

DEPURADOR DE PROGRAMAS PARA EL MICROPROCESADOR 80486

Osorio Jorge
Troya Alex
Velarde Jaime, Ing.
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

RESUMEN

El presente trabajo va dirigido para aquellas personas interesadas en el campo de los microprocesadores de INTEL y en particular en el uso de los depuradores de programas para la enseñanza e investigación de las características de este tipo de microprocesadores.

Sin pretender este trabajo ser muy detallado y técnico se da una explicación general de la utilidad de los depuradores de programas, alcance de este y facilidades del mismo que lo hacen único y diferente a los ya existentes en el mercado y que puede estar a su alcance para su servicio.

ABSTRACT

This paper is addressed to people who are interested in INTEL processors science field and specially in the use of programs debugger, it can be used both by developing the microcomputer's characteristics and the teaching of these processors.

The aim of this paper is not to be so detailed and technical; this notwithstanding gives a general explanation about programs debugger utilities, the scope and facilities of this debugger is also detailed what makes it unique and different within the existing ones on market and it can be at hand for your service.

1. INTRODUCCION

Un depurador de programas es una herramienta muy útil para el programador, permite seguir la ejecución del programa verificando el estado de los datos y la

información que presenta el programa en pantalla. Mediante la depuración se pueden detectar y corregir errores de operación, hacer más eficiente la ejecución del programa y probar varias opciones de funcionamiento.

En la figura 1. podemos observar el momento en el que un depurador puede ser indispensable, si consideramos al proceso de depuración como un proceso cíclico, se aprecia que aunque el paso de depuración no es necesariamente obligatorio, si es de mucha utilidad y que en ciertos casos puede ahorrarnos mucho tiempo hasta obtener un programa ejecutable que cumpla con los requerimientos esperados.

En los Lenguajes de Alto Nivel todos los pasos del proceso de programación están incluidos como opciones en un solo programa, dependiendo de la versión del lenguaje, el depurador será más avanzado. Algunos depuradores solo permiten correr completamente el programa sin dar la opción de verificar el valor de las variables; en estos casos se hace necesario insertar en el mismo código puntos de parada e instrucciones que presenten los valores de las variables por pantalla. Otras versiones más avanzadas ofrecen mayores facilidades como: ejecución paso a paso, ejecución completa, inserción de puntos de parada, ingreso o no a subrutinas, ventanas que muestran y permiten modificar las variables seleccionadas.

En el caso del lenguaje Ensamblador el enfoque es diferente, cada paso del proceso de programación es realizado por un programa independiente. En el mercado actual se dispone de varios programas para realizar depuración en lenguaje ensamblador, cada uno de los cuales poseen sus ventajas y desventajas. Una desventaja común de todos estos depuradores es que no disponen de una ventana de memoria dinámica y de fácil acceso que muestre la variación de los datos a cada paso en la

Correspondencia a:
Jaime Velarde, Ing.
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
Fax - 593-2-567848
P O Box 17-01-2759

