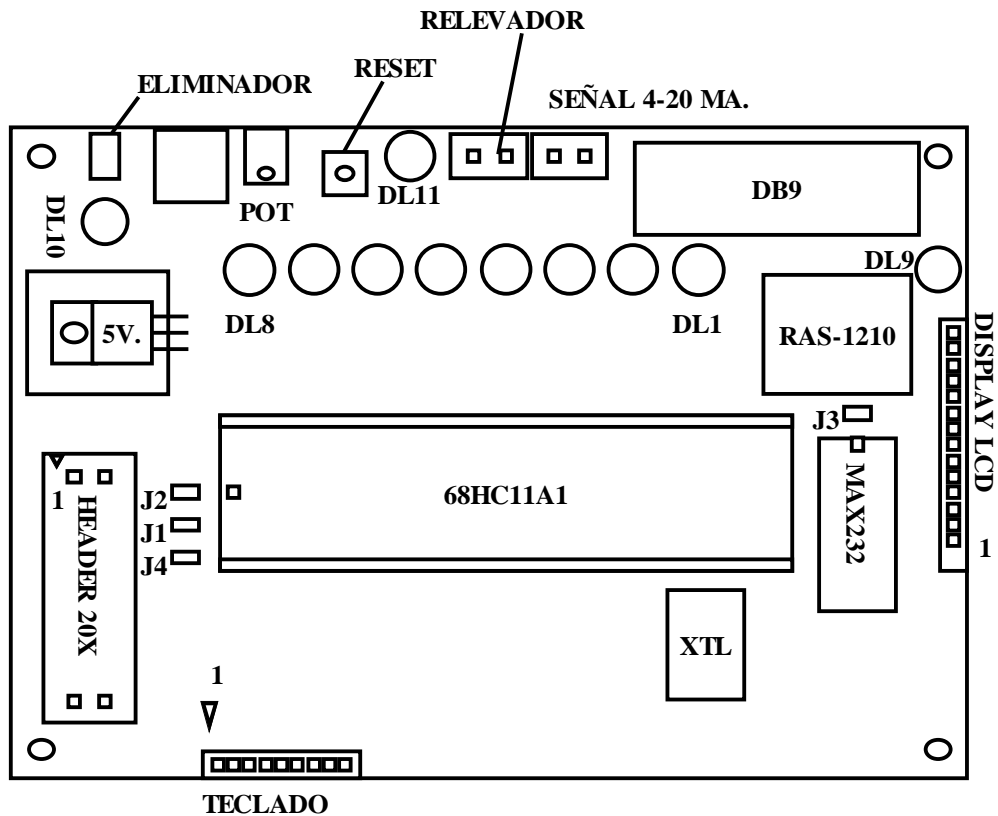


FIGURA 1 : LAY OUT DEL MODULO ASBO

ALIMENTACION :

- Su facilidad de alimentación da al módulo una gran versatilidad. ASBO puede activarse mediante un eliminador de baterías (wall transformer) externo, el cual se conecta al módulo y alimenta a un regulador de 5 volts integrado a la tarjeta, o bien puede funcionar en forma autónoma por medio de una batería estándar “cuadrada” de 9 volts. Gracias a su tecnología CMOS que mantiene un consumo máximo de solo 20 miliamperes a 5 volts, ASBO puede funcionar durante días bajo la alimentación de una sola de estas baterías. Adicionalmente, su conexión opcional a un panel solar de baja potencia es directa. En figura 1 se muestra el diagrama LAY OUT del módulo.

FIRMWARE :

- ASBO incluye un programa monitor denominado BUFFALO, desarrollado por Motorola y que está integrado en ROM dentro del microcontrolador 68HC11A1. Conectando un cable de ASBO hacia el puerto serial de la PC, este programa hace de la PC la consola del sistema y cuenta con funciones básicas de revisión y modificación de localidades de memoria, carga y ejecución de programas, etc., lo que permite al usuario el diagnóstico y prueba rápida de los puertos e interfaces del módulo ASBO y facilita el desarrollo de programas de aplicación para el sistema.

DESARROLLO :

- El módulo ASBO se conecta mediante un cable al puerto serial COM1 o COM2 de una computadora PC. Aquí el usuario puede emplear el monitor BUFFALO integrado al propio chip 68HC11A1 como herramienta de desarrollo, ejecutando desde la PC un sencillo programa de comunicaciones, o bien ejecutar en la PC el programa de desarrollo ASBO.EXE y comunicarse con el módulo ASBO en modo “bootstrap”, teniendo en este caso una herramienta más completa para el desarrollo de aplicaciones.

