

단일칩 마이크로컴퓨터의 소개

李 均 夏
(仁荷大 工大 教授)

- | | |
|---------------------------|-------------|
| 1. 서론 | 4. 소프트웨어 개발 |
| 2. 단일칩 마이크로컴퓨터의 구성 및 활용방법 | 5. 결론 |
| 3. 구조와 기능 및 특성 | |

1 서론

반도체 기술의 발전은 경이적인 발명이라고 할 수 있는 마이크로컴퓨터를 탄생시켰고 계속된 발달은 소자의 집적밀도를 더욱 더 높여 단일칩 마이크로컴퓨터까지도 저렴한 가격으로 공급 가능하게 하고 있다는 점은 너무나도 잘 아는 사실이다.

현재 Motorola와 Intel을 비롯하여 Texas Instrument, G.I, NEC, SANYO 등등 거의 대부분 반도체 회사들이 각각 수 종류 내지는 수십 종류의 단일칩마이크로컴퓨터들을 공급하고 있으며 가격도 수 \$에서 1 \$미만의 것까지 있어서 매우 저렴한 편이다. 따라서 그 응용범위가 무진장하게 기대 되는 바이나 개발, 보급 역사가 짧은 관계로 이들에 대한 막연한 매력과 가치만을 인정할뿐 구체적인 사항과 응용방법이 널리 파급되지 못하고 있어서 제대로 활용을 못하고 있는 경우가 많다는 점은 매우 안타까운 사실이다.

본문에서는 단일칩 마이크로컴퓨터들의 일반적인 구성과 특징을 분석, 소개하여 이들을 원활히 활용하는데 다소나마 도움이 되고자 한다.

2 단일칩 마이크로컴퓨터의 구성 및 활용방법

컴퓨터는 그림 1과 같은 구조를 가지고 있다는 사

실은 이미 잘 알고있는 바이다. 이들 중 CPU와 기억장치는 컴퓨터 내부의 세계이며 일반적으로 프로그램에 의하여 컴퓨터에 부여되는 기능과는 무관하게 대체로 통일된 형식을 갖추고 있다. 입, 출력 장치들만의 외부와 연결되고 있으며 컴퓨터 시스템이 갖는 기능에 따라 현저한 차이가 생기게 된다.

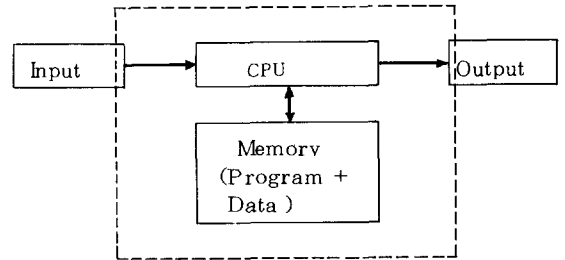


그림 1. 컴퓨터의 개략도

단일칩 마이크로컴퓨터는 종류에 따라 다소의 차이는 있지만 부여된 기능의 특성에 별로 영향을 받지않는 CPU, 기억장치를 포함하여 외부와 연결되는 입, 출력장치의 인터페이스(입, 출력 포트 포함)들을 높은 집적밀도를 이용하여 하나의 칩에 마련하여 놓은 것이다. (그림 1의 점선부분). 이에 따라 가격은 극히 저렴하게 되면서 응용(설계 및 제작)은 대단히 용이하게 되었고 이러한 특징들은 새로운 수요를 창출하여 생산기술 발전과 가격저하를 유도하여 상승적 발전을 하고있는 실정이다.

단일칩 마이크로컴퓨터를 이용한 장치에서 입, 출

력 회로와 내부 프로그램만이 기능에 따라 달라지고 컴퓨터의 나머지 부분은 기능과 관계없이 동일하므로 이를 활용하는 방법은 다음 단계별로 생각할 수 있다.

- 장치의 기능설정
- 단일칩 마이크로컴퓨터의 선정
- 입, 출력 부분 (회로) 설계
- 프로그램 개발

이들 중 첫번째인 기능설정 과정에서는 어떠한 입력이 가해진 후 얼마만한 시간이 지난다음 어떤 결과가 출력되도록 하는가를 결정짓는 것이므로 단일칩 마이크로컴퓨터의 구조 (종류)와는 무관하게 된다. 그러나 그러한 기능을 수행하기 위한 입, 출력 장치들의 개략적인 구조와 수효를 예측하고 있어야 한다.

