Mikroişlemci Sistemleri

Dr. Öğr. Üyesi Hamza Osman İLHAN

2019/1-Ders 1

YTÜ-CE

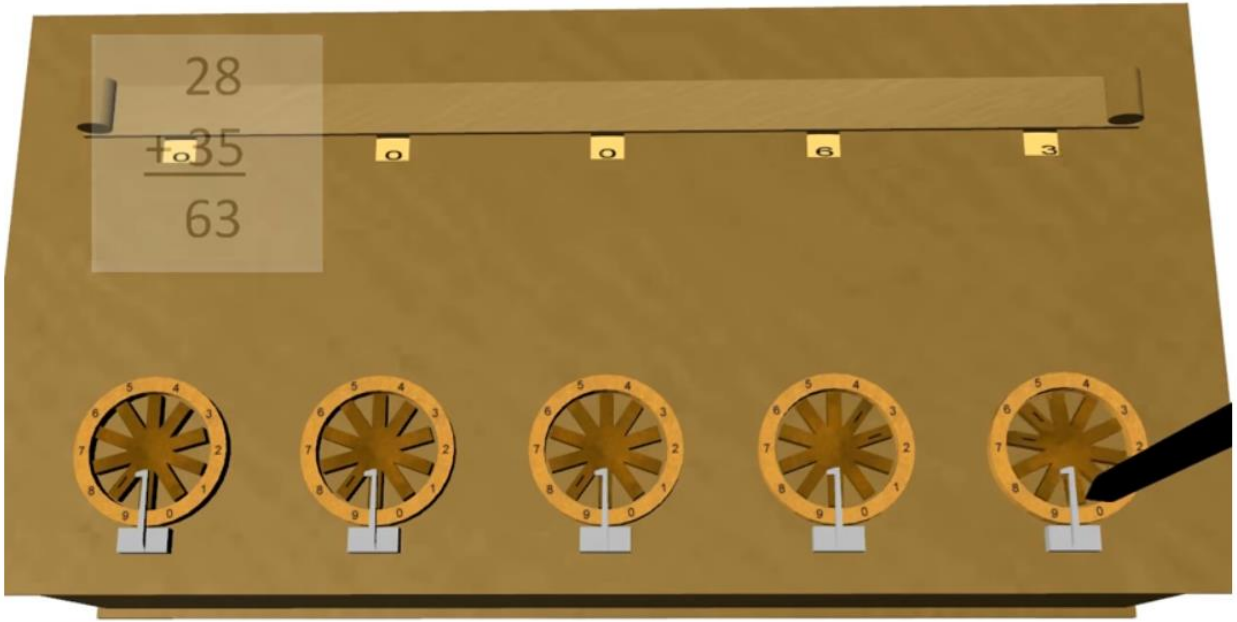
Mekanik Çağ

- Hesaplama için araç kullanımı MÖ 500'lü yıllara kadar uzanır
- Babilliler abaküs'ü kullandılar
  - İlk mekanik hesap makinesi
  - Boncuklar ile hesaplama yapılıyordu
- Çin abaküsü

Mekanik Çağ

- 1642 Blaise Pascal çark ve dişlilerden oluşan bir hesap makinesi geliştirdi (Pascaline)
  - Her dişli 10 diş içeriyordu
- İlk dişli bir tam tur attığında ikinci dişli 1 adım ilerliyor
- https://www.youtube.com/watch?v=3h71HAJWnVU

Mekanik Çağ



Mekanik Çağ

- 1800’lü yıllarda dişli mekanik makineler ile hesaplama ve veri işleme için uygulamalar gerçekleştirildi
- 1801’de Joseph Jacquard dokuma makinesinde desen oluşturmak için delikli kartları kullandı

Elektriksel Çağ

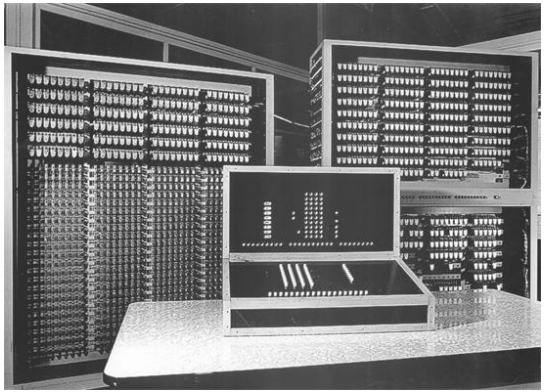
- 1800'lü yıllarda elektrik motor Michael Farady tarafından tasarlandı
- https://www.youtube.com/watch?v=fcb-zjbsmBk
- Pascaline'in elektrik motorlu versiyonları geliştirildi
- 1889 yılında Herman Hollerith elektrik motorlar ile sürülen veri işleyen bir makine geliştirdi
- Bu makine Amerika 1890 nüfus sayımı sonuçlarının istatistik çıkarımı için kullanıldı
- Veri girişi delikli kartlar kullanılmıştı

Elektriksel Çağ

- 1896’da Hollerith nüfus sayımlarında kullanılacak makineleri üretmek amacıyla Tabulating Machine firmasını kurdu
- Bir takım firma birleşmeleri sonucunda firma International Business Machines Corporation olarak isim aldı (IBM Inc.)

Elektriksel Çağ

- Elektrik-mekanik makineler 1941 yılına kadar yaygın olarak kullanıldı
- Uçak ve füze tasarımında hesaplamaları yapmak amacıyla, Konrad Zuse röle temelli ilk elektro-mekanik bilgisayarı geliştirdi (Z3)
- Z3 5.33Hz frekansında çalışıyordu

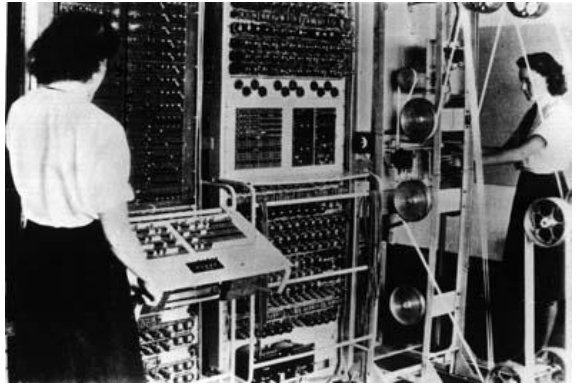


Elektriksel Çağ

- Konrad Zuse Z3'ü geliştirmeden önce sisteminin mekanik (Z1) ve öncül elektro-mekanik versiyonlarını da geliştirmişti

Elektronik Çağ

- İlk elektronik bilgisayar olarak gösterilen tasarım Alan Turing tarafından geliştirilmiştir (Colossus)
- Elektronik komponent olarak vakum tüpleri kullanılmıştır

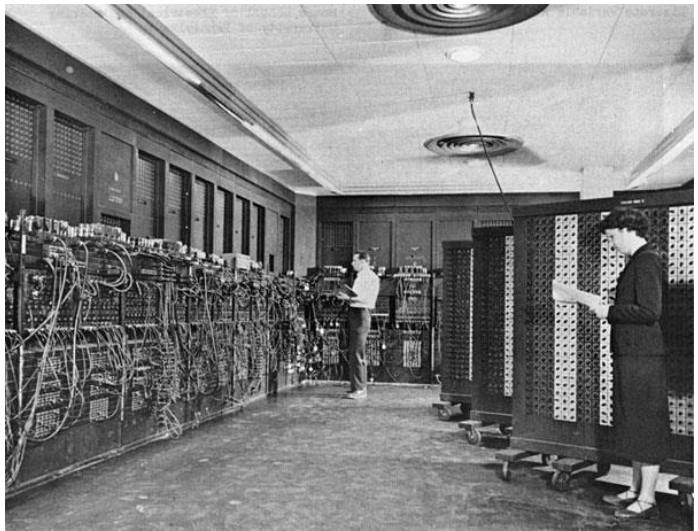


Elektronik Çağ

- Colossus Alman şifreleme sistemi Enigma'nın çözülmesi için geliştirilmişti
- Başka problemlere uyarlanamıyordu
- Programlanabilir değildi
- Bu yapısıyla bir sabit programlı bilgisayar yapısındaydı (special purpose computer)

Elektronik Çağ

- Genel amaçlı programlanabilir elektronik bilgisayar 1946 yılında Pensilvanya Üniversitesinde geliştirildi
- Electronic Numerical Integrator and Calculator (ENIAC)
  - Büyük bir makine
  - 17000 vakum tüpü
  - 800 km kablo
  - 30 ton ağırlık
  - Saniyede 100000 işlem