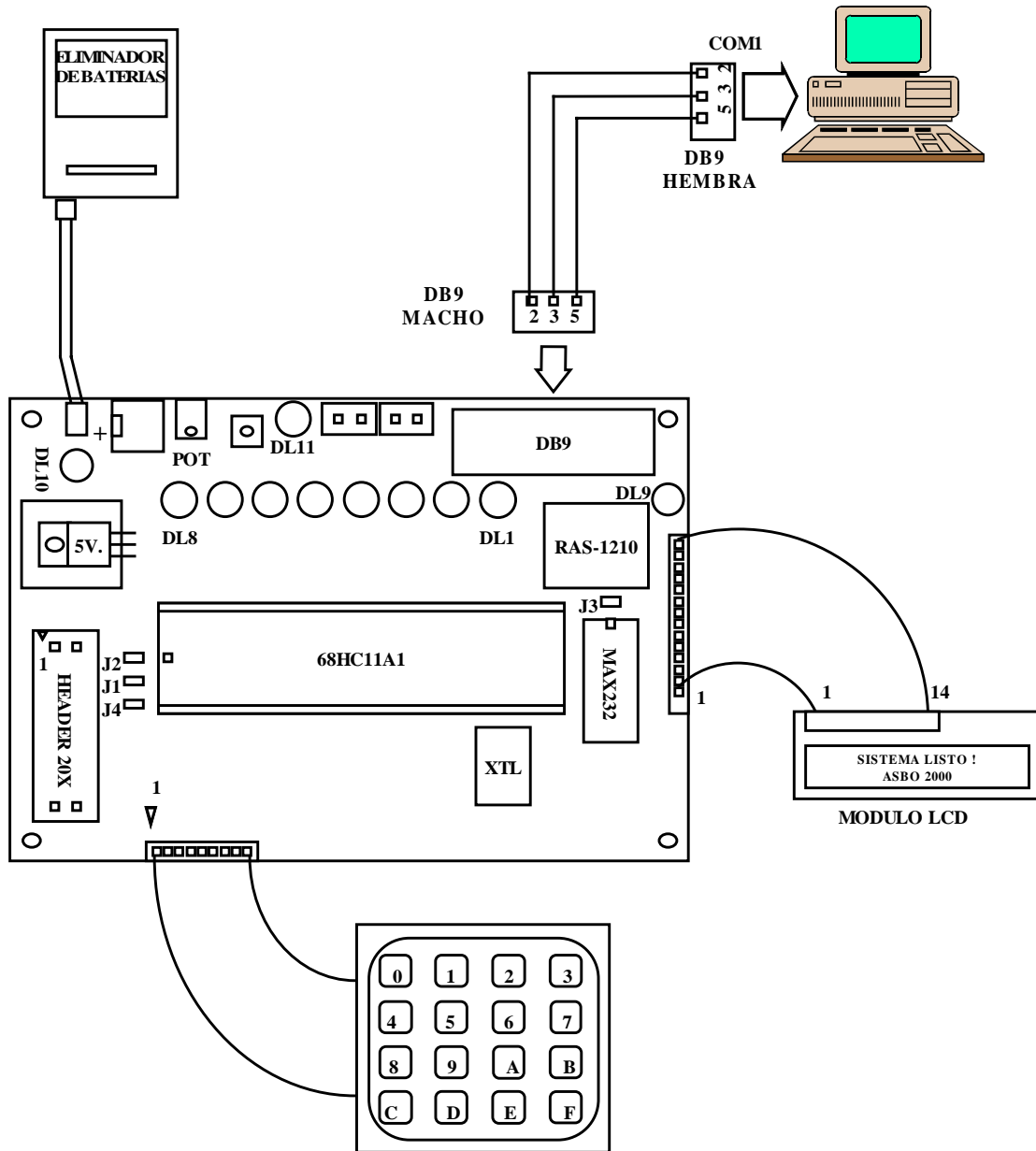


FIGURA 2 : CONEXIONES GENERALES DEL SISTEMA DURANTE LA ETAPA DE DESARROLLO

- Se proporciona junto con el sistema, un disco de 3.5" al usuario. Se incluye en dicho disco : programas de prueba escritos en lenguaje ensamblador para todas y cada una de las interfaces de ASBO ; un programa de comunicaciones denominado AS, un programa ensamblador denominado AS11, así como un editor de texto. Asimismo se incluye un programa denominado ASBO.EXE, con numerosas funciones auxiliares para el usuario, que permiten, entre otras la carga y ejecución de archivos ejecutables.
- Debido a que el 68HC11A1 cuenta con 512 bytes de EEPROM, el usuario puede tener su programa de aplicación grabado en dicha memoria y funcionando en modo AUTORUN en forma rápida. En la figura 2 se muestran los diagramas generales de conexión para el sistema durante la etapa de desarrollo.

DOCUMENTACION :

- El usuario recibe junto a su sistema ASBO, el manual del usuario, en donde se incluye información completa sobre el sistema, incluyendo diagramas electrónicos, así como una explicación detallada del funcionamiento de cada una de sus interfaces.

- En el capítulo 4, Puesta en Marcha se explica paso a paso los requerimientos para tener al sistema operando con la PC como apoyo, en cuestión de minutos. Asimismo los programas suministrados al usuario en el disco de 3.5 con el software de soporte, vienen con su correspondiente información técnica.

3. Descripción del hardware :

3.1 Microcontrolador 68HC11A1 :

El microcontrolador 68HC11 es una versión ampliada del antiguo microprocesador de Motorola 6800. El set o conjunto de instrucciones del 6800 es de hecho compatible con el del 68HC11, pero este último cuenta adicionalmente con instrucciones especiales para la división y la multiplicación de números enteros con doble precisión (16 bits). Motorola fabrica una gran cantidad de variantes para el procesador 68HC11, dependiendo de su cantidad de memoria RAM, ROM, EPROM y EEPROM. La versión empleada por ASBO es la A1. El 68HC11A1 cuenta con 256 bytes de RAM y 512 bytes de EEPROM. Tiene además una ROM de 12K con el programa monitor BUFFALO residente.

El 68HC11A1 cuenta además con el resto de los circuitos e interfaces compartidos por todas las versiones : puertos paralelos de entrada-salida, puerto serie síncrono SPI de alta velocidad, puerto serial asíncrono, 8 canales de conversión AD de 8 bits y un temporizador. El 68HC11A1 puede funcionar, dentro del sistema ASBO, en alguno de los siguientes modos de operación dependiendo de la posición de los jumpers J1, J2 en la tarjeta:

Modo “Single Chip” : aquí el procesador ejecuta después de reset en forma automática el programa BUFFALO y se comunica por su puerto serial, a una velocidad de 9600 bps con su consola, en este caso una computadora PC funcionando con un programa de comunicaciones. El monitor BUFFALO cuenta con una gran variedad de funciones para revisión y modificación de localidades de memoria y puertos del procesador. Sin embargo, en este modo de operación solamente pueden cargarse programas en la memoria RAM del sistema, la cual queda limitada apenas a 64 bytes, debido a que el resto es usada por el propio BUFFALO. El modo “single chip” es muy práctico para realizar la prueba inicial de ASBO, así como para pruebas sencillas de sus interfaces, antes de experimentar con el siguiente nivel de operación o sea el modo “bootstrap”.

Modo “Bootstrap” : aquí el procesador deja libres la totalidad de su RAM y su EEPROM, para la carga de programas de aplicación, y permite el desarrollo de programas más amplios y completos para el sistema. La filosofía del modo “bootstrap”, el cual es exclusivo de los microcontroladores de Motorola es la siguiente : después de reset, el 68HC11 ejecuta las instrucciones guardadas en localidades de una pequeña ROM (BOOTROM) residente. A este programa se le denomina “bootloader”. La función primordial del “bootloader” es la de recibir una cadena de bytes (típicamente instrucciones de una pequeña rutina) por el puerto serial, depositarlos en su RAM a partir de la dirección 0000H y ejecutar estas instrucciones. Obviamente esta función requiere de un dispositivo externo que envíe esta cadena de bytes, en este caso una PC. Esto se realiza por medio del programa ASBO.EXE, que hace uso del “bootloader” para, en forma transparente al usuario, cargar y ejecutar archivos a su conveniencia ofreciendo funciones tan complejas como leer la RAM del sistema y desplegarla en pantalla, o cargar en EEPROM un archivo objeto previamente ensamblado.

3.2 Memoria

El procesador 68HC11A1 permite direccionar un total de 64k de memoria. En el mismo mapa se combinan bloques de RAM, EEPROM y ROM, ya que el procesador usa una arquitectura VON NEUWMAN. El mapa de memoria se muestra en seguida :

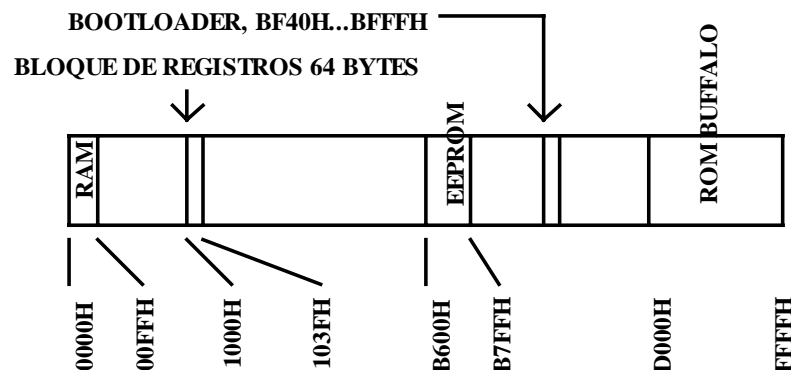


FIGURA 3: MAPA DE MEMORIA DEL 68HC11A1

El monitor BUFFALO está grabado en ROM en las direcciones indicadas. BUFFALO hace uso de varias direcciones en RAM, de tal forma que en modo “single chip”, el usuario solo dispone de las direcciones 0H a la 47H para realizar programas propios.