두번째로 단일칩 마이크로컴퓨터를 선정하는데는 여러가지 참고해야 할 사항들이 많다. 이들 사항중에는 내장된 인터페이스의 종류, 기능 및 수효와 입, 출력 포트들의 전기적 특성 및 수효, ROM, RAM의 종류 및 크기, 동작속도, 명령의 종류, 스택의 유, 무 및 크기, 전력소모량, 공급전압의 범위, 가격, 소프트웨어 개발장비 활용가능성 등등을 고려해야 하므로 단일칩 마이크로컴퓨터가 갖는 특성들을 잘 파악할 필요가 있다.

세번째로 입, 출력 부분의 설계는 첫번째에서 주어진 기능과 두번째에서 선정한 단일칩 마이크로컴퓨터의 입, 출력 인터페이스 및 포트들의 전기적 특성을 고려하여 적합한 설계를 하면 된다.

네번째의 프로그램 개발단계에서는 각 메이커별로 공급하는 소프트웨어 개발시스템이 필요하고 여기에는 cross assembler, linker, debugger 가 포함되며 emulator 또한 필요하다. 그러나 극히 간단한 응용이나 수준 높은 프로그래머에게는 메이커별로 공급하는 장비 없이도 프로그램을 작성할 수 있기는 하지만 비 능률적이다.

이러한 개발단계들을 고찰해 볼 때 단일칩 마이크로컴퓨터가 갖는 여러가지 전기적, 구조적 특성들이나 소프트웨어 개발 방식을 파악한다는 것은 단일칩 마이크로컴퓨터를 효과적으로 활용하는데 중요한 요소임에 틀림이 없으며 다음에 이들이 갖는 특성들을 하나 하나 소개하고자 한다.