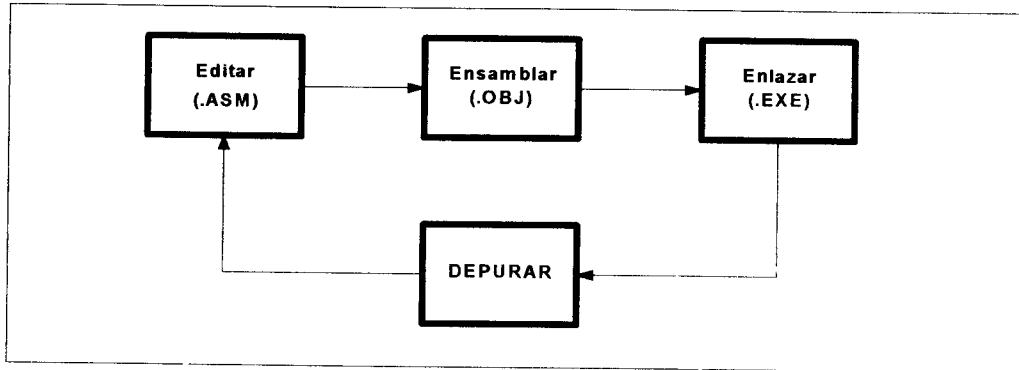


FIGURA 1. Pasos del Proceso de programación

depuración ni la facilidad de modificar directamente los contenidos de memoria para probar el funcionamiento del programa bajo diversas posibilidades de datos como tampoco disponen de una ventana de datos del coprocesador matemático que resida en forma permanente en pantalla mientras se depura un programa tal que se pueda observar los resultados y operaciones que se realizan con los registros de la pila, tampoco admiten el acceso para modificar directamente el valor de los registros y de las banderas, entre otras.

El uso de la mayoría de los depuradores es difícil por el trabajo para acceder a las diversas opciones debido a la gran cantidad de comandos existentes que generalmente no se conocen en su totalidad. Por ejemplo Debug que es uno de los depuradores comerciales más elementales que viene incluido entre los archivos del DOS, requiere del usuario un conocimiento profundo de la ubicación en memoria del archivo a depurar, y de las localidades de datos. El programa no diferencia entre su pantalla y la pantalla de usuario motivo por el que existe una mezcla de información, muestra en pantalla únicamente la información que le sea requerida mediante comandos. Entre otros depuradores disponibles tenemos también a Code View de Microsoft, TD286 que viene incluido con Borland -C, estos dos últimos, son depuradores más amigables y con mayores facilidades que Debug pero con las desventajas que se mencionaron anteriormente.

El depurador de programas expuesto aquí y al que se lo ha llamado "Pro486" conserva las principales ventajas de los depuradores

comerciales e incorpora nuevas facilidades que están ausentes en los depuradores comerciales antes enunciadas entre otras, que lo convierten en una herramienta ideal para la enseñanza y aprendizaje de los microcomputadores.

2. EVOLUCION DE LOS MICROPROCESADORES

En este punto cabe realizar una pequeña revisión de lo que constituyen los microprocesadores de INTEL ya que para estos exclusivamente fue diseñado el depurador en mención "PRO486".

En los últimos años las computadoras personales han tenido un desarrollo acelerado como se puede observar en la figura 2., especialmente el Microprocesador que constituye el cerebro del computador y por consiguiente en su parte más importante, las nuevas generaciones de microprocesadores incorporan nuevas facilidades y ventajas. A partir de algunas versiones de los microprocesadores Intel 80486 se incluye en el mismo circuito integrado al Coprocesador Matemático que abarca su propio conjunto de instrucciones.

La meta es aumentar la capacidad, eficiencia, velocidad y los recursos de los microprocesadores; si comparamos un microprocesador 8086 con un microprocesador 80486 veremos que a pesar de haber total compatibilidad, éste último incrementa el número de Instrucciones buscando facilitar el proceso de programación, el número de registros de segmento, el tamaño de los registros de propósito general, y la capacidad para direccionar memoria de los

LOS MICROPROCESADORES INTEL A PARTIR DE LOS DE 16 BITS			
Microprocesador	Datos	Memoria	Velocidad
• 8086	16	1MB (20)	5 a 8 MHz
• 8088	8/16	1MB (20)	5 a 8 MHz
• 80186	16	1MB (20)	6 a 16 MHz
• 80188	8/16	1MB (20)	6 a 16 MHz
• 80286	16	16MB (24)	16 a 25 MHz
• 80386	32	4GB (32)	16 a 33 MHz
• 80386SL	16/32	32MB (25)	16 a 33 MHz
• 80386SX	16/32	16MB (24)	16 a 33 MHz
• 80486DX/2/4	32	4GB (32)	16 a 50 MHz
• 80486SX	32	4GB (32)	16 a 50 MHz
• PENTIUM	64	4GB (32)	33 a 100 MHz
• PENTIUM PRO	64	4GB (32)	desde 150 MHz

FIGURA 2. Evolución de los microprocesadores INTEL

microprocesadores es cada vez mayor. Ventajas que le han permitido incursionar con gran éxito en nuevos campos de aplicación: Trabajo en ambientes gráficos que permiten el desarrollo de programas más amistosos para el usuario, manejo de audio y vídeo, sistemas multiusuario, sistemas multi área, adquisición de datos a mayor velocidad, etc.