3.3 Fuente de poder :

ASBO cuenta con un regulador de 5 volts integrado. El voltaje de entrada a este regulador puede provenir de un eliminador de baterías o bien de una batería “cuadrada” de 9 volts. En ambos casos el voltaje podrá variar entre los 8 y los 14 volts DC. La salida de 5 volts puede alimentar todos los circuitos de la tarjeta, incluyendo el LCD y el teclado. Dado que la capacidad del regulador es de unos 100 ma. y el consumo de ASBO es de 20 ma., el usuario puede disponer de 80 ma. para la alimentación de circuitos adicionales de expansión al sistema. Como bandera de funcionamiento, se incluye el LED DL10, de color ROJO, el cual se enciende para indicar que la fuente regulada se encuentra activada.

3.4 Puertos digitales :

El sistema ASBO cuenta con una gran cantidad de puertos digitales, los cuales pueden ser accedados por el usuario en las direcciones indicadas. O significa “output”, I significa “input”, B significa “bidireccional”:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
B	O	O	O	O	I	I	I	PUERTO A	MICROSWITCHES, RELEVADOR (DL11)
			RELE DL11		SW2	SW1	SW0	DIRECCION 1000H	
O	O	O	O	O	O	O	O	PUERTO B	LEDS, DATOS LCD
DL8	DL7	DL6	DL5	DL4	DL3	DL2	DL1	DIRECCION 1004H	
B	B	B	B	B	B	B	B	PUERTO C	TECLADO
X4	X3	X2	X1	Y4	Y3	Y2	Y1	DIRECCION 1003H DDR= 1007H	
CONTROL LCD (PD5=EN, PD4=RS)									
		B	B	B	B	RX	TX	PUERTO D	PUERTO SERIAL, CONTROL LCD
		PD5 DL9	PD4					D0 DIRECCION 1008H DDR= 1009H	
I	I	I	I	I	I	I	I	PUERTO E	CAD
					4-20	POT		DIRECCION 100AH	

En el puerto A, PA0, PA1 y PA2 se usan como entradas para los microswitches ; PA3 es usada por el firmware BUFFALO para el manejo de la interrupción XIRQ ; PA4 se usa como bit de salida para activar el relevador ; PA5, PA6, PA7 están disponibles al usuario en el HEADER 20x.

El puerto B se encuentra conectado en ASBO a 8 LEDS (DL1..DL8) que son útiles como testigos o banderas durante la etapa de desarrollo de aplicaciones y funcionamiento final en campo. Además, el puerto B (PB0...PB7) se usa para el manejo de la interfaz con el LCD, junto con PD4 y PD5. Los leds testigos DL1..DL8 se encienden cuando los bits correspondientes se encuentren en estado ALTO. Si no se usa el LCD, el usuario puede disponer de estos bits para otros fines.

Los puertos C es bidireccional y cada bit puede programarse como entrada o como salida, escribiendo un 0 (entrada) ó un 1 (salida) respectivamente en el registro DDR (Direction Data Register) correspondiente. En ASBO, el puerto C se usa para el manejo del teclado, PC0..PC3 se usan como salidas para escribir en el teclado matricial, mientras que PC4..PC7 se programan como entradas y llevan conectadas resistencias de PULL UP. La resistencia PULL UP asegura que esa entrada sea un UNO si se encuentra “volando” o desconectada en el teclado. Si no se usa el teclado, el usuario puede desde luego - si así lo requiere - emplear estos bits del puerto C para cualquier otra aplicación

En seguida se muestra una tabla en donde se resumen los dispositivos conectados a cada uno de los bits de estos cinco puertos A, B, C, D y E. Algunos de los bits tienen varias funciones y corresponde al usuario elegir como serán programados y usados.

FUNCION DE LOS BITS EN LOS PUERTOS DEL SISTEMA ASBO- HC11

PUERTO A	ENT / SAL	FUNCION
PA0	ENTRADA	MICROSWITCH, BIT0
PA1	ENTRADA	MICROSWITCH, BIT1
PA2	ENTRADA	MICROSWITCH, BIT2
PA3	SALIDA	USADO POR BUFFALO PARA MANEJO DE XIRQ
PA4	SALIDA	ACTIVACION DE RELEVADOR / DL11/DISPONIBLE EN HEADER 20X
PA5	SALIDA	DISPONIBLE EN HEADER 20X
PA6	SALIDA	DISPONIBLE EN HEADER 20X
PA7	ENT / SAL	DISPONIBLE EN HEADER 20X
PUERTO B		
PB0...PB7	SALIDAS	MANEJO DE LOS LEDS / MANEJO DEL BUS DE DATOS EN LA INTERFAZ DEL LCD.
PUERTO C		
PC0...PC3	SALIDAS	MANEJO DE SALIDAS , TECLADO MATRICIAL
PC4...PC7	ENTRADAS	LECTURA DE ENTRADAS, TECLADO MATRICIAL
PUERTO D		
PD0	SALIDA TX	USADA PARA EL MANEJO DEL PUERTO SERIE
PD1	ENTRADA RX	USADA PARA EL MANEJO DEL PUERTO SERIE
PD2 *	ENT / SAL	DISPONIBLE EN HEADER 20X / PUERTO SPI
PD3 *	ENT / SAL	DISPONIBLE EN HEADER 20X / PUERTO SPI
PD4 *	SALIDA	BIT DE CONTROL DEL LCD / PUERTO SPI (disponible en header 20x)
PD5 *	SALIDA	PULSO DE ESCRITURA LCD/ DL9 / TESTIGO DE FUNCIONAMIENTO DEL MODO BOOTSTRAP EN EL PROGRAMA ASBO.EXE / PUERTO SPI (disponible en header 20x)
PUERTO E		
PE0	ENTRADA	USADO POR BUFFALO EN MODO SINGLE CHIP
PE1	ENTRADA	CANAL ANALOGICO CONECTADO A POT. DE PRECISION
PE2	ENTRADA	CANAL ANALOGICO DE 4-20 MA.
PE3...PE6	ENT / SAL	CANALES ANALOGICOS O DIGITALES (disponibles en header 20x)

Algunos bits del puerto D tienen usos múltiples, como se indica en la tabla : PD4 y PD5 son usados como señales de control para el LCD. PD5 maneja un LED testigo (DL9) usado por el programa ASBO.EXE para indicar funcionamiento correcto de las comunicaciones entre la PC y el módulo ASBO.

El puerto E puede usarse como entradas digitales o analógicas. En ASBO, el bit PE0 está conectado a tierra, ya que es una opción usada por el firmware BUFFALO de Motorola. PE1 es una entrada analógica 0 a 5 volts proveniente de un potenciómetro de precisión y sirve para realizar pruebas internas del convertidor AD; PE2 lleva una interfaz analógica para la lectura de señales externas de 4 a 20 miliamperes. El resto de los bits (PE3...PE7), está disponible al usuario.

3.5 Relevador

Mediante el bit PA4, el procesador 68HC11A1 puede activar un relevador integrado en la tarjeta ASBO. Los datos nominales de este relevador son : un polo un tiro, activación con 12 volts DC y contactos de 127 VCA @ 10 Amperes. Este relevador puede ser usado ya sea como un sensor digital ABIERTO- CERRADO para alertar a otros dispositivos del estado de alguna alarma, o bien como actuador para activar dispositivos externos como focos, válvulas, solenoides, motores, etc.