Elektronik Çağ

- ENIAC'ın programlanması kablo bağlantılarının değiştirilmesi ile yapılıyordu
  - Programlanması pek çok işçinin birkaç günlük çabasını gerektiriyordu
- Vakum tüplerinin kısa ömürlerini dolayısıyla sık bakım gerektiriyordu

Elektronik Çağ

- 1947 yılında Bell labarotuarlarında John Bardeen, William Shockley, Walter Brattain tarafından transistör geliştirildi
- Sonrasında 1958 yılında entegre devreler geliştirildi
- 1960'larda sayısal entegre devreler geliştirildi
- 1971 yılında ise Intel firması tarafında ilk mikroişlemci geliştirildi
- Federico Faggin, Ted Hoff, Stan Mazor 4004 mikroişlemcisini geliştirdi

Mikroişlemci Çağı

- İlk mikroişlemci Intel firmasının geliştirdiği 4004'tür
  - 4 bitlik mikoişlemci
  - Adresleme kapasitesi: 4096 x 4 bit
  - Komut seti 45 komuttan oluşuyor
  - 30 gram ağırlığında
  - Saniyede 50000 işlem (30 ton ENIAC saniyede 100000 işlem)
  - Oyun ve küçük kontrol sistemlerinde kullanıldı
  - RTL (direnç –transistör lojiği ile tasarlanmış)
- Sonrasında daha yüksek frekanslı 4040 mikroişlemci geliştirildi

Mikroişlemci Çağı

- 1971’de Intel 8008 mikroişlemciyi tanıttı
  - 8-bitlik bir mikroişlemci
  - 16KB adresleme kapasitesi
  - Toplamda 48 farklı komut yürütebiliyordu
- Mikroişlemcilerin daha karmaşık sistemlerde kullanımı mümkün oldu

Mikroişlemci Çağı

- 1973 yılında Intel 8080 mikroişlemciyi tanıttı
- İlk modern 8 bitlik mikroişlemci olarak kabul edilir
- 8080
  - 64KB adresleme kapasitesi
  - 8008'e göre yaklaşık 10 kat daha hızlı
  - TTL (transistör- transistör lojiği ile tasarlamış)

Mikroişlemci Çağı

- 8080'in sunumundan 6 ay sonra Motorola MC6800 mikroişlemciyi sundu
- Diğer firmalar tarafından da 8 bitlik mikroişlemciler piyasaya sunuldu
- Fairchild – F8, MOS tech – 6502, National Semiconductors – IMP8, Zilog – Z8
- 1974'te MITS Altair 8800 sunuldu
  - 1975'te Bill Gates ve Paul Allen Altair 8800 için BASIC dilini geliştirdi

Mikroişlemci Çağı

- 1977 yılında Intel 8085 mikroişlemciyi sundu
- Intel’in son 8 bitlik mikroişlemcisi
- Saniyede 769230 işlem
- Dahili saat üreteci kullanımı
- Entegre komponent sayısında artış

Modern Mikroişlemciler

- 1978 yılında 8086 ve bir yıl sonra 8088 mikroişlemciler tanıtıldı
- 16 bitlik mikroişlemciler
- Komut yürütme süresi 400 ns (saniyede 2,5 milyon işlem)
- Adresleme kapasitesi 1MB
- 4 veya 6 byte'lık komut kuyruğu mevcut (sıradaki birkaç komutun birlikte okunması)
- Çarpma bölme gibi komutların sunulması
- Varyasyonları ile 20000'i bulan komut sayısı

Modern Mikroişlemciler

- 8086/8088 CISC (complex instruction set computers) mimarisindedir
- Yazmaç sayısında artış söz konusu
- 8086 ve 8088: 20 adet adres ucuna sahip
- 8086: 16 veri ucuna sahip
- 8088: 8 veri ucuna sahip

Modern Mikroişlemciler

- 1983 yılında 80286 tanıtıldı
- 16MB adresleme kapasitesine sahip
- Komutlar 8086'ya benzer şekilde olmakla birlikte 16MB hafıza için komutlarda güncelleme var
- Saat frekansı 8MHz → saniyede 4 milyon işlem

Modern Mikroişlemciler

- 1986 yılında 80386 sunuldu
- 32 bit adres yolu, 32 bit veri yolu
- 4GB adresleme kapasitesi

Genel Tanımlar ve Karşılaştırmalar

- ALU
- Register
- CPU
- μP
- μC
- SoC
- Harvard arc.
- Von Neumann arc.
- CISC
- RISC
- EPIC
- Little endian
- Big endian
- Data bus
- Address bus
- Control bus
- Accumulator

Genel Tanımlar ve Karşılaştırmalar

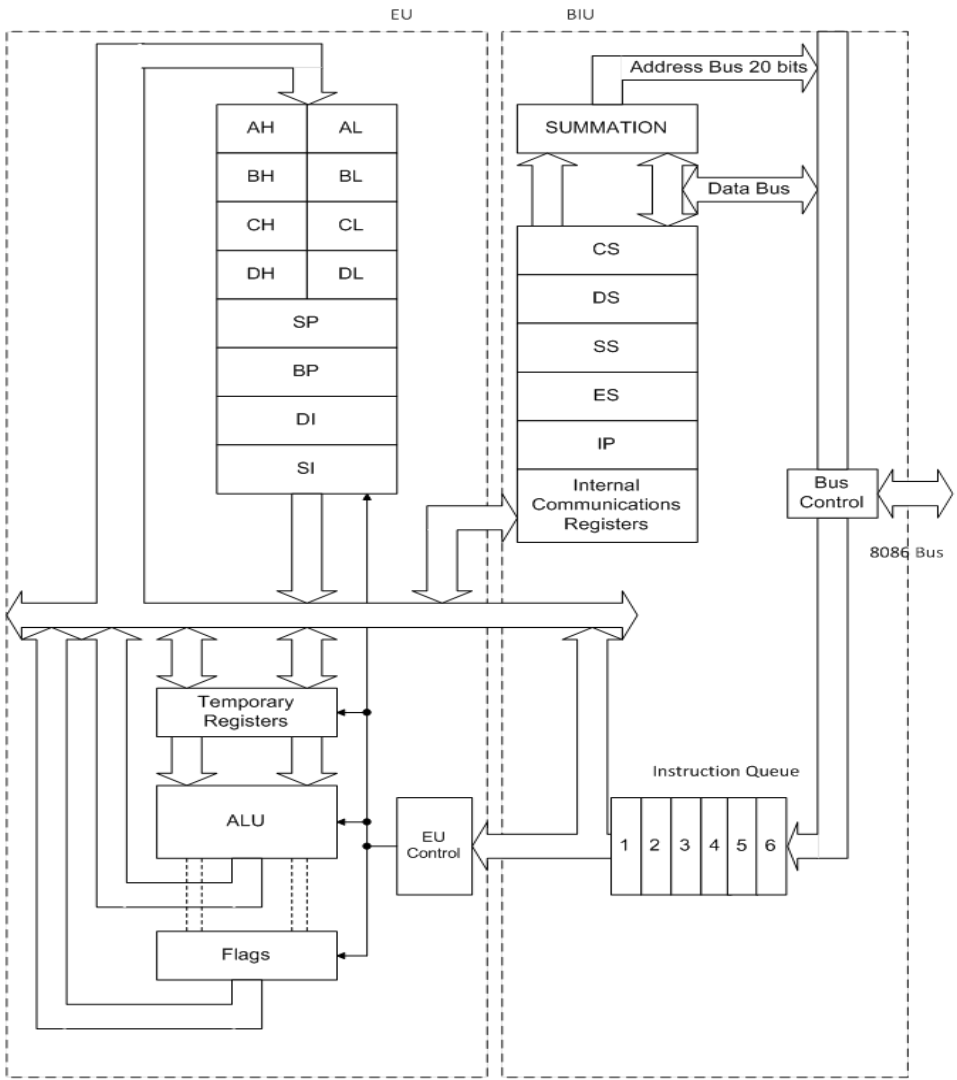
- 8086 (1978)
  - 16 bit veri yolu, 16 bit register, 20 bit adres yolu
- 8088 (1979)
  - 8 bit veri yolu, 16 bit register, 20 bit adres yolu
- 80286 (1982)
  - 16 bit veri yolu, 16 bit register, 24 bit adres yolu
- 80386 (1985)
  - 32 bit veri yolu, 32 bit register, 32 bit adres yolu