3. FLUJO DEL PROGRAMA

En esta parte se pretende dar una idea general de la forma como están interconectados los diferentes macros y módulos que constituyen PRO486. En la figura 3. se muestra un diagrama que indica lo dicho, también se incluyen los archivos adicionales del depurador.

El depurador inicia y termina en el módulo INICIAL.ASM, este se convierte en el lazo principal que controla el menú y el flujo del programa, este se conecta en forma directa sólo con el módulo PRO486.ASM, al que entrega el control para que se ejecute la rutina respectiva una vez que se ha elegido una opción en el menú. La mayoría de las rutinas de PRO486.ASM se encargan de solicitar datos adicionales necesarios al usuario y preparar las condiciones para posteriormente hacer un llamado a rutinas de otros módulos que

realizan la función específica, para finalmente y luego de realizar la rutina respectiva devolver siempre el control a INICIAL.ASM.

4. PANTALLAS DEL DEPURADOR

En la figura 4 y figura 5. se presentan las ventanas del depurador, en la figura 4. se presenta la pantalla tal como es presentada al ingresar al depurador, mientras que en la figura 5. se presenta la pantalla ya modificada, aquí se puede observar la ventana de código ampliada y la del coprocesador habilitada.

5. FACILIDADES DEL DEPURADOR

Depurador amigable y de fácil utilización, mantiene disponible a primera mano la mayor parte de la información importante durante la depuración. Poder acceder fácilmente a la información que no se encuentra en la pantalla principal, en base a menús sencillos y cuyas opciones se encuentren siempre a disposición. Uso del ratón para agilizar el acceso a las diferentes opciones del programa.

La principal facilidad que "PRO486" ofrece es una pantalla completa con información totalmente dinámica, es decir con actualización constante y en forma automática de todos los parámetros involucrados por las instrucciones a ejecutarse durante la depuración, ya sea actualización de memoria, pila, datos del