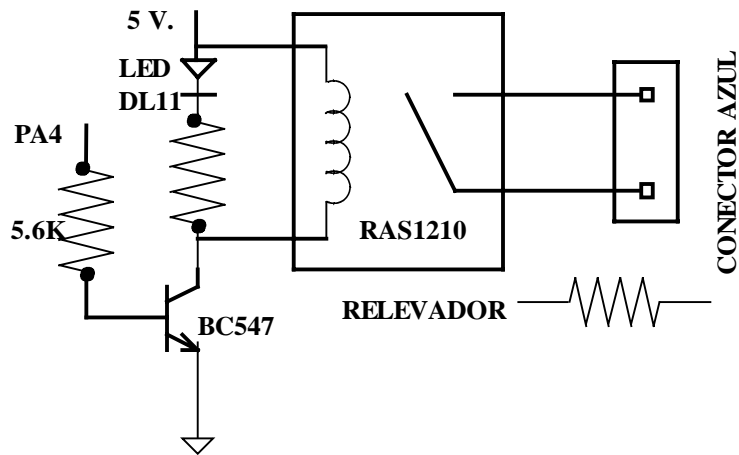


FIGURA 4 : MANEJO DEL RELEVADOR DESDE PA4

Los contactos del relevador se encuentran disponibles en el conector azul de la tarjeta marcado como REL. A pesar de que estos contactos se encuentran completamente aislados eléctricamente del resto del módulo, **NO ES ACONSEJABLE** conectarlos directamente dispositivos de alto voltaje (127 volts VAC), debido al alto riesgo que existe de destruir el módulo en caso de algún corto circuito accidental en el conector de salida.

Si el usuario requiere manejar dichos dispositivos, se recomienda en cambio emplear el relevador como una primera etapa de control en baja potencia, conectado a una segunda etapa de alta potencia, externa al módulo ASBO como se muestra en la figura 5.

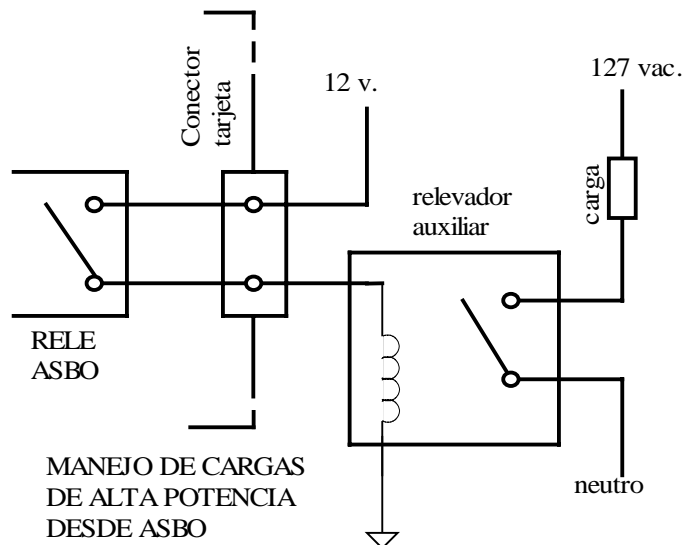


FIGURA 5 : CONEXIÓN DE ASBO A CARGAS DE ALTA POTENCIA

Se incluye un LED testigo (DL11) para indicar la activación del relevador. Con PA4 en estado ALTO, los contactos del relevador se cierran y el LED DL11 se enciende. Con PA4 en estado BAJO, los contactos del relevador se abren y el LED DL11 se apaga.

3.6 Puertos analógicos

Todos los procesadores de la familia 68HC11 cuentan con 8 canales de conversión analógico digital. Las características generales de estos canales son : resolución de 8 bits, rango de 0 a 5 volts máximo. Existen 2 señales de entrada al procesador llamadas VRH y VRL en los pines 22 y 21, cuya función es fijar el rango máximo de operación del convertidor. El sistema actual, sin embargo, emplea el rango de 5 volts, con 256 pasos y 19.6 milivolts por paso.

De los 8 canales disponibles en los pines del 68HC11, ASBO ofrece un canal para la lectura de un voltaje de 0 a 5 volts, proveniente de un potenciómetro de precisión integrado en la propia tarjeta. Este dispositivo resulta sumamente útil para realizar pruebas rápidas del funcionamiento de convertidor AD del procesador 68HC11. El voltaje ingresa al pin PE1 del procesador como se muestra en la figura 6.

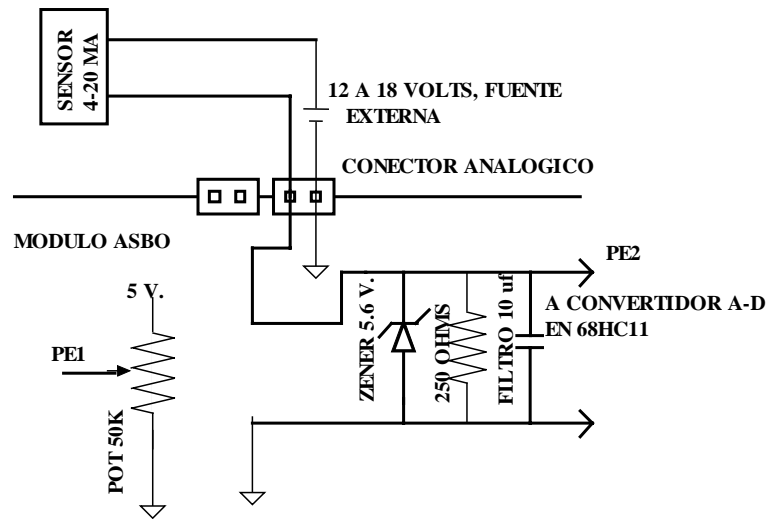


FIGURA 6 : DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE ASBO A UN SENSOR EXTERNO DE 4-20 MILIAMPERES.

Un segundo canal analógico disponible en ASBO permite su conexión a un sensor externo con el estándar de corriente de 4 a 20 miliamperes. Los sensores de 4 a 20 miliamperes son extensivamente usados en aplicaciones industriales y pueden alimentarse con fuentes de DC con amplios rangos de operación, en general desde 12 hasta 30 volts DC.

En la figura 6 se muestra el diagrama de conexiones de un sensor de 4 a 20 miliamperes al sistema ASBO. Para alimentar al sensor puede usarse una fuente externa de DC o bien tomarla del propio eliminador de baterías de ASBO.

El diodo zener de 5.6 volts, sirve como protección para voltajes fuera del rango del convertidor de 0 a 5 volts. La resistencia de 250 ohms tiene como función realizar la conversión de la corriente del sensor en un voltaje para el convertidor AD. Multiplicando la corriente por el voltaje obtenemos que de los 4 a 20 miliamperes se obtienen voltajes de 1 a 5 volts.

Si el usuario requiere de más canales, es necesario expandir al sistema por medio del header de 20x. Allí se tienen disponibles 4 canales más en los pines, según la tabla mostrada en el capítulo correspondiente (Header 20x).

3.7 Puerto serial

El sistema ASBO cuenta con un puerto serial asíncrono con velocidad programable. Las señales RX y TX en los pines 42 y 43 del procesador 68HC11 se conectan a un circuito MAX232, el cual se encarga de convertir al estándar RS-232, el cual maneja señales de voltaje de +10 volts y -10 volts. El circuito MAX232 manda y recibe señales de un conector DB9 en donde se tienen disponibles :

- pin 2 : señal de transmisión hacia la PC
- pin 3 : señal de recepción de la PC
- pin 5 : tierra.

Desde este conector, por medio de un cable con la configuración señalada en la figura 2, puede conectarse el ASBO a una computadora PC durante la etapa de desarrollo del sistema. (ver capítulo 4 "Puesta en marcha").