Genel Tanımlar ve Karşılaştırmalar

- Real mode
- Protected mode
- Virtual mode
- Prefetch queue
- Pipeline
- Offset memory model
- Time multiplexing
- Coprocessor
- Cache

8086 İÇ YAPISI

8086 İç Yapısı



8086 Yazmaçları

- AX
  - AL
  - AH
- BX
  - BL
  - BH
- SI
- DI
- CX
  - CL
  - CH
- DX
  - DL
  - DH
- SP
- BP
- SS
- CS
- DS
- ES
- IP
- FLAGS
  - CF
  - PF
  - AF
  - ZF
  - SF
  - TF
  - IF
  - DF

8086 Yazmaçları – AX, AL, AH

- AX : 16 bitlik akümülatör yazmaç
- AH, AL : 8 bitlik akümülatör yazmaçlar
- Aritmetik, lojik ve veri transferi işlemlerinde kullanılabilir
- Çarpma ve bölme işlemlerinde gizli operand olark kullanılır
- Giriş çıkış komutlarında kullanılır

8086 Yazmaçları – BX, BL, BH

- BX : 16 bitlik genel amaçlı yazmaç, (base register)
- BL, BH : 8 bitlik genel amaçlı yazmaçlar
- Dizi şeklindeki veri erişiminde kullanılır

8086 Yazmaçları – CX, CL, CH

- CX : 16 bitlik genel amaçlı yazmaç
- CL, CH : 8 bitlik genel amaçlı yazmaçlar
- Tekrarlı işlemlerde tekrar sayısını saklar (CX)
- Öteleme ve kaydırma işlemlerinde tekrar sayısını saklar (CL)

8086 Yazmaçları – DX, DL, DH

- DX : 16 bitlik genel amaçlı yazmaç
- DL, DH : 8 bitlik genel amaçlı yazmaçlar
- Çarpma ve bölme komutlarında bölünen sayıyı oluşturmak için kullanılır
- Giriş çıkış işlemlerinde port numarasını saklar

8086 Yazmaçları – SP

- SP : yığın yazmacı (stack pointer)
- Yığının en üst adresini işaretlemek için kullanılır
- SS ile birlikte kullanılır
- Her zaman çift bir değer gösterir
- WORD tipinde veriyi gösterir

8086 Yazmaçları – BP

- BP : Base pointer
- Fonksiyona parametre aktarılırken kullanılır
- SS ile birlikte kullanılır

8086 Yazmaçları – SI

- SI : kaynak indisi yazmacı (source index)
- Dizi komutlarında kaynak indisini tutar

8086 Yazmaçları – DI

- DI : hedef indisi yazmacı (destination index)
- Dizi komutlarında hedef indisini tutar

8086 Kesim (Segment) Yazmaçları

- CS : Kod segment, IP ile kullanılır
- DS : Data segment, BX, SI, DI ile kullanılır
- ES : Extra segment, DS gibi
- SS : Stack segment, BP ve SP ile kullanılır

- DS=1230H, SI=0045H ikilisi ile erişilen fiziki adres

12300H+0045H = 12345H

8086 Yazmaçları – IP

- IP : Instruction pointer
- Sıradaki işlenecek komutu gösterir
- CS ile birlikte kullanılır

- Efektif program adresi :
- CSx10H+IP

8086 Bayrak Yazmacı

- **Carry Flag (CF)** : İşaretsiz işlemlerde taşma olursa 1 değerini alır
- **Parity Flag (PF)** : İşlem sonucunda 1 olan bitlerin sayısı tek ise 0, çift ise 1 değerini alır
- **Auxiliary Flag (AF)** : 4 bitlik kısımların toplama-çıkarma sonucu elde değerini tutar
- **Zero Flag (ZF)** : İşlem sonucu 0 ise ZF=1 olur
- **Sign Flag (SF)** : İşlem sonucu negatif ise SF=1 olur

8086 Bayrak Yazmacı

- **Trap Flag (TF)** : Her komuttan sonra kesme oluşmasını sağlar
- **Interrupt enable Flag (IF)** : Kesme kaynaklarının kesme oluşturmasına izin verir
- **Direction Flag (DF)** : Dizi işlemlerinde başlangıç adresinden itibaren arttırarak/azaltarak sıradaki göze erişimi belirler
- **Overflow Flag (OF)** : İşaretli işlemlerde taşma durumunda 1 değerini alır

REAL – PROTECTED MOD

Real Mod Hafıza Adresleme

- 8086 real modda hafıza adresleme yapar
- Real modda sadece 1MB alan adreslenebilir
- 8086 hafıza uzayı 1MB (20 adres ucu → 1MB)
- Tüm bilgisayarlar açıldığında real modda açılır

Real Mod Hafıza Adresleme

- Real modda segment adres ve ofset adres değerlerinin birleşimiyle hafızada istenen alana erişilir
- Bir segment değeri 64KB'lık alanı gösterir (NEDEN?)
- Ofset değeri 64KB'lık alan içinde bir yeri gösterir
- Örnek: Segment değeri 1000H, ofset değeri 2000H ise mikroişlemcide erişilen fiziki adres ne olur?
- 1000Hx10H+2000H=12000H (1000H:2000H)

Real Mod Hafıza Adresleme

- Varsayılan Segment ve Ofset yazmaçları
- Program hafızasına erişimde CS:IP birlikte kullanılır
- Yığın (stack) erişiminde SS:SP veya SS:BP kullanılır
- Veri erişiminde DS:BX, DS:DI, DS:SI kullanılır
- String işlemlerinde ES:DI ile kullanılır

Protected Mod Hafıza Adresleme

- 1MB’tan daha geniş hafızayı adreslemede kullanılır
- Segment adres değeri bir tablonun (descriptor table) bir satırını gösterir
- Bu tablonun herbir gözünde kullanım için ayrılmış segmentin boyu, yeri, erişim izinleri yazılıdır
- Tabloların global ve yerel versiyonları vardır
- Global descriptor tablosunda tüm programlar için kullanılabilecek segment bilgisi yer alır
- Yerel descriptor tablosunda ise uygulamaya özel segment bilgisi yer alır

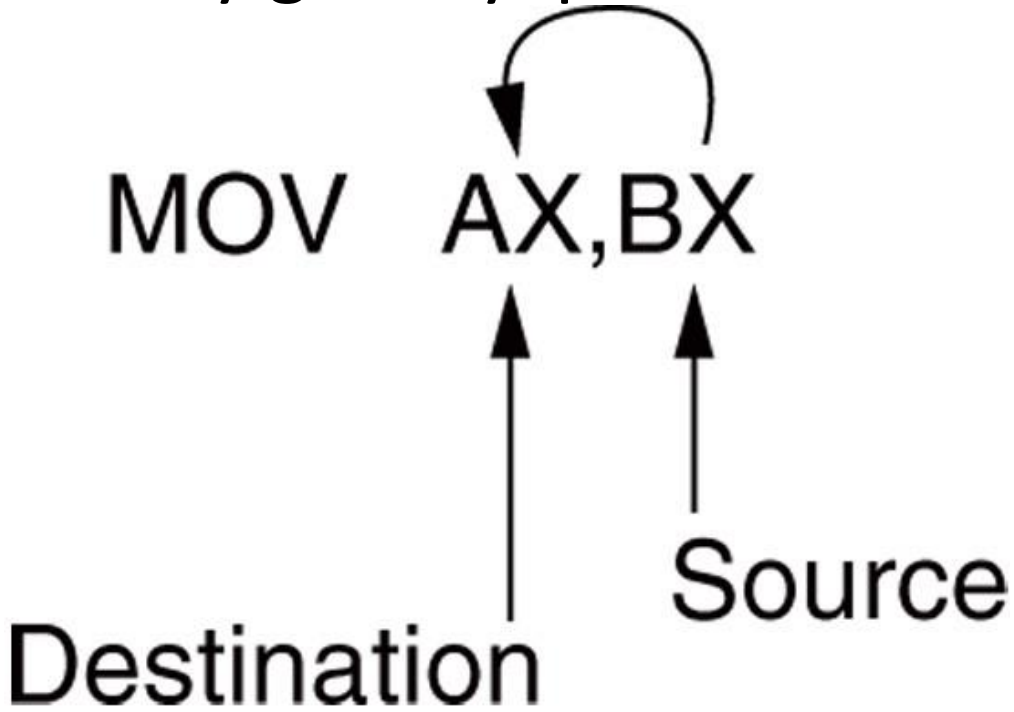
ADRESLEME MODLARI

Adresleme Modları

- Verimli assembly programları geliştirebilmek için komutlar ile birlikte kullanılan adresleme modlarının bilinmesi gerekmektedir.
- Veri adresleme modları
- Program hafızası adresleme modları