③ 구조와 기능 및 특성

단일칩 마이크로컴퓨터의 구조는 메이커 및 품목별로 다소간의 차이가 있으나 입, 출력의 방식 및

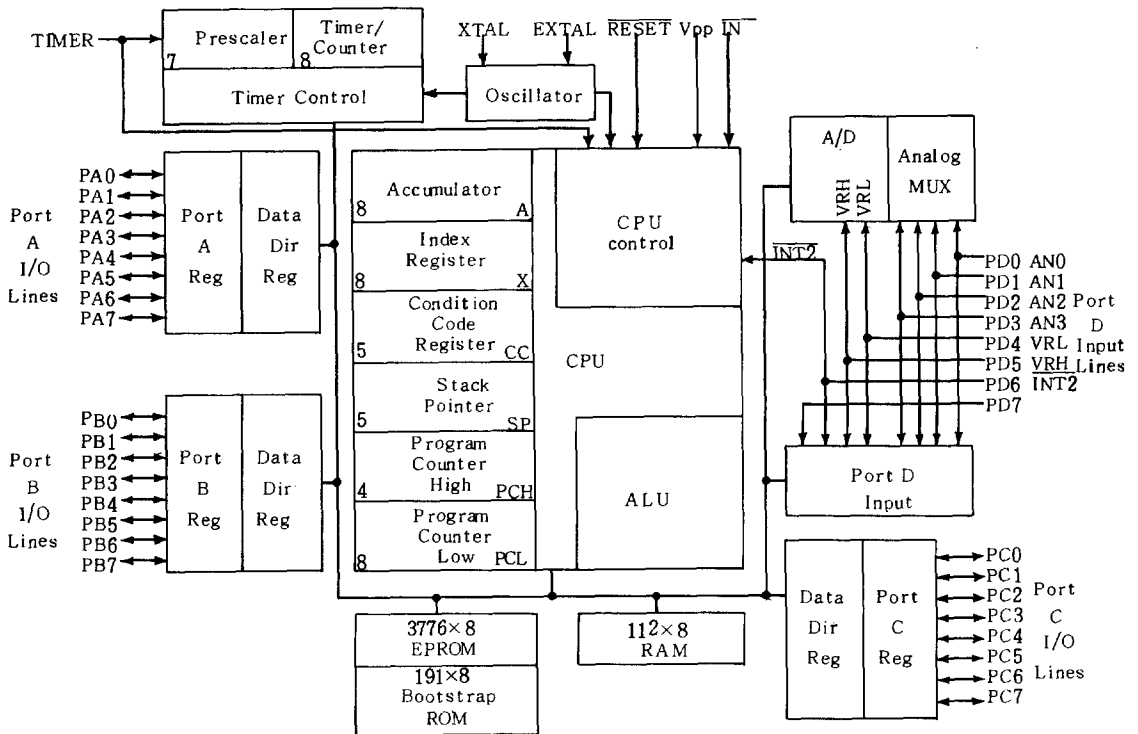


그림 2. MC 68705R 3 and MC 68705R 5 block diagram

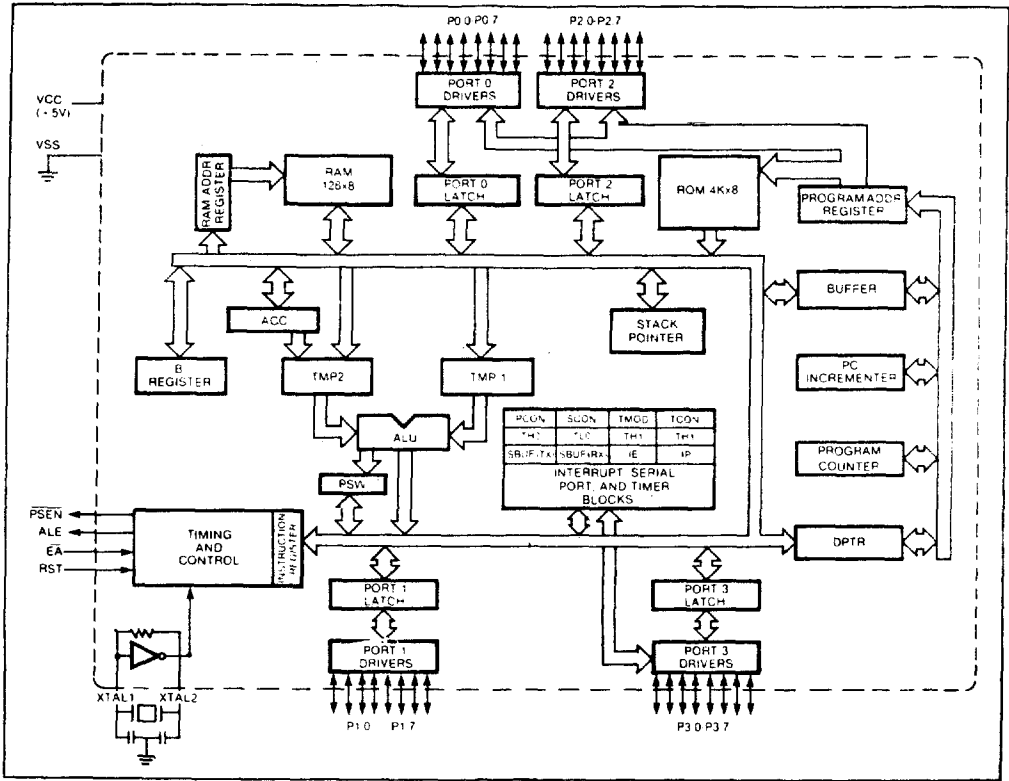


그림 3. 8051 block diagram

규격에는 큰 차이가 없다. 그림 2는 모토로라 MC 68705R3의 블럭도이며 그림 3은 인텔 8051의 블럭도이다. 내부구조 그 자체는 단일칩 마이크로 컴퓨터의 동작에 있어서 절대적인 사항이지만 사용자가 이용하는 입장에서는 입, 출력 부분과 프로그램이 들어가는 기억장치 및 각종 레지스터 뿐이다. 모토로라의 블럭도는 이러한 관점에서 사용자에게 필요한 부분을 중심으로 나타냈고 인텔의 블럭도는 구조 그 자체를 중심으로 나타냈다.

그림 2와 그림 3에 보여준 것 이외에도 수백가지 이상의 종류가 있으며 이들은 비록 근소한 차이 일지라도 각각 서로 다른 점들을 가지고 있다. 여기서 각기 다를 수 있는 사항들을 하나씩 검토해 보기로 하겠다.

