

Programa emulador de entrenador para los microprocesadores INTEL 8080 y 8085 para las calculadoras programables HP-48SX y HP-48GX

Luis A. Zapata Cancel

Candidato a graduación en ingeniería eléctrica, UPPR

Sinopsis

En este artículo se desarrolla un programa para emular el entrenador para los microprocesadores Intel 8080 y 8085. El programa se diseñó para correr en en las calculadoras programables HP-48SX y HP-48GX. El curso básico de microprocesadores en la Universidad Politécnica de Puerto Rico se basa en estos microprocesadores, pero la universidad no tiene entrenadores para experimentar con el Intel 8080 y 8085. Por esta razón, el curso resulta ser completamente teórico. El uso de este emulador como herramienta complementaria al curso les permite a los estudiantes asimilar mejor la teoría presentada en el salón de clases para enriquecer más aún su conocimiento sobre microprocesadores.

Abstract

Emulator of a trainer for the Intel microprocessors 8080 and 8085 for the programmable calculators HP-48SX and HP-48GX

This article presents the development of a program to emulate the Intel 8080 and 8085 microprocessors. The program was designed to run on the HP-48SX and the HP-48GX programable calculators. The basic course of microprocessors at the Politechnic University of Puerto Rico is based on these microprocessors, but there are no trainers available. For this reason the course is completely theoretical. The use of this emulator as a complementary tool will allow the students to better assimilate the theory presented in the classroom to enrich their knowledge of microprocessors.

Zapata/Emulador de 8080 y 8085 para la HP-48

Introducción

Los microprocesadores Intel 8080 y 8085 son microprocesadores cuya programación es básicamente sencilla, de bajo costo y sus aplicaciones y uso aún continúan hoy día. Además, se usa en la educación debido a sus características, lo que evita invertir dinero en un microprocesador más poderoso, ya que con uno más sencillo se logra educar sobre la arquitectura básica y programación de microprocesadores.

En los últimos años las calculadoras programables han tomado gran auge. La mayoría de los estudiantes de ingeniería se han percatado de lo poderosas que son, especialmente la HP-48. Es por eso que estas calculadoras tienen gran demanda entre el estudiantado. Sin embargo, son pocos los que poseen computadoras personales, por lo que dependen del centro de cómputos de la universidad. Esto implica que el estudiante debe enfrentar problemas como la accesibilidad de la computadora y las horas de disponibilidad del centro de cómputos, entre otros.

La calculadora HP-48 es muy poderosa para este tipo de aplicación ya que posee una variedad de funciones intrínsecas que efectúan operaciones en aritmética binaria. De esta manera se minimiza el número de algoritmos necesarios para emular el grupo de instrucciones del microprocesador. Además la portabilidad de la calculadora la convierte en una herramienta muy deseable y la alternativa más práctica para este diseño.

El diseño

Como meta final, pretendemos producir un programa emulador que el usuario pueda manejar con facilidad y que el emulador cumpla con las características principales de un entrenador real. En algunos casos estas características se mejoran, como por ejemplo, la capacidad de monitorear simultáneamente el contenido de todos los registros y contadores, además del mnemónico de la instrucción que se ejecuta. Por otro lado, se añaden facultades como la capacidad de almacenar las aplicaciones en archivos y

algunas funciones características de un editor, como, por ejemplo, la habilidad de insertar instrucciones o datos sin la necesidad de volver a entrar porciones del programa actual.

El Intel 8080 tiene un total de 244 instrucciones y el Intel 8085 posee 246. Su programación es idéntica excepto por dos instrucciones adicionales características del 8085. Para emular el grupo de instrucciones del microprocesador se desarrolló un algoritmo para cada instrucción. Cada algoritmo es una subrutina independiente que la aplicación llama directamente.