3.8 Microswitches

ASBO tiene un módulo de 3 microswitches conectado al puerto A del procesador 68HC11 en sus bits, PA0, PA1 y PA2. Estos bits pueden utilizarse para fijar la dirección del módulo en un sistema de comunicaciones multipunto o bien para la programación de opciones dentro de alguna aplicación..

Cada una de estas entradas cuentan con una resistencia de “pull up” cuya función es llevar la entrada al puerto a nivel alto cuando el switch esté abierto. Cuando el switch está cerrado, la entrada será un nivel bajo, según se muestra en el siguiente diagrama.

En el capítulo de “Programas de Prueba” se lista una subrutina para leer los tres bits del puerto y escribirlos en puerto B, de leds.

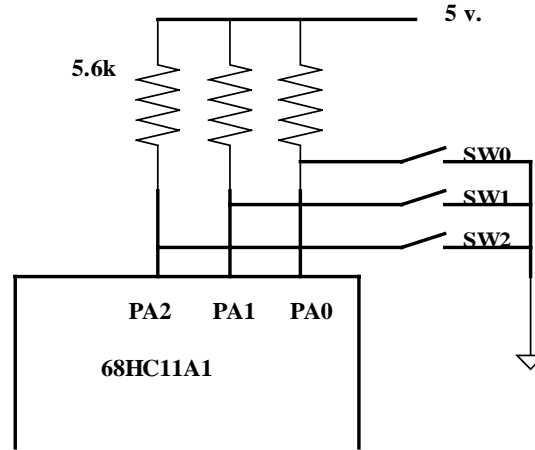


FIGURA 7: CONEXIÓN DEL MÓDULO DE MICROSWITCHES EN ASBO

3.9 Header 20x

Para ofrecer al usuario una interfaz de expansión del módulo, ASBO contiene un Header de 20 conexiones, en donde se tienen disponibles las señales mostradas en la tabla de abajo. Básicamente, se trata del puerto SPI, con las señales PD2, PD3, PD4 y PD5, 4 canales analógicos no usados por ASBO : PE3, PE4, PE5, PE6, las señales de interrupción : XIRQ, IRQ, y 4 bits del puerto A : PA4, PA5, PA6 y PA7.

1	GND	6	PD5	11	PE5	16	IRQ
2	5 VOLTS	7	PE3	12	GND	17	PA4
3	PD2	8	GND	13	PE6	18	PA5
4	PD3	9	PE4	14	GND	19	PA6
5	PD4	10	GND	15	XIRQ	20	PA7

3.10 Teclado

En el módulo ASBO se proporciona un conector especial para un teclado matricial de 16 botones como se muestra en la figura 8. Los programas de prueba se realizaron para un teclado hexadecimal GRAYHILL, modelo 86JB2-203, para detección de los botones del 0 al 9 y de la A a la F. En la figura se muestran los diagramas del teclado, así como de la asignación de señales en el puerto C, en el conector de ASBO y en el conector del teclado.

La técnica de programación para detectar qué botón fue oprimido, es escribir en los bits del puerto C en forma secuencial un “CERO” en las columnas Y1, Y2, Y3, Y4, y leer cada vez los renglones X1, X2, X3, X4. Cuando una tecla es oprimida, la lectura en alguno de los renglones será “CERO” y el código de 8 bits X-Y hallado se convierte en el código ASCII de la tecla oprimida mediante una tabla. La tabla de abajo muestra esta relación:

Código en C	Hexa	Tecla	Código en C	Hexa	Tecla
D7.....D0			D7.....D0		
11101110	EE	“0”	10111110	BE	“8”
11101101	ED	“1”	10111101	BD	“9”
11101011	EB	“2”	10111011	BB	“A”
1110 0111	E7	“3”	10110111	B7	“B”
11011110	DE	“4”	01111110	7E	“C”

11011101	DD	“5”	01111101	7D	“D”
11011011	DB	“6”	01111011	7B	“E”
11010111	D7	“7”	01110111	77	“F”

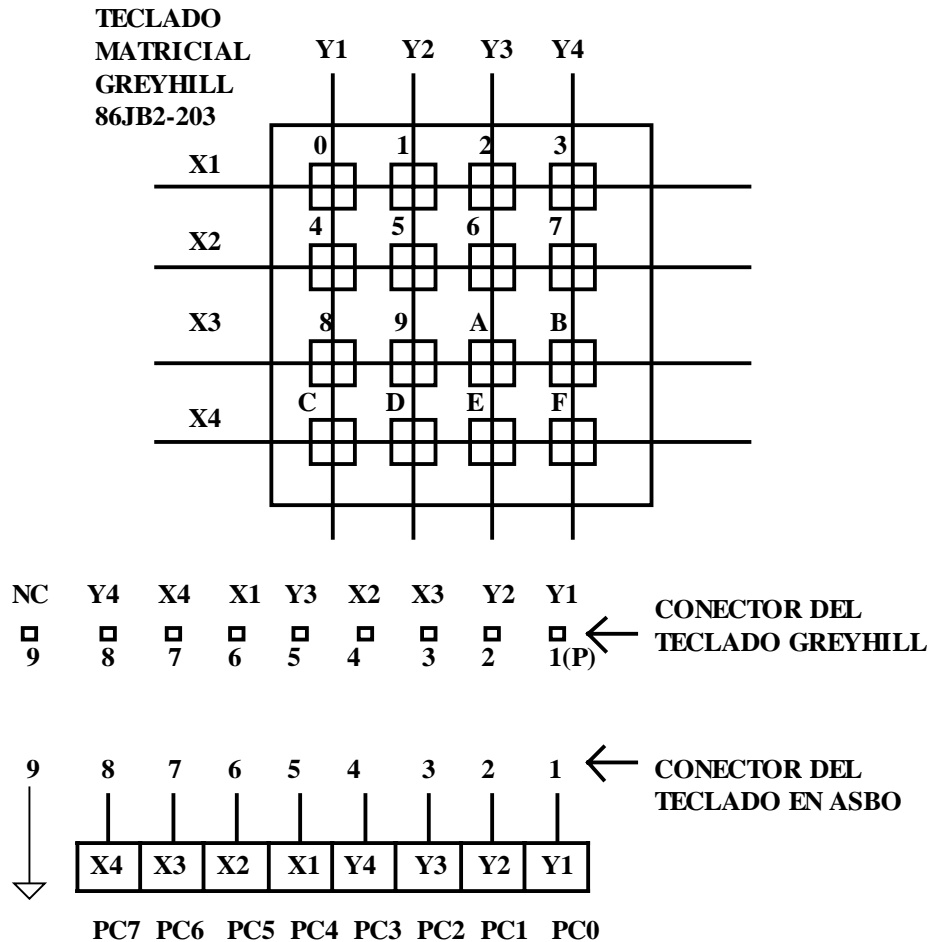


FIGURA 8 : DIAGRAMA DEL TECLADO Y SU INTERFAZ CON ASBO

Es importante señalar que el mercado actual de teclados (“keypad”), no se encuentra estandarizado, por lo que si no se usa el modelo señalado arriba, el orden en el que se presentan los pines no necesariamente coincidirá con el teclado del usuario, aún cuando se trate de un dispositivo matricial. En este último caso, el usuario habrá de desarrollar sus propias rutinas de manejo del teclado, o bien cambiar el orden en la conexión de las señales en el cable.