***I/O port**

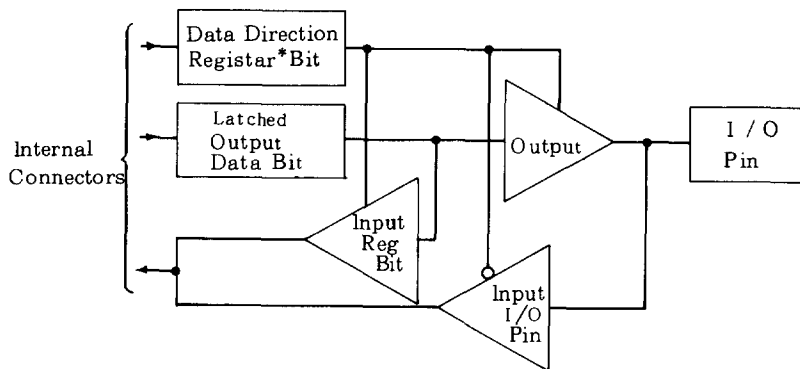
사용자의 입장에서 가장 일반적으로 공통되게 보이는 것은 입, 출력 포트(또는 핀)이다. 여기에는 사용자가 필요로하는 여러가지 입력장치 또는 출력

장치들을 연결하는 부분이기 때문에 전기적인 규격까지 고려해야 하며 설계 규모에 따라 필요로하는 입, 출력 핀의 수효가 결정된다. 가급적 입, 출력 핀의 수효가 많으면 좋겠으나 보통 16핀부터 32핀까지가 일반적이며 입력전용, 출력전용 또는 입, 출력 공용으로 나누어진다. 그림 2의 MC 68705R3의 port D의 8개 핀은 입력전용이며 그 나머지들은 모두 입, 출력 공용이다.

그림 4는 일반적인 입, 출력공용핀의 회로로서 데이터의 방향을 입력 또는 출력으로 결정할 수 있는 DDR과 같은 레지스터와 tri-state gate가 마련되어 있어 프로그램에 의하여 입력 또는 출력을 마음대로 선택할 수 있다.

출력의 경우에는 latch를 마련하여 CPU가 한 순간에 내보낸 데이터를 출력핀에 계속 공급하도록 하며 입력의 경우에는 핀에 입력되는 값을 항상 읽을 수 있도록 되어 있다.

입력핀의 경우에는 대부분 TTL 및 CMOS Compatible의 경우가 많지만 출력의 경우에는 전기적인



Data Direction Register Bit	Latched Output Data Bit	Output State	Input To MCU
1	0	0	0
1	1	1	1
0	x	Hi-Z **	Pin

그림 4. Typical port I/O circuitry

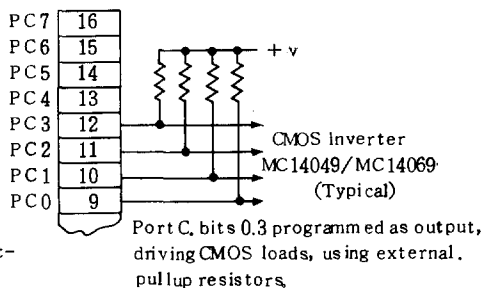
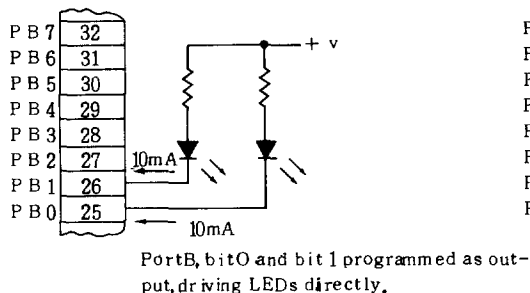
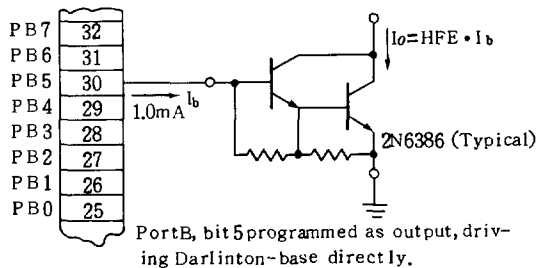
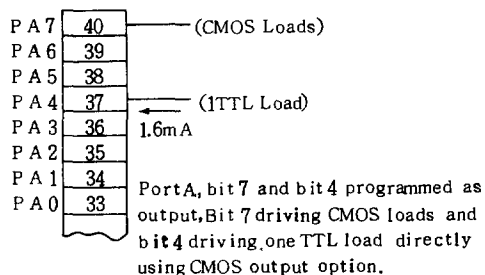


그림 5. Typical port connections - output modes

특성이 다양할 수 있다. TTL Compatible과 CMOS Compatible이 있으며 수 mA 내지 수십 mA의 강 전류를 sink 하여 LED 또는 계전기를 직접 구동시킬 수 있는 회로가 마련된 경우도 있고 1.0 mA 이

상의 충분한 전류를 공급하여 Darlington 회로를 직접 구동시키기에 적합하도록 마련된 경우도 있다. 그림 5는 여러 가지 특성의 출력회로 응용을 보여 주고 있으며 적기적 특성표를 검토하면 쉽게

파악할 수 있다.