Debido a la capacidad limitada de memoria de la calculadora HP-48, experimentamos problemas al momento de guardar la aplicación en un archivo. Los microprocesadores Intel 8080 y 8085 tienen capacidad de direccionamiento de 16 bits (65,536 posiciones de memoria), lo que imposibilita reservar esa cantidad de memoria para cada aplicación. Por esta razón decidimos guardar solamente las posiciones de memoria que contienen datos diferentes de cero. De esta forma la aplicación ocupa considerablemente menos espacio y sobra memoria para un número mayor de aplicaciones. No obstante, para lograr esto es necesario un archivo adicional para cada aplicación. Este archivo hace las funciones de un mapa que contiene las posiciones de memoria que contienen valores diferentes de cero. Las posiciones de memoria que no están incluidas en el archivo del mapa se consideran con un valor de cero.

Todo el emulador se diseñó en modo gráfico. De esta manera, el usuario puede monitorear mayor información al mismo tiempo. También permite incluir diagramas que ayuden al usuario a entender mejor los datos que se le proveen. El programa emulador ocupa 109kB de memoria, por lo que es deseable duplicar en una tarjeta OTP de ROM de 128kB.

Ejemplo para ilustrar el funcionamiento del entrenador

Consideremos una aplicación sencilla; un contador de 1 a 255 en decimal (fig. 1).

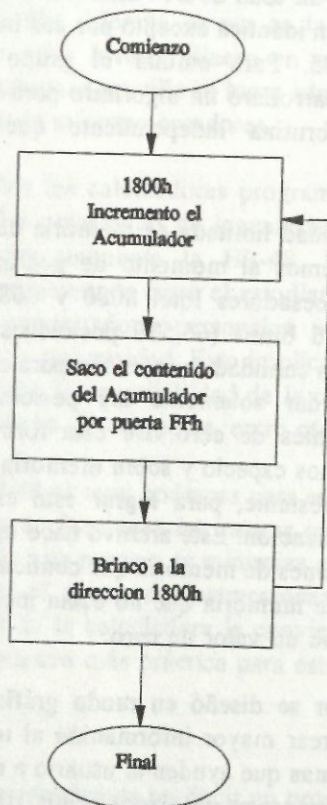


Figura 1. Flujoograma del programa

Listado del programa

1800	3C	INR A
1801	D3	OUT v
1802	FF	
1803	C3	JMP
1804	00	
1805	18	

Corrida del programa

En la figura 2 se observa la ejecución de la instrucción INR A en el modo de corrida paso a paso. El acumulador incrementa de cero a uno. El contador de dirección (AC) contiene el número 1800 (en hexadecimal), el contador del programa (PC) contiene el número 1801. Además se observa el código de operación de la instrucción y el mnemónico que le corresponde. Los ocho círculos (LEDs simulados) representan la salida en binario que hasta ahora contiene el valor de cero.

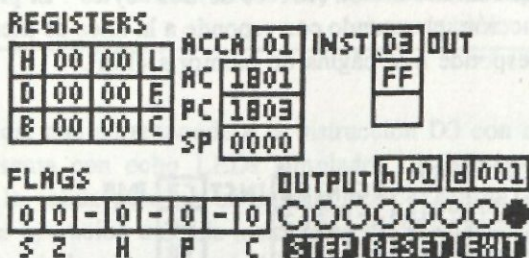


Figura 2. Ejecución de la instrucción INR A

En la figura 3 se observa la ejecución de la instrucción D3 (OUT v). El contador de dirección (AC) ahora contiene el antiguo valor del contador del programa (PC) y el contador del programa contiene la dirección de la próxima instrucción que se va a ejecutar, la cual se encuentra dos posiciones adelante. Además se observa la salida representada por los ocho

LEDs (el contenido del acumulador en binario) y sobre los LEDs se presenta el contenido del acumulador en hexadecimal y decimal.