Veri Adresleme Modları

- 8086 assembly genel yapısı



Veri Adresleme Modları

- 8086 assemly genel yapısı
  - AX ← 1234H
  - BX ← ABCDH
  - MOV AX, BX
  - AX ← ABCDH
  - BX ← ABCDH
- MOV DST, SRC
  - DST ← SRC

Yazmaç Adresleme (Register Addressing)

- Yazmaç Adresleme (Register Addressing)
- 8 bitlik AL, AH, BL, BH, CL, CH, DL ,DH yazmaçları kullanılabilir
- 16 bitlik AX, BX, CX, DX, SP, BP, SI, DI yazmaçları kullanılabilir
- Yazmaç adreslemede kullanılan yazmaç genişlikleri uyumlu olmalıdır

MOV BX, CX

Hemen Adresleme (Immediate Addressing)

- Sabit değer atamayı ifade eder
- 16 bit veya 8 bit sabit değer atama söz konusu olabilir

```
MOV AL, 0F2H
MOV CX, 100
MOV BL, 01010101B
MOV AH, ‘A’ ;ASCII A karakteri AH yazmacına atanır
```

Doğrudan Adresleme (Direct Addressing)

- Erişilecek hafıza gözünün doğrudan gösterildiği durumdur

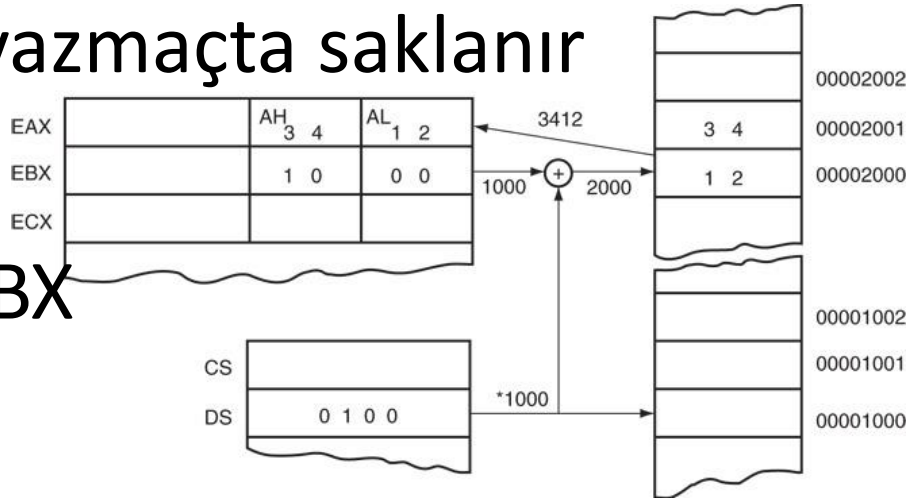
MOV AL, DATA ; DATA bir etiket olup assemler bunu karşılık gelen adres değeri ile değiştirir

MOV BX, [1234H] ; BX ← DS:1234H

Yazmaç Dolaylı Adresleme (Register Indirect Addressing)

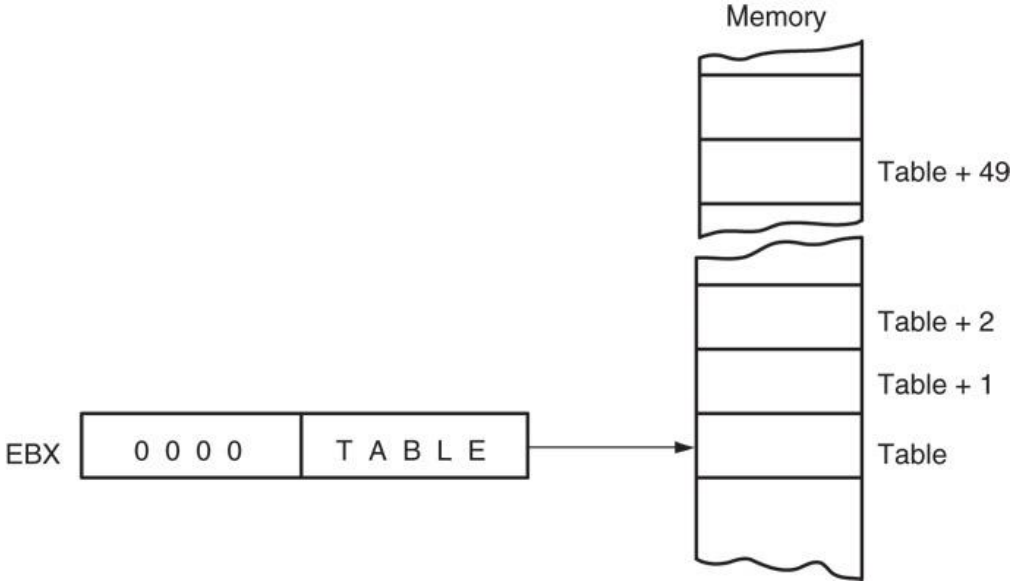
- BP (SS ile), BX, DI ve SI (DS ile) yazmaçları ile kullanılabilir
- Hafıza ofset değeri bir yazmaçta saklanır

MOV AX, [BX] ; AX ← DS:BX



Yazmaç Dolaylı Adresleme (Register Indirect Addressing)

- Dizi olarak tutulan veriye sıralı erişimde yazmaç dolaylı adresleme kullanımı uygundur



Base+Index Addressing

- Temelde bir dolaylı adresleme modudur
- Base yazmacı (BX veya BP) işlem yapılacak hafıza konumunun başlangıcını göstermek için kullanılır
- Index yazmaçları (DI veya SI) verinin bu başlangıç adresine görece yerini tutmak için kullanılır

MOV DX, [BX+DI]

Yazmaç Göreli Adresleme (Register Relative Addressing)

- Base (BP veya BX) veya Index (DI, SI) yazmaçlarının bir sabit ofset değeri ile kullanılmasını ifade eder

MOV AX, [BX+100H]

Base Relative + Index Addressing

- İki boyutlu veri adresleme için uygudur

MOV AX,[BX + SI + 100H]

Program Hafızası Adresleme Modları

- Program akışı sırasında fonksiyon çağırma, koşullu ve koşulsuz dallanma komutları ile farklı program hafızası adresleme modları kullanılır
- Doğrudan (direct)
- Göreli (relative)
- Dolaylı (indirect)

Doğrudan Program Hafızası Adresleme

- Doğrudan bir program adresine ulaşmak için kullanılır
- Mevcut kod segmentinden farklı bir kod segmentine geçiş sağlayacağı için segmentler-arası bir işlemdir
- Hem CS hem de IP değeri uygun şekilde değiştirilir

JMP 200H:300H ; CS ← 200H, IP ← 300H

CALL 200H:300H

Göreli Program Hafızası Adresleme

- Mevcut IP yazmacı değerine göre hangi program hafızasının adresleneceğini ifade eder
- JMP komutu 1 byte veya 2 byte işaretli sabit değerli operand kabul eder

JMP 100

JMP 1000H

Dolaylı Program Hafızası Adresleme

- CALL ve JMP komutları ile kullanılır

JMP BX

CALL [BX]

Yığın Adresleme Modları

- Tüm yazmaçlardan yığına veri basılabilir
- CS hariç tüm yazmaçlara yığından veri çekilebilir

PUSH CS ; çalışır

POP CS ; assembler hatası verir

Yığın Adresleme Modları

- 8086’da yığın geçici veri saklamak için ve fonksiyonlardan dönüşlerde dönüş adreslerini saklamak için kullanılır
- Yığın LIFO mantığında çalışır (Last In First Out)
- Yığın ile ilgili PUSH ve POP komutları kullanılır
- PUSH yığına WORD basar, POP yığından WORD çeker

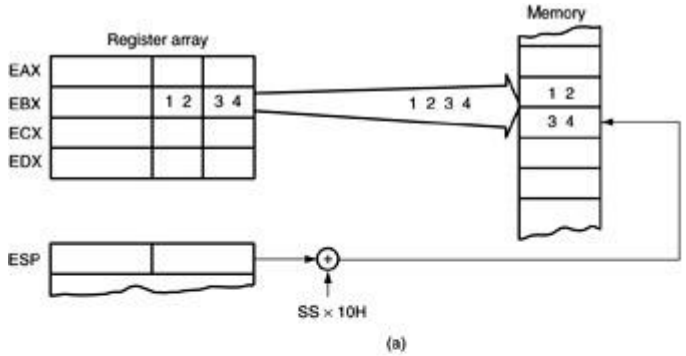
PUSH BL ; (DOĞRU MU?)