*** Memory**

기억장치는 프로그램이나 데이터 테이블을 수록할 수 있는 ROM과 working area로 사용할 수 있는 RAM이 있다. RAM의 크기는 일반적으로 수십byte에서 백여 byte로서 간단한 제어용으로 충분히 사용할 수 있는 정도이다. ROM은 프로그램이 들어갈 수 있어야 하므로 수백 byte 내지 수 kbyte 까지이다. ROM의 크기는 클 수록 복잡한 알고리즘을 실현할 수 있으나 가격의 차이가 있다.

특히 ROM은 여러가지 형태가 있으나 MASK ROM이 일반형태이고 ROM less 형태는 프로그램 개발용으로 사용되고 EPROM형태는 소량의 용도에 사용되거나 프로그램 개발용으로 적합하다. 어떤 종류는 EEPROM도 마련되어 있는 경우가 있다.

*** Word Size**

데이터와 프로그램의 word size가 같은 경우가 대부분이나 서로 다른 경우도 있으며 대부분 4bit, 8bit이고 12bit 또는 16bit도 있다. 장치의 기능과 경제성을 고려하여 적절한 것으로 선정하면 된다.

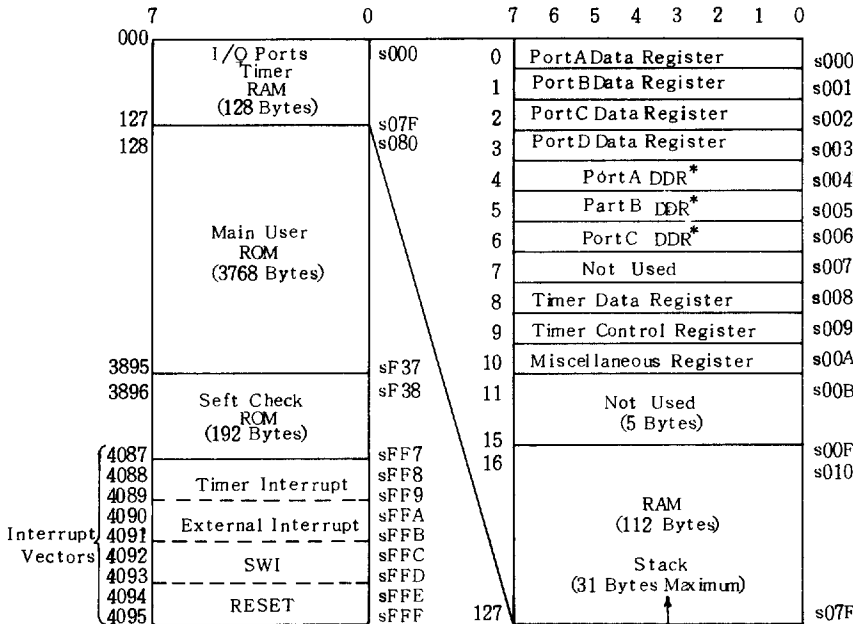
*** Memory Map**

Memory Map은 ROM과 RAM의 번지영역 (address field)을 보여주고 있으며 각종 인터페이스 및 입, 출력 포트들을 access할 수 있는 방법도 보여 주게 된다. 일반적으로 인터페이스 및 입, 출력 포트들은 기억장치의 번지영역을 공용하는 경우와 전용의 번지영역을 두는 경우가 있으나 사용상 별 문제가 없으며 입, 출력 명령의 종류만이 달라질 뿐이다. 그림 6은 Memory Map의 한 예를 보여 주는 것으로 각종 인터페이스 및 입, 출력 포트들이 기억장치 번지영역을 공유하는 경우이다.

*** 동작속도 및 명령의 종류**

CPU의 동작속도는 동일계열의 CPU일 경우 클럭 주파수로서 가능할 수 있지만 서로 다른 계열에서는 비교가 용이하지 않다. 일반적으로 clock 주파수와 명령의 종류들에 의해서 CPU의 능력이 결정되며 bench mark test 등을 통해 비교할 수는 있으나 단일칩 마이크로 컴퓨터에서는 흔히 쓰이는 방법이 아니다.