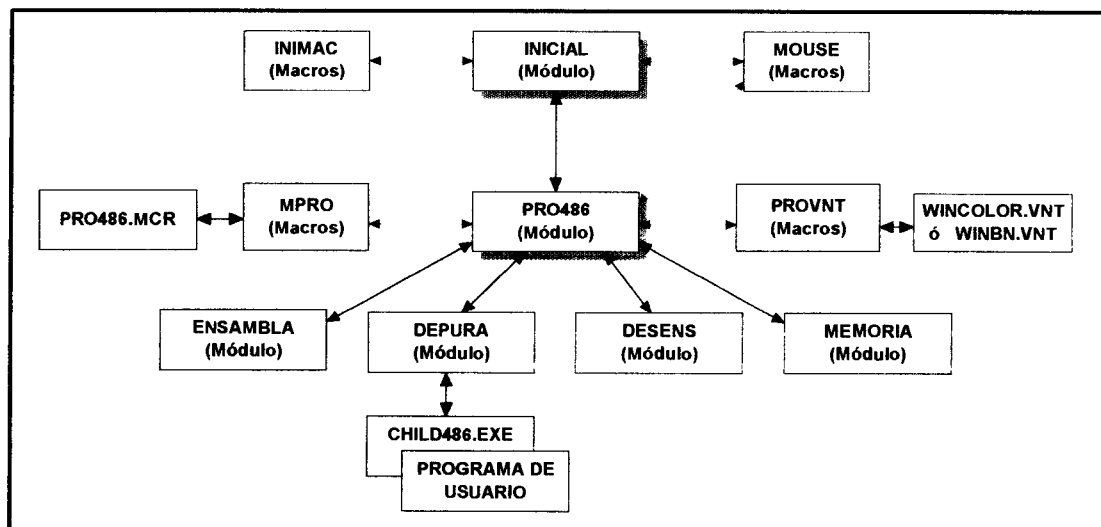


FIGURA 3. Conectividad de los módulos de PRO486

coprocesador si la ventana de éste está habilitada, registros extendidos, banderas, entre otras. A más de esto, también da la facilidad de escribir directamente en las localidades de memoria como también el modificarlas incluso durante la depuración, lo que lo hace especial y único entre los depuradores comerciales.

Incluye una ventana opcional para el Coprocesador Matemático que puede ser habilitada o Inhabilitada por el usuario. La ventana contiene toda la información de las banderas y registros internos del coprocesador matemático.

Permite que el usuario tenga acceso a las ventanas de banderas, registros y memoria para realizar cambios directamente de tal manera que pueda realizar pruebas de funcionamiento del programa bajo diversos valores de datos. Esto es importante especialmente para el caso de saltos condicionales o para comparaciones.

Ofrece al usuario herramientas adicionales para facilitar el proceso de depuración, como por ejemplo: Permitir la salida al entorno del sistema sin abandonar el depurador, poder ver y editar el archivo fuente (.asm) durante la depuración, hacer ejecutable al archivo fuente, depuración paso a paso, depuración hasta una cierta condición o dirección, depuración usando puntos de parada, ingresar o no a las subrutinas, entre otras.

6. CONCLUSIONES

Pro486.exe es un depurador de programas para ser ejecutado desde un microcomputador 80386 en adelante, diseñado para funcionar especialmente dentro del ambiente MS-DOS, por lo que su ambiente de trabajo será el modo real (1 Mbyte de memoria), destinado a depurar programas desarrollados en lenguaje Ensamblador que no incluya el cambio a modo protegido esto debido a que va enfocado el paquete para fines didácticos y aprendizaje en la depuración de programas como también a la investigación de las características de los microprocesadores no más allá del modo real que es el modo en el que por defecto inicializa y trabaja una computadora, además de que sería innecesario para dichos propósitos el abarcar toda la capacidad en memoria de la que se dispone en un 80486 logrando mas bien implementar muchas facilidades en el modo real en forma más sencilla y rápida sin necesidad de realizar tareas engorrosas en detrimento de la rapidez y sencillez con la que se realiza si únicamente se lo limita al modo real.

Las ventajas del microprocesador 80486 son la incorporación del coprocesador matemático en el mismo chip, que es compatible con versiones anteriores de coprocesadores, 8Kbytes de memoria caché interna, mayor velocidad en la ejecución de las instrucciones, mayor número