- Yığın adresleme için SS:SP ikilisi kullanılır

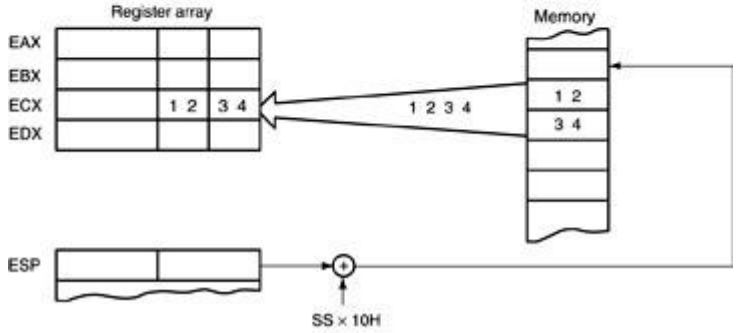
Yığın Adresleme Modları

- SP yazmacı programcının tanımladığı yığının genişliğini gösterecek şekilde ilk değer alır
- Her PUSH işleminde SP-1 ve SP-2 adreslerine 2 byte veri yazılır ve SP değeri 2 azaltılır
- Her POP işleminde SP+1 ve SP+2 adreslerinden2 byte veri okunur ve SP değeri 2 arttırılır

Yığın Adresleme Modları

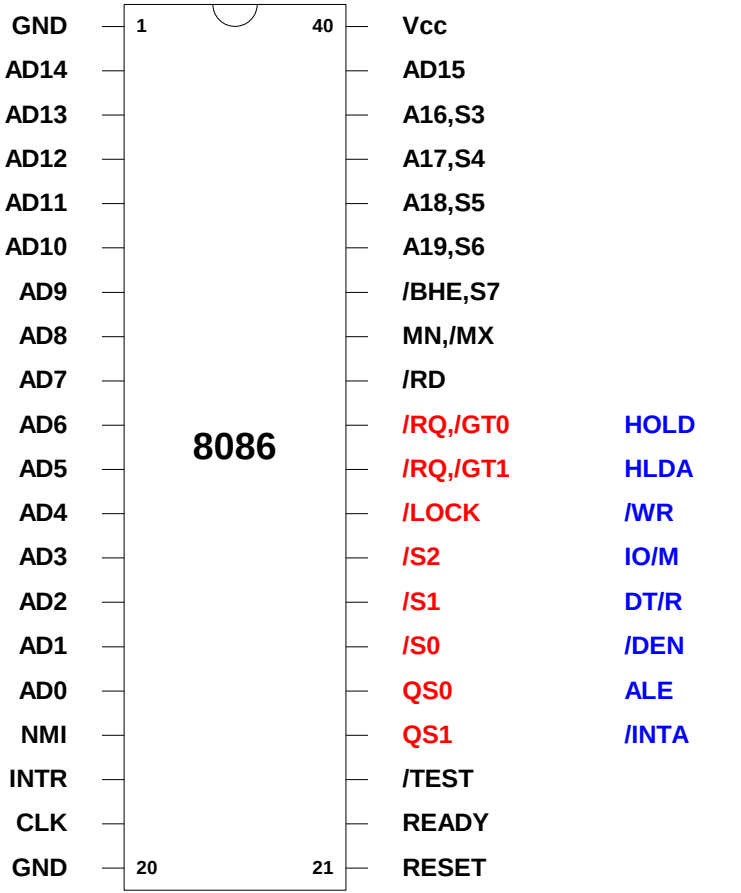


(a)



(b)

8086 Uç Tanımları



8086 Uç Tanımları

- **AD_{15}-AD_0:** (I/O-3)

The 8086 address/data bus lines compose the upper multiplexed address/data bus on 8086. These lines contains address bits whenever ALE is logic 1. These pins enter a high-impedance state whenever a hold acknowledge occurs.

8086 Uç Tanımları

- **A_{19}/S_6-A_{16}/S_3:** (O-3)

The address/status bus bits are multiplexed to provide address signals A_{19}-A_{16} and also status bits S_6-S_3. The pins also attain a high-impedance state during the hold acknowledge. S4 and S3 show which segment is accessed during the current bus cycle.

8086 Uç Tanımları

- $\overline{RD}$: (O-3)

Whenever the read signal is logic 0, the data bus is receptive to data from the memory or I/O devices connected to system.

- READY: (I)

This input is controlled to insert wait states into the timing of the microprocessor.

  - READY=0: μP enters into wait states and remain idle
  - READY=1: It has no effect on operation of μP

8086 Uç Tanımları

- $\overline{TEST}$: (I)

The test pin is an input that is tested by the WAIT instruction

- NMI: (I)

The non-maskable interrupt input is similar to INTR except that the NMI does not check to see if IF flag bit is a logic 1. This interrupt input uses interrupt vector 2.

8086 Uç Tanımları

- RESET: (I)

The reset input causes the μP to reset itself if this pin is held high for a minimum four clocking periods. It begins executing instructions at memory location FFFF0H and disables future interrupts by clearing the IF flag bit.

8086 Uç Tanımları

- $MN/\overline{MX}$: (I)

Minimum/maximum mode pin select.

- $\overline{BHE}/S_7$: (O-3)

BHE pin is used to enable the most sig. data bus bits (D_{15}-D_8) during a read or write operation.

8086 Uç Tanımları

- $M / \overline{IO}$: (O-3)

The pin selects memory or I/O. This pin indicates that the microprocessor address bus contains either a memory address or an I/O port address.

- $\overline{WR}$: (O-3)

This line indicates that 8086 is outputting data to a memory or I/O device.

8086 Uç Tanımları

- $\overline{INTA}$: (O-3)

The interrupt acknowledge signal is a response to the INTR input pin. This pin is normally used to gate the interrupt vector number onto the data bus in response to an interrupt request.

- ALE : (O)

Address latch enable shows that the 8086 address/data bus contains address information. This address can be a memory address or an I/O port number.

8086 Uç Tanımları

- $DT / \overline{R}$:(O-3)

The data transmit/receive signal shows that the microprocessor data bus is transmitting or receiving data.

- $\overline{DEN}$: (O-3)

Data bus enable activates external data bus buffers.

8086 Uç Tanımları

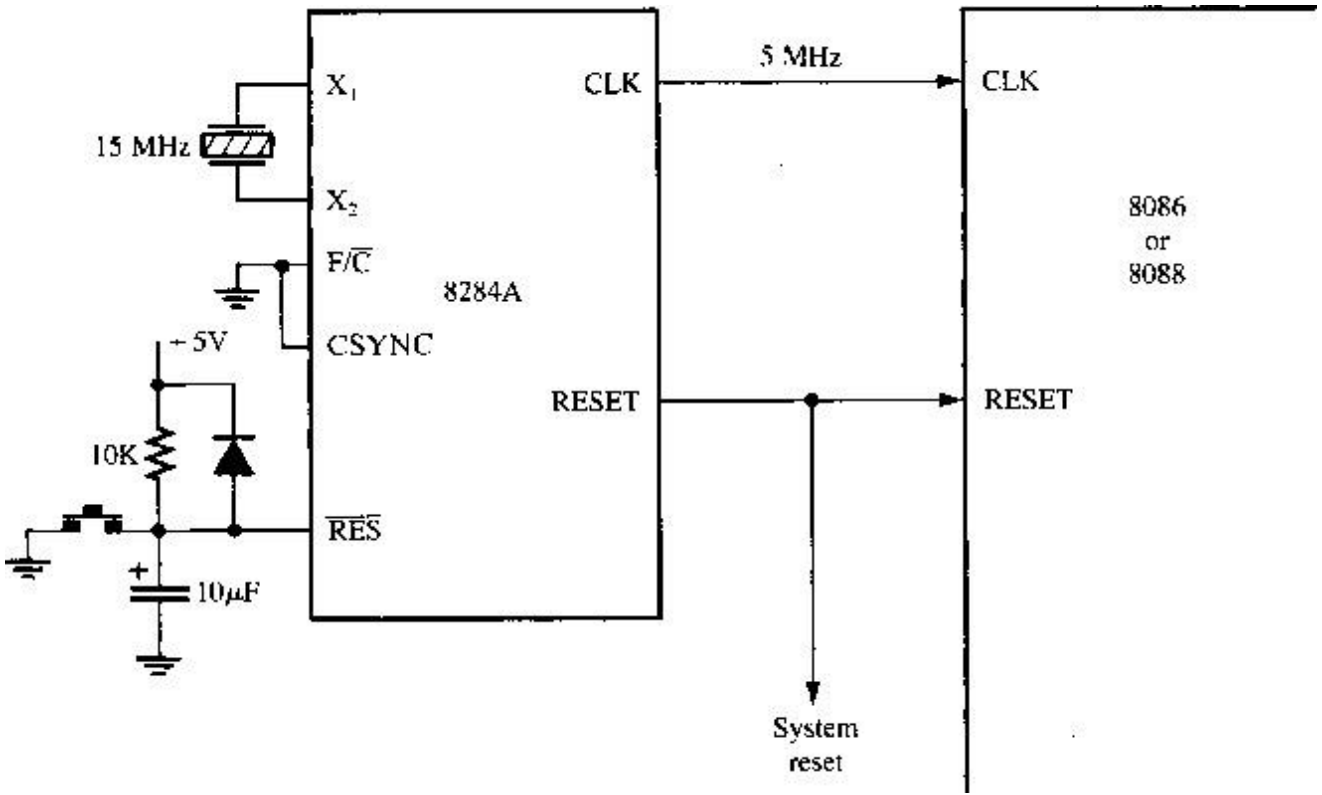
- HOLD : (I)