동일 계열에서도 메이커별로 Performance를 발표하고 있으므로 이를 참조하는 것이 적절한 방법이



*Caution Data direction registers (DDRs) are write-only, they read as sFF

그림 6. MC 6805u 3 memory map

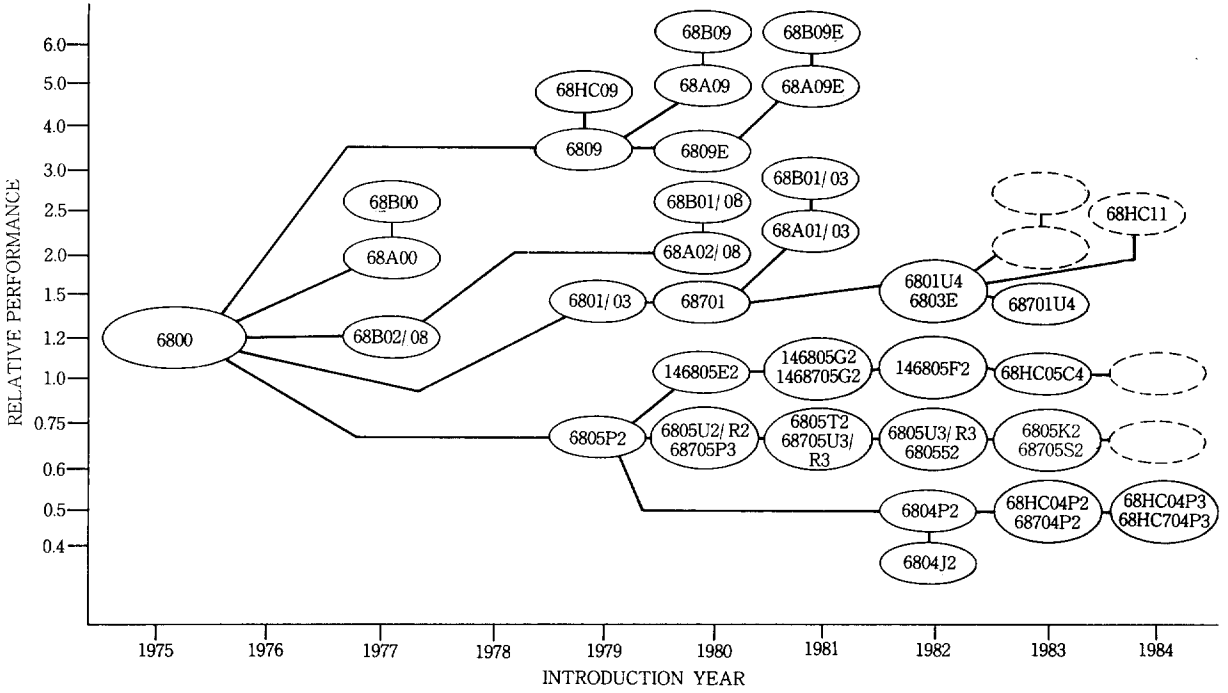


그림 7. Genealogy of the cohesive M 6800 microprocessor/microcomputer family

다. 그림 7과 그림 8은 양식이 서로 다르긴 하지만 메이커 측에서 발표한 Performance 비교표의 일 예이다.

*** Stack Size**

스택은 LIFO 구조로 특징이 지워진 것으로 서브루틴과 인터럽트 서비스 루틴의 return address를 저

장하는데 사용된다. 종류에 따라 다르지만 단일칩 마이크로컴퓨터에서는 스택의 크기가 제한을 받게 되며 작게는 2~3개로부터 수십개까지의 return address를 저장할 수 있는 것까지 있다. 적어도 20 byte 이상은 되어야 10개 이상의 return address를 저장할 수 있으며 서브루틴을 마음놓고 활용할 수 있다. 스택의 크기가 2~3개인 것은 서브루틴을 2~3레벨밖에 사용할 수 없으므로 프로그램 작성시에 특별히 주의를 해야만 한다. 그림 6의 MC6805u3에서는 스택과 RAM이 중복되어 있는 경우이며 최고 31byte까지 허용하고 있음을 알 수 있다.