3.11 LCD

A diferencia del teclado, los fabricantes del display de cristal líquido (“Liquid Cristal Display”) LCD, han estandarizado sus señales en un conector de 14 pines, así como sus comandos de control para el manejo del mismo.

El LCD es actualmente el circuito más barato y confiable para mostrar datos en un proceso de monitoreo y control. Su interfaz con los controladores se realiza a través de un conector de 14 pines, cuya configuración es respetada por la mayoría de los fabricantes.

En el LCD se pueden mostrar datos como la hora y la fecha, así como valores de variables tales como nivel, presión, gasto, temperatura, etc. El LCD puede también emplearse para programar parámetros internos del sistema, de acuerdo a su aplicación.

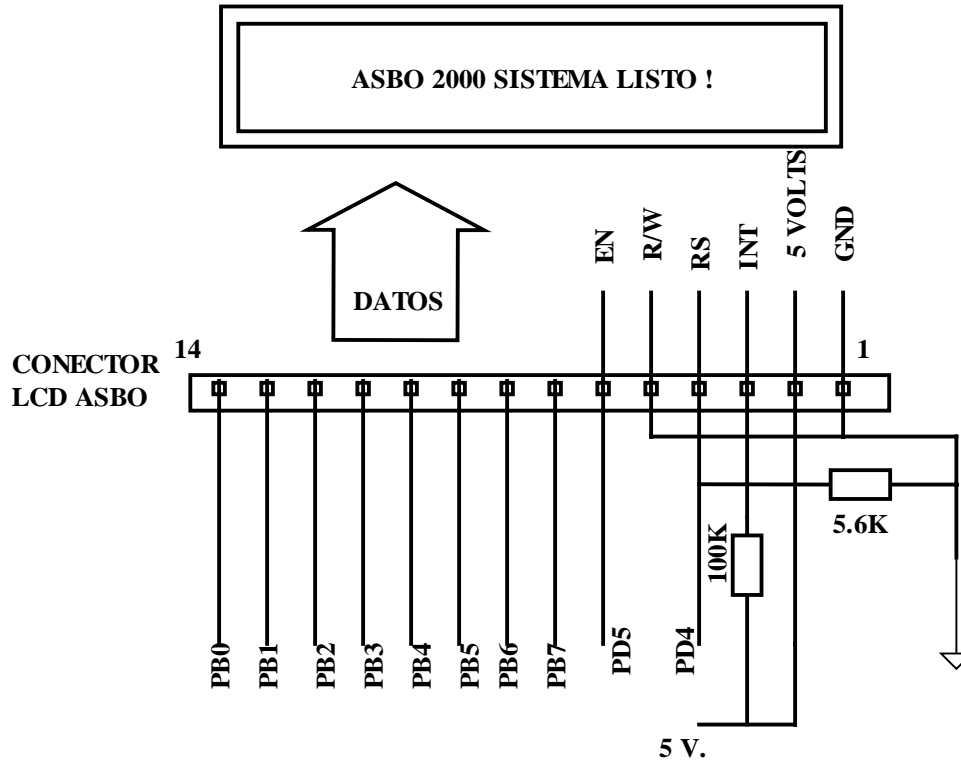


FIGURA 9 : CONEXIÓN DEL MODULO LCD A ASBO

En la interfaz de 14 pines, 8 son señales de datos. Estos datos se manejan en códigos ASCII y se escriben en la memoria del LCD en forma secuencial. A través de estas mismas señales pueden escribirse también comandos. En las siguientes tablas se ilustran, en la primera, la distribución de señales de la interfaz y en la segunda algunos de los comandos más comúnmente empleados.

El módulo LCD lleva integrado a sus circuitos la ROM que habrá de generar los patrones de puntos de los caracteres en la pantalla. También tiene una RAM interna que almacena los caracteres en forma secuencial y los exhibe en el módulo LCD.

Todas las señales de datos y control llevan niveles TTL, con excepción de la señal de control de intensidad, en el cual hay que aplicar tierra para la mayor intensidad y 5 volts. para la menor. En el ASBO, este voltaje ya viene preajustado con un divisor de resistencias formado por R9 y R10, de 5.6K y 100K para dar la intensidad adecuada.

El diagrama general de conexiones del display se muestra en la figura 9 :

PIN	FUNCION	PIN	FUNCION
1	Tierra	8	DB1
2	5 volts.	9	DB2
3 INT	Control de Intensidad	10	DB3
4 RS	0=comando 1=datos	11	DB4
5 R/W	0=escribir en LCD 1=leer	12	DB5
6 EN	Enable modo pulso	13	DB6
7	DB0	14	DB7

COMMAND	FUNCION	HEXA
CLEAR	LIMPIA DISPLAY	01H
HOME	POSICIONA CURSOR AL INICIO DEL LCD	03H
CURSOR	MUESTRA CURSOR CON PARPADEO	0FH
8 BITS	SELECCIONA INTERFAZ DE 8 BITS PARA TRANSFERENCIAS DE DATOS	30H

En su aplicación más simple, se desea solo escritura y el pin 5 se conecta permanentemente a tierra. La forma de escribir datos en el display es la siguiente :

- se mandan comandos de inicialización al display, con la señal RS=0 (en estado bajo). Los comandos típicos son los 4 mostrados en la tabla. Para mandar el comando, se escribe su código en los 8 bits DB0 a DB7 y se le da un pulso BAJO a la señal EN. Esta señal debe estar NORMALMENTE ALTA y se pueden manejar pulsos de 50 ms. Es importante esperar a que los datos estén estables antes de aplicar el pulso.
- con RS=1, se escribe los datos ASCII en las 8 líneas DB0 a DB7, con el mismo procedimiento señalado arriba. Los caracteres van apareciendo en el mismo orden en el que se mandan. Cuando se llena el primer renglón, automáticamente el siguiente carácter se acomoda en la primera posición del segundo renglón. Si se llena el segundo renglón, el siguiente carácter se acomoda en la primera posición del primer renglón y así sucesivamente.
- Las señales de control RS y EN, se manejan por medio de los pines PD4 y PD5 del 68HC11.

En el disco de soporte ASBODISK dentro del archivo denominado "TODO.ASM", se muestra un programa de prueba para el manejo del LCD.

3.12 Jumpers

El sistema ASBO tiene 4 jumpers, J1, J2, J3 y J4. El estado de J1 programan el modo de operación del 68HC11 en los pines MODA y MODB. J3 permite la operación del sistema en modo AUTORUN. J4 conecta la señal XIRQ con PA3, condición necesaria para la operación correcta de BUFFALO. Si el sistema funciona en modo "bootstrap", J4 puede quitarse y las señales XIRQ y PA3 pueden emplearse para otros fines. La siguiente tabla asocia la posición de los jumpers con la operación del sistema :

J1 (MODB)	J2 (MODA)	J3	J4	FUNCION
ABIERTO	CERRADO	ABIERTO	CERRADO	Modo "single chip", permite la operación de BUFFALO
CERRADO	CERRADO	ABIERTO	CERRADO	Modo "Bootstrap", permite uso del programa ASBO.EXE
CERRADO	CERRADO	CERRADO	CERRADO	Modo "Autorun", arranca automáticamente en la dirección B600H (EEPROM)

En la sección 3.1 se da una explicación detallada de los modos de funcionamiento "single chip" y "bootstrap" del procesador 68HC11.