The hold input requests a direct memory access (DMA). If the HOLD signal is logic 1, the microprocessor stops executing software and places its address, data and control bus at the high-impedance state.

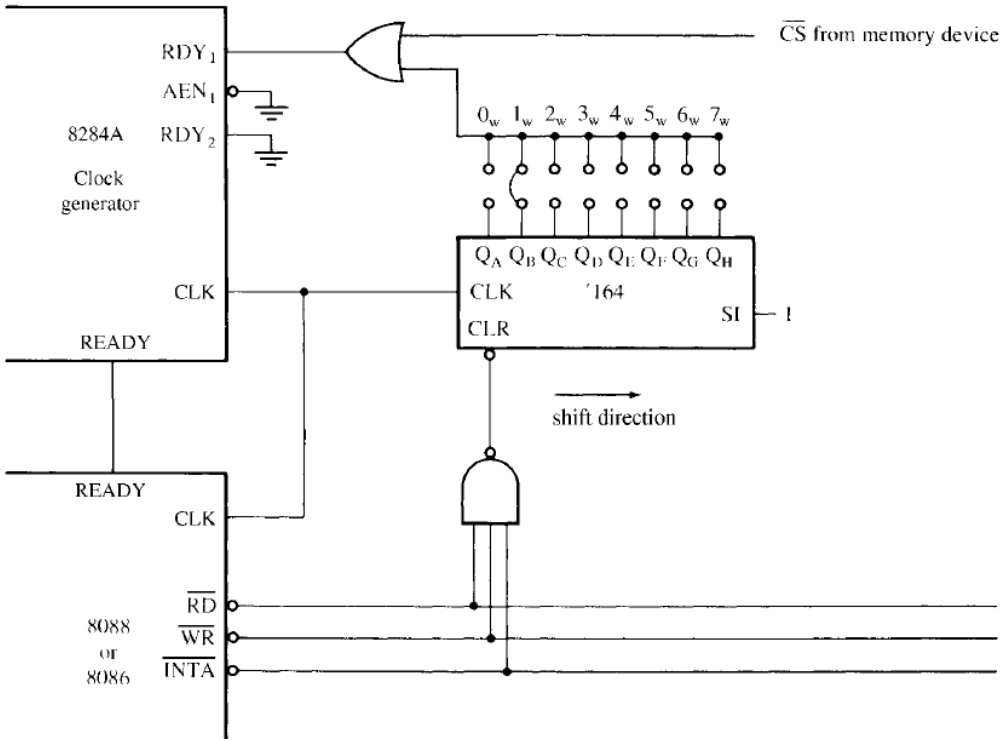
- HLDA : (O)

Hold acknowledge indicates that the 8086 microprocessor entered the hold state.

Clock Generator (8284A)



Clock Generator (8284A)

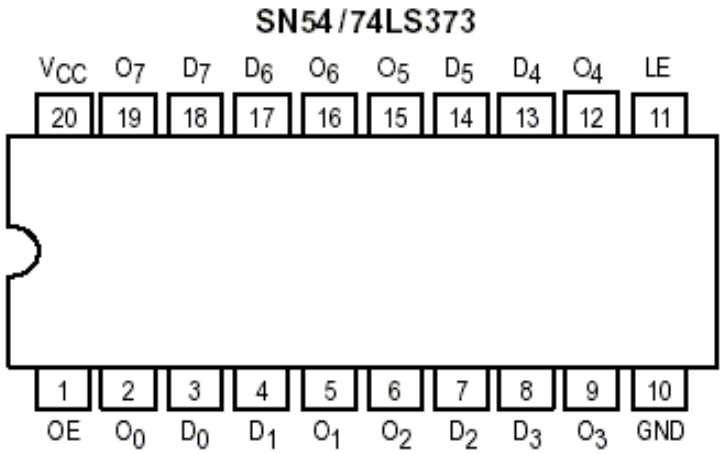


Bus Buffering & Latching

- The address/data bus of the 8086/8088 is multiplexed (shared) to reduce the number of pins required for the integrated circuit.
- Memory & I/O require the address remain valid and stable throughout a read/write cycle.
- If buses are multiplexed, the address changes at the memory and I/O, causing them to read or write data in the wrong locations

Bus Buffering & Latching

- 74LS373 Octal Transparent Latch with 3-state Outputs



LS373

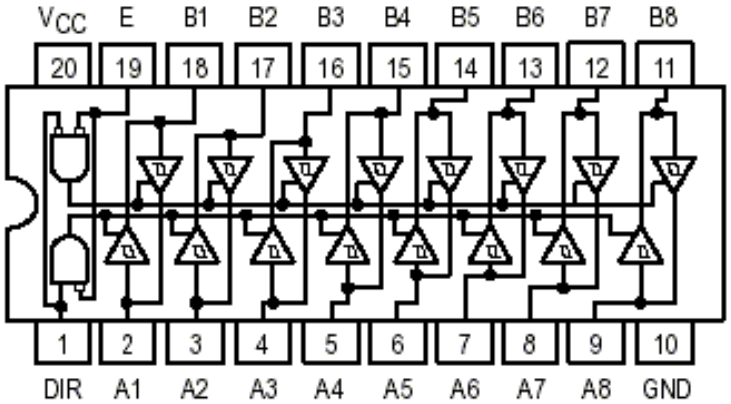
D_n	LE	$\overline{OE}$	O_n
H	H	L	H
L	H	L	L
X	L	L	Q_0
X	X	H	Z*

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Immaterial
Z = High Impedance

Bus Buffering & Latching

- 74LS245 Octal Bus Tranceiver

LOGIC AND CONNECTION DIAGRAMS DIP (TOP VIEW)



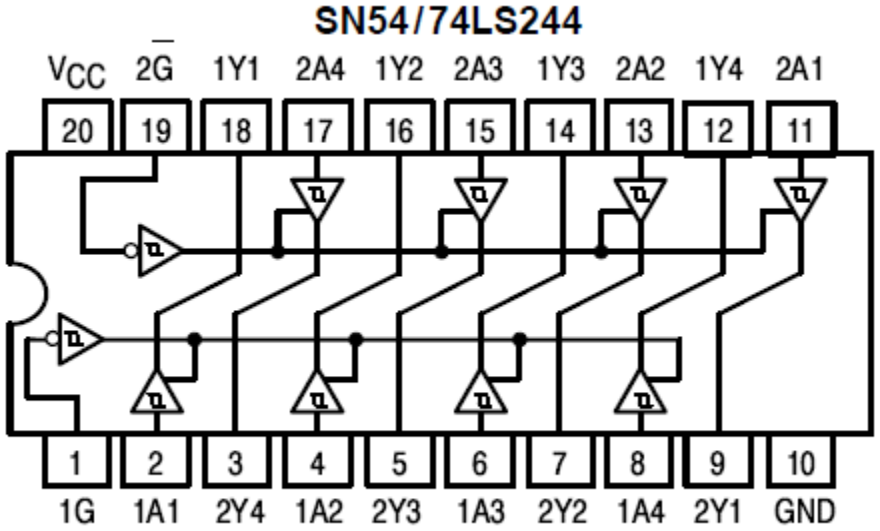
TRUTH TABLE

INPUTS		OUTPUT
$\overline{E}$	DIR	
L	L	Bus B Data to Bus A
L	H	Bus A Data to Bus B
H	X	Isolation