*** Timer**

단일칩 마이크로컴퓨터는 주로 소규모 제어용으로 많이 활용되고 있으며 이런 경우 반드시 필요하게 되는 것이 타이머이다. 따라서 거의 대부분 단일칩 마이크로컴퓨터들이 타이머를 내장하고 있으나 타이머의 동작방식에는 약간의 차이가 있고 타이머용 카운터로 8bit부터 16bit까지 있다. 어느것이냐 실용상 큰 차이는 없으나 약간의 정도 차이는 있다. 또 이상의 어떠한 방법이던간에 소프트웨어 개발 시스템의 CPU가 단일칩 마이크로컴퓨터가 아닌 다른

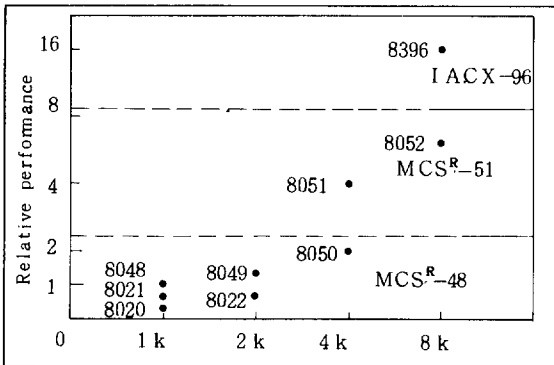


그림 8. Microcontroller performance

한 타이머의 주기, 동작모드, 클럭 공급원, 인터럽트 여부 등을 프로그램에 의해서 제어할 수 있도록 하고 있으므로 데이터 북에서 유심히 조사해 볼 항목 중의 하나이다.

***기타의 인터페이스**

단일칩 마이크로컴퓨터가 기술적으로 점 점 성장해 감에 따라 다양한 종류의 인터페이스들이 서서히 등장하고 있어 활용범위를 한층 더 넓혀주고 있다. Serial Communication Interface가 마련되어 외부 세계와 강력한 통신수단으로 연결되는가 하면 A/D Converter, PLL 등도 부가되어 산업용 장치의 설계, 제작을 간단히 하는데 도움을 주고 있다.

***전력소모**

일반적으로 단일칩 마이크로컴퓨터가 동작하는 데는 수백 mW ~ 1W 정도의 전력을 소비하여 건전지에 의한 동작에는 문제가 따르게 된다. 그러나 CMOS 기술의 확산으로 단일칩 마이크로컴퓨터에도 CMOS 기술이 도입되었고 이에 따라 동작전력이

10 mW 수준으로 가능해 졌으며 wait시 또는 stop 시에는 수 mW 또는 수 μ W 이하로 저하되어 소형 건전지에 의한 동작이 가능하도록 된 것이 있다.

이상 여러가지 사항들은 응용방면에 따라 고려되어야 할 부분이 있으며 무시해도 좋을 부분이 있으나 완벽한 설계를 위해서는 하나 하나 빈틈없이 고려해 보는 것이 좋을듯 하다.

4 소프트웨어 개발

단일 칩 마이크로컴퓨터의 선정이 끝나고 주변회로가 결정되면 남는 것은 프로그램 작성뿐이다. 프로그램 작성의 편의를 위하여 각 메이커에서는 software development system 들을 여러종류씩 공급하고 있다. 이 들을 활용하는 것이 프로그램 개발의 정석이라고 할 수 있으나 경험이 많고 수준이 높은 프로그래머라면 자기 주변에 있는 퍼스널 컴퓨터를 포함한 일반용 컴퓨터에 개발용 소프트웨어를 작성하여 사용할 수도 있으나 직접 기계어로 프로그램을 작성하는 수도 있으나 비 능률적이기 쉽다.