4. Puesta en marcha de **ASBO** :

4.1 Disco de soporte

En el disco de soporte que acompaña este sistema, denominado ASBODISK, se proporcionan los siguientes programas :

*AS.EXE programa de comunicaciones para funcionamiento en modo "single chip". Programa desarrollado por Leonado Escanero Figueroa, especial para ASBO.

*AS11.EXE ensamblador para programas escritos en mnemónicos para el 68HC11. Se trata de un programa "freeware", proporcionado por Motorola.

*ASBO.EXE programa para conectarse en modo "bootstrap" con el procesador 68HC11. Programa desarrollado por Antonio Salvá Calleja, especial para ASBO.

Adicionalmente, se proporcionan los programas fuente (.ASM) y objeto (.S19) de prueba para los periféricos de ASBO :

*CONTADOR.S19 programa de prueba para los leds del puerto B. Inicia en la dirección 0 (RAM)

*KEYREL.S19 programa de prueba para el teclado, el LCD y el relevador. Inicia en B600H (EEPROM)

*TODO.S19 programa de prueba para el convertidor CAD, los microswitches y el LCD. Inicia en B600H (EEPROM)

4.2 Puesta en marcha

Poner en marcha su sistema ASBO le tomará solo unos minutos. Por favor siga los siguientes pasos, con auxilio de la figura 10 :

PASO 1 :

Verifique que cuenta con el siguiente material :

1. Disco de soporte 3.5", ASBODISK
2. Módulo electrónico ASBO
3. Eliminador de baterías, con salida de 7.5 a 12 volts DC.
4. Cable para conexión serial.
5. PC con sistema operativo MSDOS ó WINDOWS.

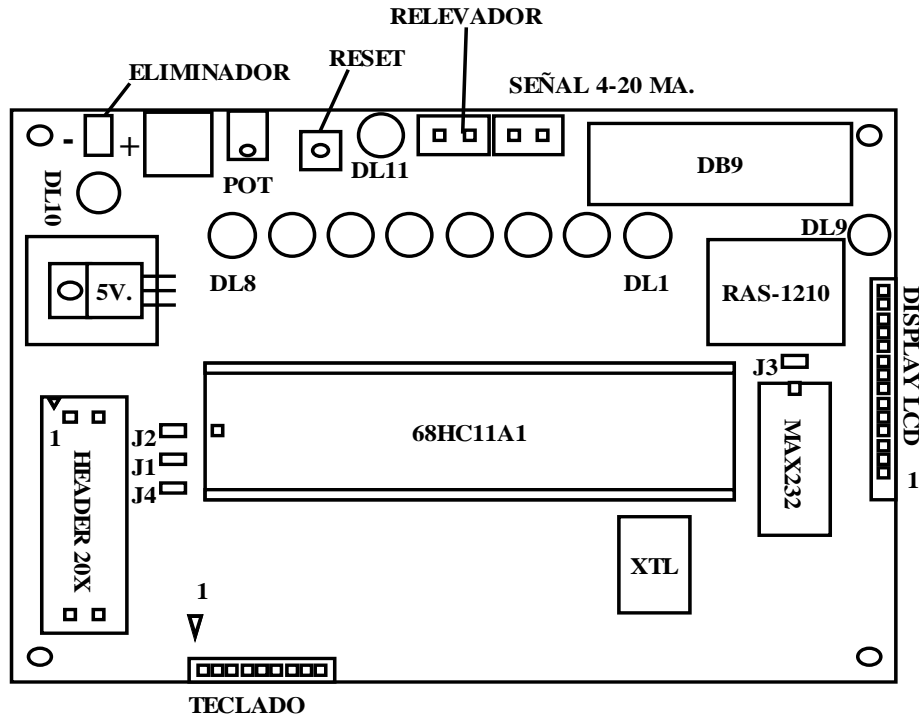


FIGURA 10 : LAYOUT ASBO

PASO 2 :

En las PC con sistemas operativos MSDOS ó WINDOWS 3.1, trabaje sobre su PC operando desde MSDOS. Si su PC trabaja en WINDOWS95 ó 98, es necesario reiniciar el equipo en modo MSDOS, pues de lo contrario el puerto COM1 pudiese no funcionar correctamente. Para tal fin, elija la opción "INICIO", luego "APAGAR EL SISTEMA" y finalmente "REINICIAR EN MODO MSDOS".

Una vez en MSDOS, cree y abra en el disco duro de su PC un subdirectorio de nombre ASBO y copie allí todo el contenido del disco de soporte ASBODISK. Desde el subdirectorio ASBO, ejecute el programa de comunicaciones de nombre AS.EXE. Dentro de este programa, seleccione la opción CONFIGURAR y elija una velocidad de 9600 bps y el puerto COM1.

PASO 3 :

Verifique que la configuración de los jumpers en ASBO sea la siguiente, para su operación en modo "single chip" (ver figura 10):

J1 ABIERTO

J2 CERRADO

J3 ABIERTO

J4 CERRADO

PASO 4 :

Conecte el cable serial del conector DB9 de ASBO al puerto COM1 de su PC. (ver configuración en la figura 2)

PASO 5 :

Con base en las figuras 2 y 10, conecte el eliminador de baterías (con salida entre 7.5 y 12 VDC) a la corriente alterna y al conector denominado "eliminador" en ASBO, según se muestra. El led rojo DL10 debe encender. Oprima el botón de reset de ASBO. El monitor de su PC deberá de mostrar el siguiente letrero enviado por el monitor BUFFALO de ASBO :

BUFFALO 3.2 (int) - Bit User Fast Friendly Aid to Logical Operation

Oprima la tecla ENTER para recibir el prompt (>) de BUFFALO. Su sistema se encuentra listo y en comunicación con la PC. Todos los comandos deben ir seguidos de ENTER.

PASO 6 :

Escriba los siguientes comandos y vea la contestación de ASBO :

```
>MD 0 100      Memory Display
>MM 20         Memory Modify
```

Existen 19 comandos que pueden manejarse desde BUFFALO. Con el comando “H” (help), observe en su monitor todas las opciones que ofrece BUFFALO. Juegue un poco con estas opciones antes de pasar al paso 7 :

PASO 7 :

Teclée desde BUFFALO el comando :

```
>LOAD T (ENTER)
```

Ahora elija la opción F1 (ENVIAR) del programa de comunicaciones AS. Teclée “CONTADOR.S19” como nombre del programa y dé un ENTER. ASBO contesta :

```
done
```

```
>
```

El código objeto ha sido cargado en la RAM del ASBO, a partir de la dirección 0. Se trata de un programa cuya función es encender los leds del puerto B en forma de cuenta ascendente. Una vez que el comando concluye, BUFFALO manda de nuevo su prompt.

Ejecute el programa desde la dirección 0 en RAM con el comando “G” :

```
>G 0
```

Los leds de ASBO deben encenderse en forma de cuenta consecutiva y ascendente.

Usted acaba de completar el ciclo de prueba inicial de su sistema ASBO. El sistema se encuentra funcionando en modo “single chip” y usted puede escribir, cargar y correr programas sencillos en el mismo. También tiene a su disposición un programa monitor BUFFALO que le permite múltiples comandos y funciones. Sin embargo, BUFFALO consume para su operación espacio en RAM de la dirección 48H a la FFH, por lo que disminuye considerablemente el área para carga de programas de aplicación. Asimismo, no es posible cargar programas directamente de la PC hacia la EEPROM. Todo lo anterior hace necesario operar el procesador en modo “bootstrap”, lo cual libera el espacio en RAM y permite la carga de programas en la EEPROM. Pase por favor al siguiente capítulo para continuar con la operación de ASBO en modo “bootstrap”.