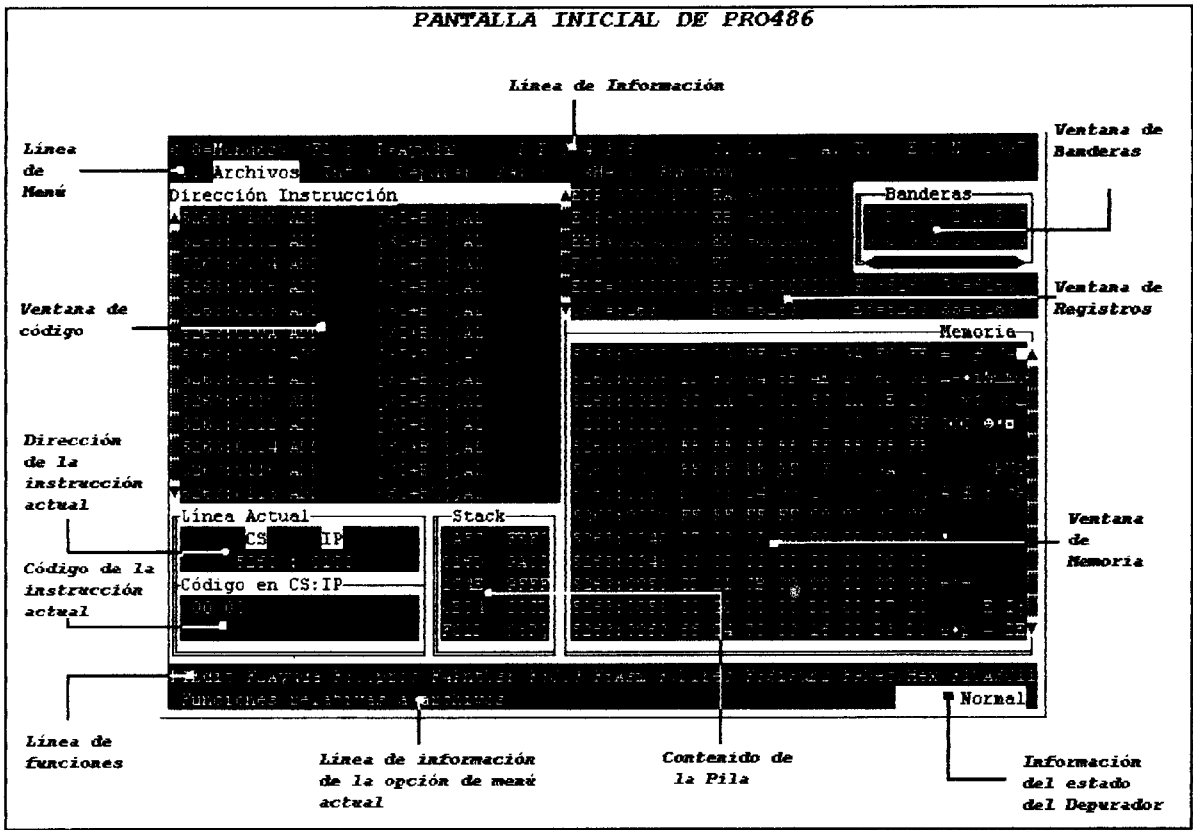


FIGURA 4. Pantalla de depuración de PRO486

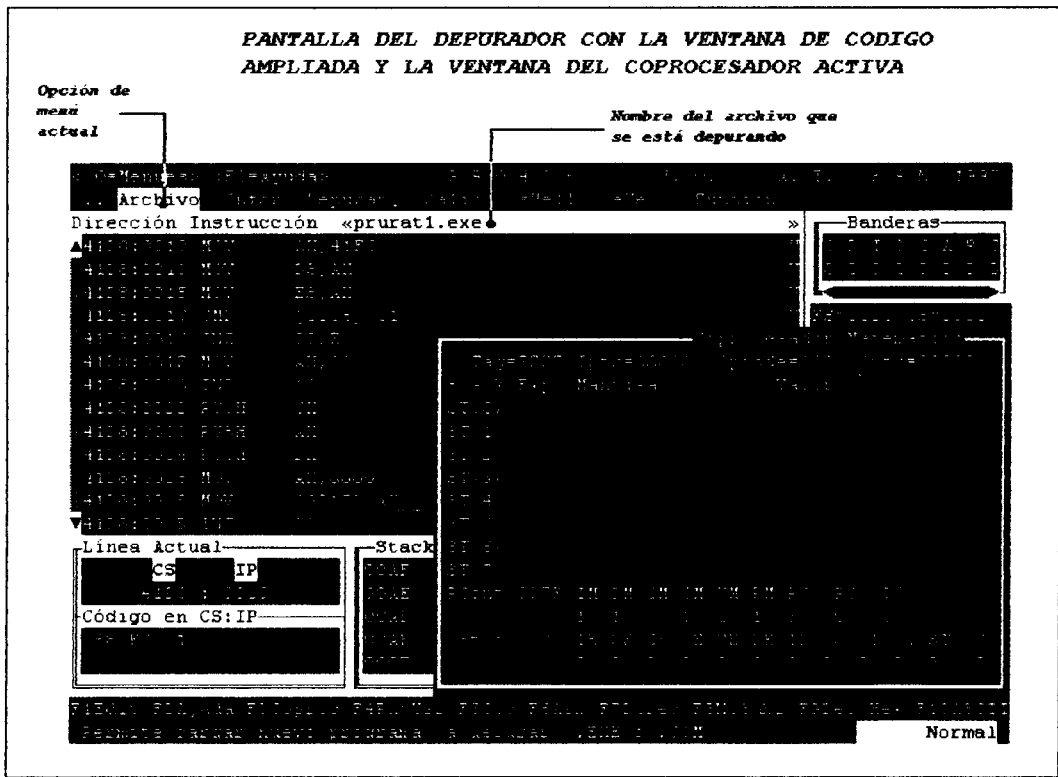


FIGURA 5. Pantalla de depuración con la ventana de código ampliada y del coprocesador habilitada

de instrucciones para mayor facilidad en la programación, un microprocesador completo de 32 bits. Total compatibilidad hacia arriba con anteriores versiones de microprocesadores que permite que el software realizado para dichos microprocesadores también funcione en un 80486, mientras que programas realizados utilizando instrucciones exclusivas del 80486 no correrán en versiones anteriores.

La programación en lenguaje ensamblador permite realizar programas más rápidos y de menor extensión comparados a los programas ejecutables que se obtienen con los lenguajes de alto nivel. El lenguaje ensamblador es un lenguaje potente que da al programador control absoluto sobre la computadora a diferencia de los lenguajes compilados de alto nivel como Pascal, Fortran y otros que dejan al programador a merced del compilador. El lenguaje ensamblador permite el control íntimo de los periféricos, gestión de memoria, velocidad, eficiencia de código, seguridad de datos, además de proporcionar al programador acceso directo a registros, memoria, y a las únicas instrucciones orientadas al bit; permitiendo así escribir rutinas propias o aprovechar la potencia de las rutinas del BIOS suministradas por los fabricantes de computadoras; el dominio de la programación en lenguaje ensamblador requiere experiencia y atención al detalle. Actualmente la programación en lenguaje ensamblador sirve de complemento a los lenguajes de alto nivel, para realizar especialmente rutinas de manejo directo de los dispositivos de la computadora, para mejorar la velocidad de ejecución de los programas.

En el caso que se requiera redefinir vectores de interrupción para que ejecuten rutinas diseñadas por el usuario durante la programación cabe recomendar que se usen las interrupciones de usuario (30h en adelante), y verificar que la interrupción seleccionada no esté siendo usada por programas residentes en memoria, como por ejemplo la interrupción 33h que es usada por el controlador del ratón. Siempre se debe guardar la dirección a la que estaba apuntando el vector que va a ser alterado, de forma que antes de terminar con la ejecución del programa, se restablezcan los vectores afectados.

El coprocesador está conformado por una pila de ocho registros en los que se almacenan los datos para las diferentes operaciones, dicha pila puede ser accesada de la forma clásica, esto es, el último en entrar es el primero en salir, o también se pueden acceder directamente para colocar o sacar un dato de un determinado registro. Existen otros registros adicionales que indican el estado del coprocesador. Los registros del coprocesador solo pueden tomar o poner datos directamente desde memoria, por esta razón si el procesador quiere comunicarse con el coprocesador matemático debe grabar la información en memoria y posteriormente se pasará a los registros del coprocesador, por otro lado si quiere obtener información del coprocesador, primero se almacenan los registros del coprocesador requeridos en memoria y de aquí a los registros del procesador.