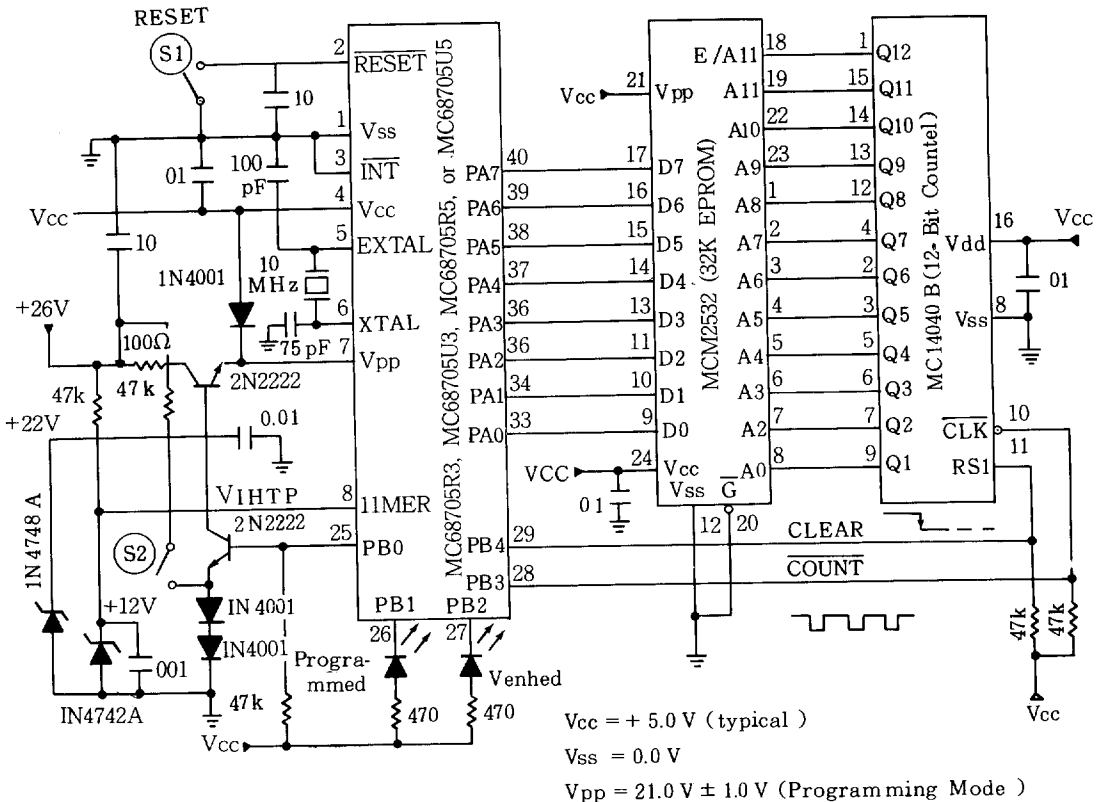


그림 9. Programming connections schematic diagram

종류이므로 모두 cross assembler를 사용하게 되며 실제로 개발된 프로그램을 run 해볼 수는 없는 실정이다. 따라서 개발된 프로그램의 타당성을 확인하는 문제가 남게 되며 확인과정도 없이 masking을 의뢰하는 것은 대단히 위험스러운 일이 된다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 메이커 측에서는 소프트웨어 개발 시스템에 emulator board를 추가로 공급하고 있으나 그 외의 방법들이 마련되어 있는 경우도 있다. 그 중 하나는 ROM을 EPROM으로 대체한 경우이며 사용자가 개발된 프로그램을 EPROM에 직접 적재하여 동작시험을 확인할 수 있도록 한 것이다. 이 방식은 매우 편리한 방식의 하나이며 masking을 하기에는 수량이 너무 적은 응용방면에도 활용될 수 있는 방법이다. 그림 9는 EPROM이 내장된 단일칩 마이크로컴퓨터에 프로그램을 적재할 수 있는 회로의 한 예를 보여주고 있다.

다른 하나는 ROM less 형태로 단일칩 마이크로컴퓨터에서 ROM을 제거하고 ROM에 연결할 선들을 칩 외부로 끄집어 내어 개발용 프로그램이 적재된 EPROM을 연결할 수 있도록 한 방식이다. 이 방식은 ROM에 연결할 선들이 추가되어 핀의 수효가 많아지게 되므로 원래 칩과의 pin compatibility가

결여되는 단점이 있다.

5 결론

단일칩 마이크로컴퓨터는 그 동작이론으로 볼 때 보통의 마이크로컴퓨터와 특별히 다른점이 없다. 따라서 기능상 큰 차이가 없으며 단지 기억용량이나 입, 출력 면에서 여러모로 크기의 제한을 받을 뿐이다. 한편 단일칩이란 특성으로 인하여 수명이 보다 길고 장치의 설계 및 생산이 매우 간단하게 되며 가격이 저렴하게 되는 특징을 가지고 있다고 종합할 수 있다.

이 들은 종류가 대단히 많고 각각이 갖는 기능 및 특질이 다소나마 서로 다르며 가격 또한 서로 다르기 때문에 앞에서 열거한 많은 사항들을 검토하여 선택을 할 필요가 있다. 프로그램 작성 방식은 보통의 마이크로컴퓨터와 비슷하나 debugging 과정에서 emulator를 이용해야만 하는 까다로움이 수반된다. 이 들을 원활히 활용할 수만 있다면 단일칩 마이크로컴퓨터는 아주 작고 값이 싼 훌륭한 제어 핵심임에 틀림없을 것으로 생각된다.