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Immaterial

Bus Buffering & Latching

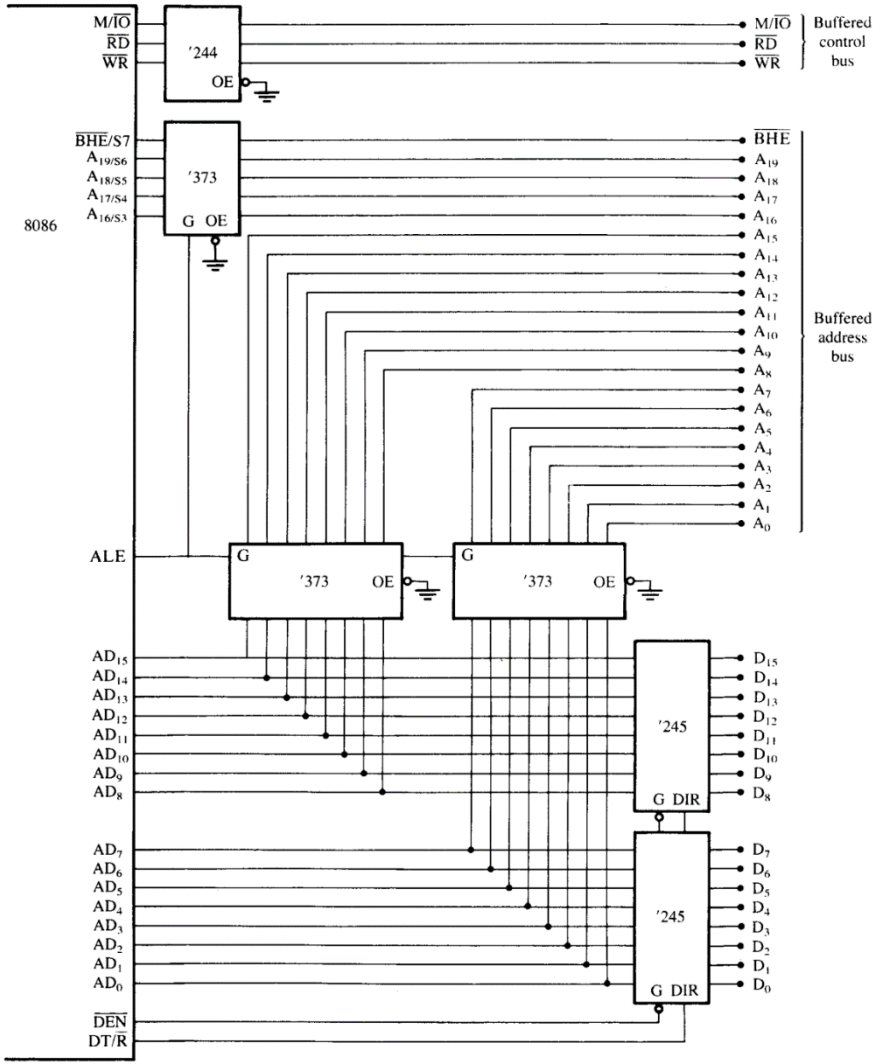
- 74LS244 Octal Buffer



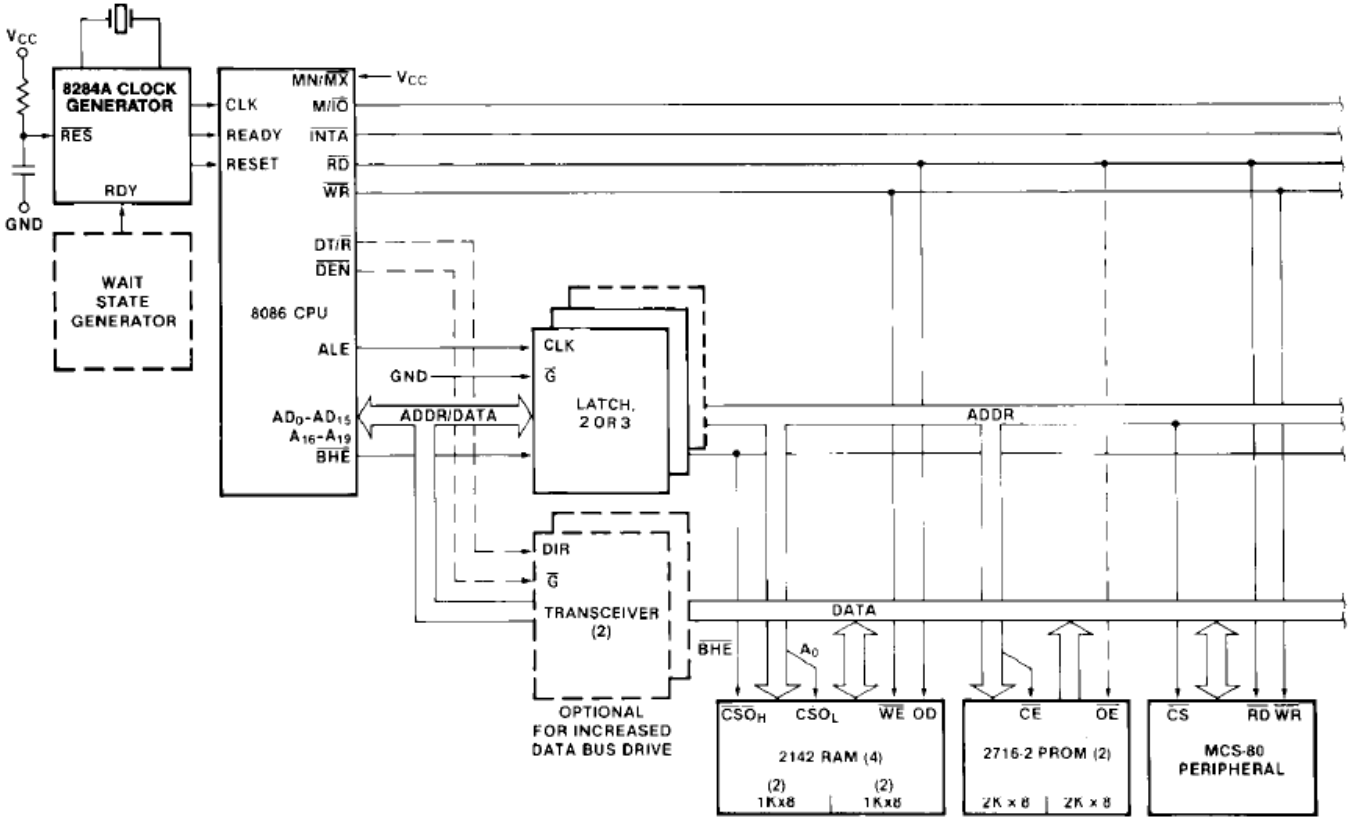
SN54/74LS244

INPUTS		OUTPUT
$\overline{1G}$, $\overline{2G}$	D	
L	L	L
L	H	H
H	X	(Z)