5. Modo Bootstrap

5.1 Haciendo uso de ASBO.EXE

El programa ASBO.EXE, incluido en el disco de soporte, permite la operación del sistema en el modo “bootstrap”. ASBO.EXE permite realizar funciones de carga y ejecución de programas tanto en la EEPROM como en la RAM, así como revisión de localidades de memoria. Siga por favor los siguientes pasos para la operación de ASBO en modo “bootstrap” :

PASO 1 :

Mantenga ASBO con su eliminador de baterías desconectado. Los jumpers de ASBO deben tener la siguiente configuración :

J1 CERRADO J2 CERRADO J3 ABIERTO J4 CERRADO

Si cuenta con un display de cristal líquido LCD, fíjelo al conector de 14 pines correspondiente en ASBO. Cuide que el pin 1 (hilo rojo) en ambos lados del conector de cable plano coincida. Conecte el eliminador de baterías para alimentar el sistema. El led rojo DL10 debe encender. Oprima el botón de reset en ASBO.

PASO 2 :

Desde su PC ejecute el programa ASBO.EXE. Después de ingresar al programa, dé un ENTER para pasar al menú principal. ASBO.EXE automáticamente carga en ASBO un pequeño programa monitor llamado “PUMMA”. El led DL9 deberá parpadear como testigo que la carga tuvo éxito. Si DL9 no parpadea, dé reset a ASBO y elija la opción 2 del menú principal : “reinstalar pumma

en asbo” y espere a que el led DL9 comience a parpadear. Ahora elija la opción 1 del menú : “Carga y ejecución de archivo S19 en EEPROM”. Aquí el programa pide el nombre del archivo SIN la extensión. Escriba el nombre del archivo : “TODO”. El programa se carga y ejecuta automáticamente. Se trata de un programa que hace uso de casi todos los periféricos de ASBO : los leds, los microswitches los convertidores CAD y el LCD.

Al ejecutarse el programa, en el LCD debe observarse un letrero parecido al siguiente : NIVEL = 152. Si no cuenta con LCD, observará solamente los caracteres ASCII de 8 bits siendo transferidos a los LEDS (DL1..DL8) en forma secuencial. Al mover el microswitch SW0, la velocidad de transferencia de caracteres se modifica.

El número 152 representa el valor digital convertido del voltaje de 0 a 5 volts generado por el potenciómetro de precisión de ASBO. Mueva con un pequeño desatornillador el tornillo del potenciómetro y compruebe que el valor digital cambia entre 0 y 255.

PASO 4 :

Si cuenta con un teclado GRAYHILL modelo 86JB2-203 conéctelo al conector del teclado de ASBO, y siguiendo un procedimiento idéntico cargue el programa KEYREL.S19. Este programa permite decodificar cualquier tecla oprimida, mostrándola en el LCD. Además, cuando se oprime la tecla 5, se activa el relevador y con la tecla 6, se desactiva.

5.2 Operación en modo AUTORUN

Cualquier programa que haya sido previamente cargado y ejecutado en la EEPROM de ASBO puede ejecutarse en modo AUTORUN, es decir, iniciarse en forma automática al encender el sistema. Hay que recordar que la EEPROM no pierde su información, aún cuando se retire la alimentación del sistema. Para ejecutar un programa en modo AUTORUN :

PASO 1 :

Usando el programa ASBO.EXE, cargue y ejecute su programa de aplicación desde la dirección B600H, en la EEPROM del sistema. Cerciórese que el programa funciona correctamente. Como prueba puede cargar por ejemplo, el programa TODO.S19.

PASO 2 :

Desconecte su sistema del eliminador de baterías y de su cable serial y modifique la posición de los jumpers :

J1 CERRADO J2 CERRADO J3 CERRADO J4 CERRADO

PASO 3 :

Conecte el eliminador. El programa debe iniciar automáticamente. De ser necesario, dé reset al sistema.

5.3 Metodología para el desarrollo de aplicaciones

El desarrollo de aplicaciones empleando ASBO requiere de práctica en el uso del lenguaje ensamblador del procesador 68HC11. Sin embargo, el resto de las herramientas necesarias para escribir, ensamblar, cargar y probar los programas se encuentran incluidos en el sistema que usted acaba de poner en marcha. La metodología para el desarrollo de aplicaciones es la siguiente :

1. Escribir, usando el editor de textos del MSDOS, el programa en el lenguaje ensamblador del 68HC11, siguiendo los formatos y directivas del propio ensamblador. En el disco de soporte se incluyen los programas CONTADOR.ASM, TODO.ASM y KEYREL.ASM que sirven de muestra para escribir otros similares. Recuerde que el programa puede iniciar en la dirección 0 (RAM) ó en la B600H (EEPROM). También recuerde que en RAM usted dispone de 256 bytes y en EEPROM de 512 bytes para su programa.
2. Ensamblar el archivo fuente, con el uso del programa AS11.EXE. Este programa produce como salida otro archivo de formato S19, el cual es el estándar que usa Motorola para la carga de programas objeto en sus microcontroladores.
Ejemplo :
 >AS11 KEYREL
3. Con ayuda de ASBO.EXE, cargar y ejecutar el archivo S19 producido en el paso anterior hacia ASBO.
4. De acuerdo a los resultados obtenidos en la ejecución, modificar el programa regresando al punto 1 y repitiendo el procedimiento hasta conseguir un programa sin errores.

6. Referencias.

Se recomienda al usuario apoyarse en las siguientes referencias para complementar el contenido del presente manual :

Manuales y Notas de Aplicación :

- HC11 REFERENCE MANUAL. Motorola Inc. Manual completo de la familia 68HC11, con datos técnicos, notas de aplicación, etc.
- M68HC11EVBU Universal Evaluation Board. Manual del módulo de evaluación de Motorola, basado en el modelo E9. Incluye información completa del firmware BUFFALO.
- MC68HC11 Bootstrap Mode, APPLICATION NOTE 1060. Nota de Aplicación de Motorola sobre detalles técnicos concernientes al procesador 68HC11 en el modo “bootstrap”.
- Motorola Freeware PC-compatible 8-bit Cross Assemblers User’s Manual. Manual de los ensambladores ofrecidos por Motorola de la serie ASx.EXE
- MC68HC11 EEPROM Programming from a Personal Computer APPLICATION NOTE AN1010. Nota de Aplicación de Motorola sobre detalles técnicos de programación de la EEPROM en los chips de la familia 68HC11.

Sitios de Internet :

- <http://www.motorola.com/pub/SPS/MCU/mcu11/?N=A>
sitio con la lista de todos los programas PC “freeware” ofrecidos por Motorola. De especial interés es el archivo PCBUGB.ZIP, el cual al descomprimirse deja disponible el PCBUG11.EXE junto con todos sus archivos auxiliares. PCBUG11 es un programa que puede usarse para el manejo de ASBO en modo “bootstrap”. Contiene funciones similares a las de ASBO.EXE. Fue desarrollado en 1991. Algunos usuarios reportan problemas al ejecutar el programa en máquinas Pentium de alta velocidad. El sitio contiene también programas ensambladores, Compiladores BASIC, etc, etc.
- <http://www.ez1.com/~.rsch/>
sitio con numerosas referencias, técnicas y comerciales referentes a los microcontroladores de Motorola.