El coprocesador matemático realiza las operaciones aritméticas a mayor velocidad que el procesador, esto en cuanto a trabajo con operandos enteros. Los valores almacenados en la pila están en formato real temporal IEEE (80 bits), existen instrucciones que permiten sacar directamente valores enteros binarios o enteros en formato decimal empaquetado. Para el caso de valores reales el ensamblador se encarga de codificar a formato real temporal los valores reales definidos en el segmento de datos, los resultados entregados por el coprocesador pueden ser sacados en los formatos real corto, real largo y real temporal, siendo el programador el encargado de convertirlos al formato decimal.

Para presentar los datos de la pila del coprocesador matemático en formato decimal, se utilizó el estándar de punto flotante de la IEEE actuando así para la descodificación de los datos de la pila sobre el formato real temporal (80 bits) que es el formato en el que se encuentran los datos en el interior de la pila del coprocesador, razón por la que los valores en formato decimal que se presentan de la pila, si bien son bastante exactos, no son su lectura directa y es necesario realizar operaciones adicionales sencillas por parte del usuario para obtener el resultado final en formato real, esto también debido a que desgraciadamente, no hay proceso de descodificación directo por parte del procesador para números que son devueltos por el coprocesador, por que no es

un proceso comparable a ensamblar cuando se ejecuta un programa. Existen librerías que permiten la descodificación de los datos de la pila a un formato real, pero su utilización es compleja por las varias condiciones que deben cumplirse antes de invocar a tales librerías, un ejemplo de estas librerías es IBMUTIL.LIB que es suministrado por IBM en su paquete ensamblador.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Barry Brey; "Los Microprocesadores Intel 8086/8088, 80186, 80286, 80386, 80486" Prentice Hall 1994.
2. William Murray y Chris Pappas; "Programación en Lenguaje Ensamblador 80386/80286" OSBORNE/McGraw-Hill 1990.
3. Lance Leventhal; "Guía de Programación 80386" Macrobit Editores 1987.
4. Microsoft; "Assembly -Language Development System MASM Version 6.11" Microsoft Corporation 1993.
5. Ezzell, Ben; "Programación de gráficos en turbo C++" Addison-Wesley 1993
6. Ortega López Fernando; "Depurador de programas para el microprocesador 8086" E.P.N. 1989
7. Rodríguez-Rosellé; "8088-8086/8087 Programación Ensamblador en entorno MS DOS" ANAYA
8. Dutenmann, Jeff; "La Biblia del Turbo Pascal" ANAYA 1989

8. BIOGRAFIAS



Osorio Hinojosa Jorge Bolívar. Nació en Latacunga, Ecuador, el 10 de Noviembre de 1970. Obtuvo el título de bachiller en humanidades modernas, especialización físico-matemáticas en el Instituto Superior "Vicente León" de

Latacunga. Sus estudios superiores los realizó en la Escuela Politécnica Nacional, obteniendo el título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones en mayo de 1997. Sus campos de interés abarcan el diseño y construcción de sistemas basados en microprocesadores, telemática, telefonía, comunicación digital, y tecnología de transmisión vía satélite.

Alex Jhonine Troya Aldaz. Nació en la ciudad de Riobamba, Ecuador, hace 24 años. Sus estudios de primaria y secundaria los realizó en instituciones educativas de la misma ciudad obteniendo el título de Bachiller Técnico. Sus estudios superiores los realizó en la Escuela Politécnica Nacional obteniendo el título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones en Mayo de 1997. *distinciones:* mejor egresado en la especialización de Electrónica y Telecomunicaciones en su promoción.

Jaime Edison Velarde Guevara, nació en Riobamba el 6 de abril de 1954, realizó sus estudios de bachillerato en el colegio "San Felipe" de esa ciudad. En el año de 1980 obtuvo el título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones en la Escuela Politécnica Nacional. Actualmente es profesor de la facultad de ingeniería eléctrica de la E.P.N. en el área de Microprocesados. Sus campos de interés abarcan los sistemas digitales y microprocesados.