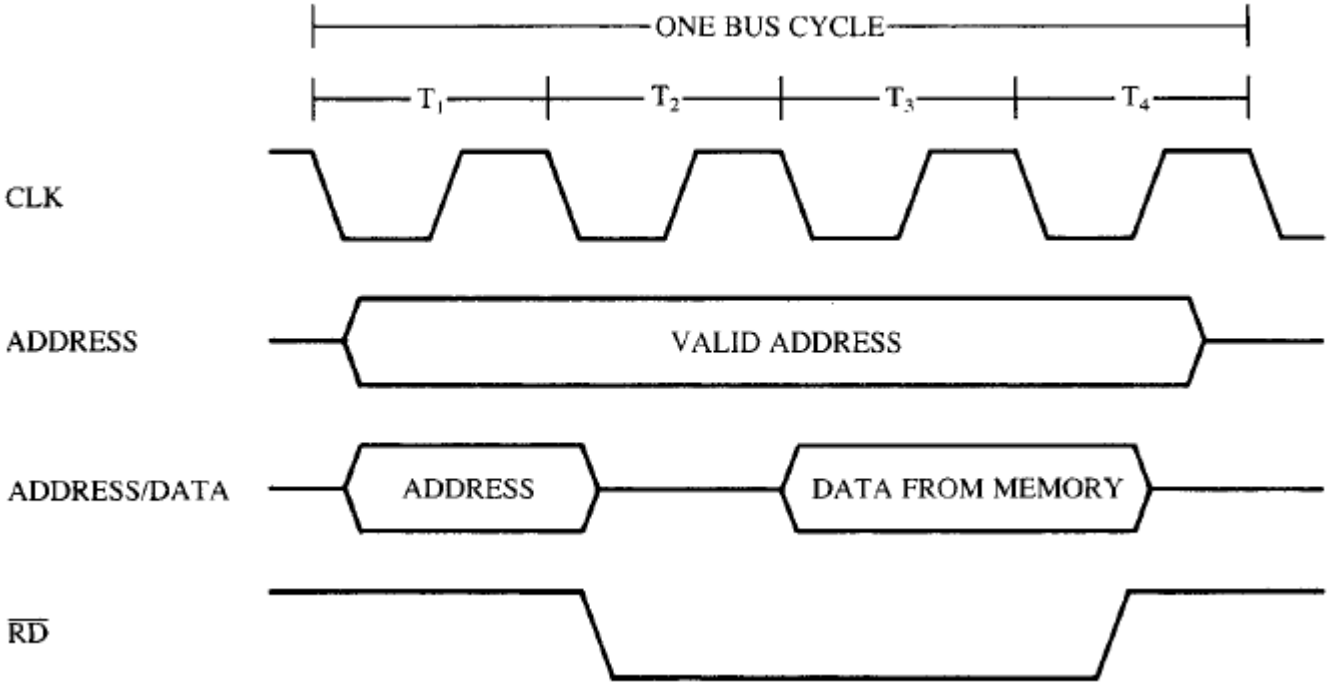
Bus Buffering & Latching



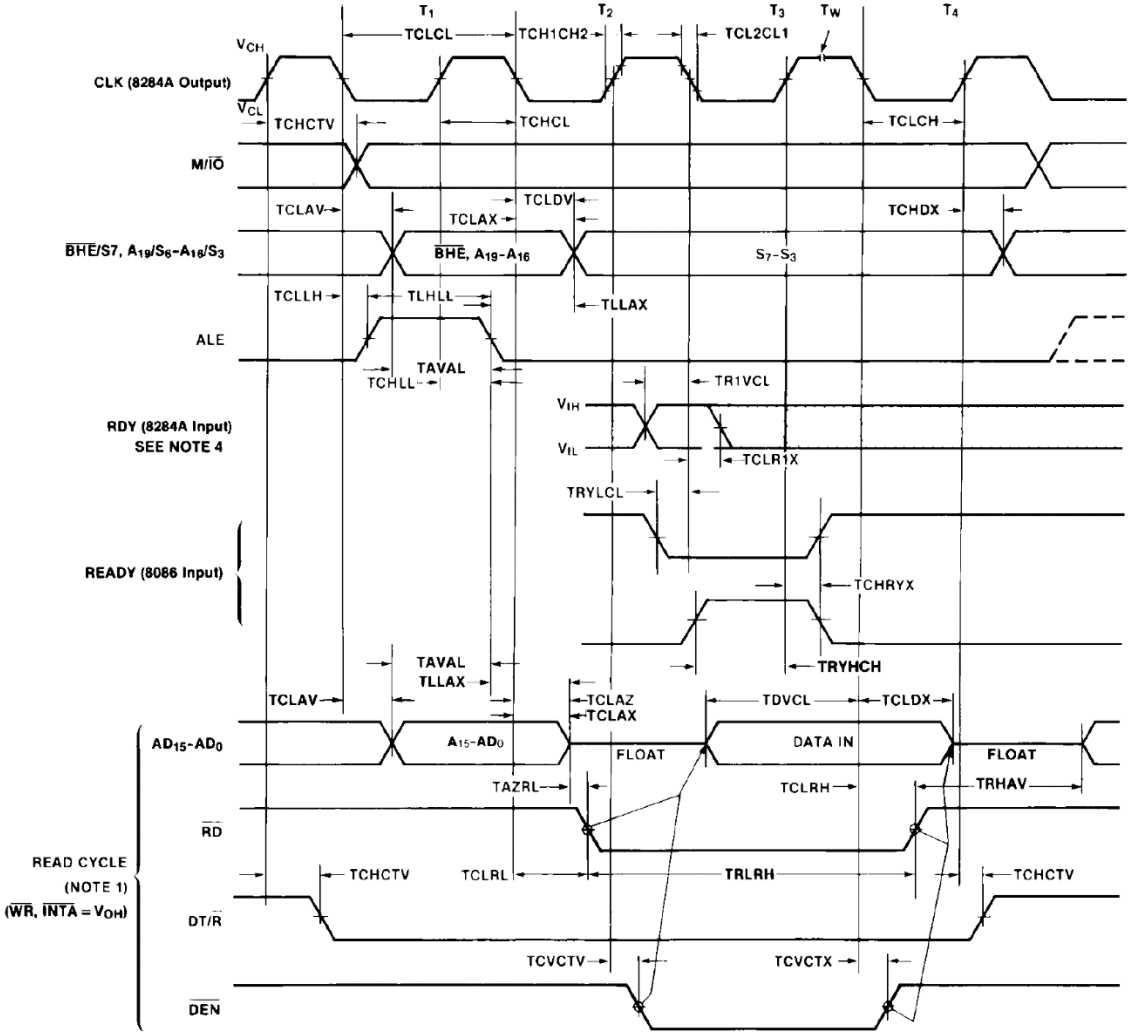
Bus Buffering &Latching



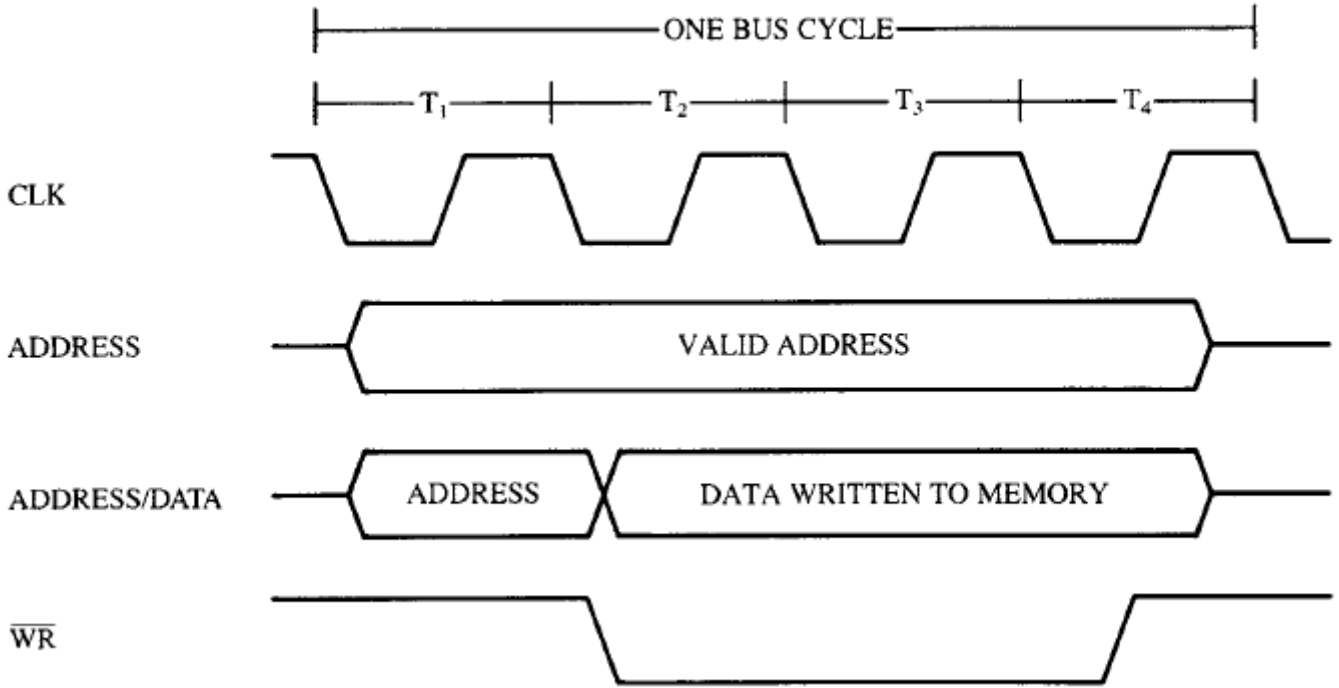
Bus Timing – Simplified Read



Bus Timing Read



Bus Timing – Simplified Write



Bus Timing Write