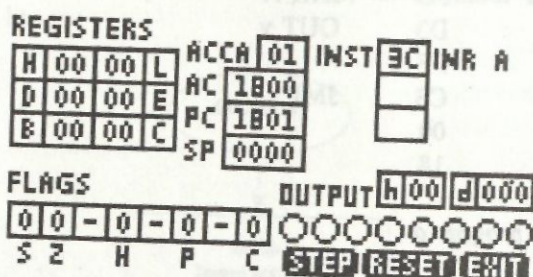


Figura 3. Ejecución de la instrucción D3 (OUT v)

En la figura 4 se observa la ejecución de la instrucción JMP. El contador de dirección contiene la dirección de la instrucción y el contador del programa contiene la dirección hacia donde se hará el brinco (según indicado por la instrucción JMP). Bajo el código de operación de la instrucción se observan dos "bytes" adicionales que corresponden a los argumentos, ya que la instrucción JMP es de tres "bytes". El primer "byte" lo ocupa la instrucción, el segundo corresponde a la línea de memoria (00h) y el tercero corresponde a la página de memoria (18h).

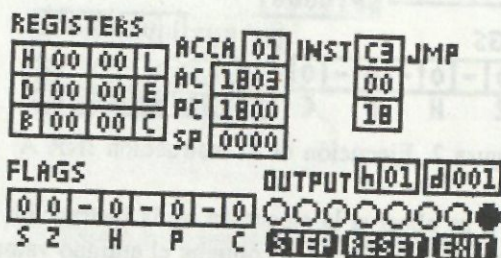


Figura 4. Ejecución de la instrucción JMP

Una vez se ejecuta la instrucción JMP, el programa continúa indefinidamente hasta que el usuario oprima la alternativa del menú EXIT. Esto es, el contenido del acumulador incrementa por uno y la salida representa el contenido del acumulador.

Limitaciones

Durante el análisis de cada instrucción se identificaron cinco instrucciones que no se emularon debido a que era necesario el uso de un interfase. Por la misma razón, los interruptos no se emularon. Estas instrucciones se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Instrucciones que no se emularon

Código de operación	Mnemónico	Descripción
F3	DI	Inhabilita interrupciones
FB	EI	Habilita interrupciones
DB	IN	Entrada de ocho bits
20	RIM (sólo 8085)	Lee mascarilla de interrupción
30	SIM (sólo 8085)	Coloca mascarilla de interrupción

La salida, que corresponde a la instrucción D3 con mnemónico OUT v, se representa con ocho LEDs simulados. Esto le permite al usuario monitorear la salida pero no es posible interconectarla externamente. La velocidad de operación de cada instrucción es considerablemente mayor en el emulador debido a que se usó RPN ("reverse polish notation"). Por esta razón, los algoritmos se diseñaron cuidadosamente para evitar calculaciones repetitivas.

Conclusión y desarrollos futuros

En este proyecto de investigación queda demostrado que las calculadoras programables juegan un papel muy importante en diferentes

Zapata/Emulador de 8080 y 8085 para la HP-48

áreas de la ingeniería, tales como el diseño de aplicaciones, la emulación de sistemas y soluciones a problemas. En la HP-48, el límite de la solución de problemas mediante programación se establece por la limitación de memoria y la habilidad del programador. Mientras más se sepa de sus funciones intrínsecas y su lógica de programación, mayores aplicaciones se pueden desarrollar más eficientemente.

Este diseño se enfoca especialmente a la educación. Surge por la necesidad y la dificultad de acceso a entrenadores de microprocesadores que tienen los estudiantes de ingeniería. Ahora el estudiante tiene acceso a una herramienta que le provee experiencia y puede dedicar cuantas horas desee a estudiar los microprocesadores.

La versión actual del entrenador es producto de muchas pruebas. Estas pruebas permiten corregir errores encontrados en versiones anteriores. Nuestro principal interés es que el esfuerzo dedicado a elaborar el programa emulador lo aproveche el estudiantado, ya que este proyecto es para ellos.

Para mejorar nuestro diseño, en futuros trabajos de investigación en la HP-48 sugerimos proyectos como los siguientes:

- Análisis y diseño de un interfase de entrada y salida de datos utilizando el puerto en serie.
- Aumentar la velocidad de operación mediante la programación en "system RPL".
- Utilizar el teclado o el puerto en serie para la emulación de interruptos.