

BELLEKLER

BELLEK YAPISI

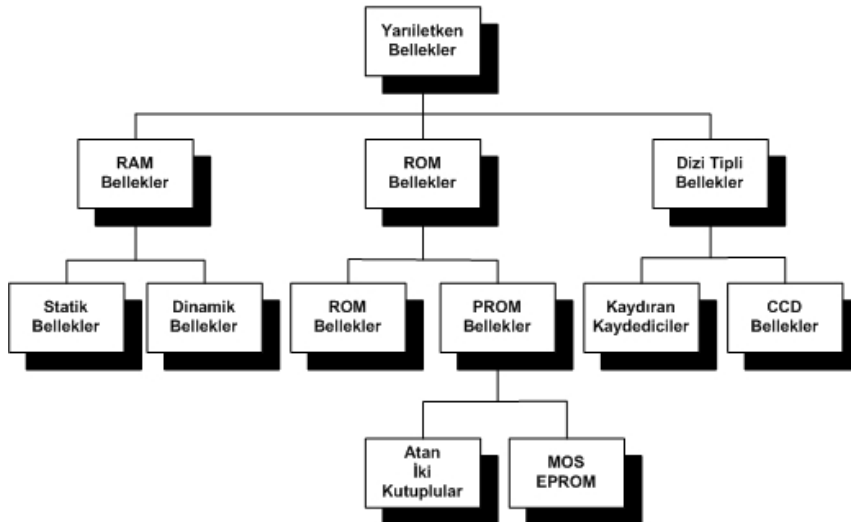
Mikroişlemcili sistemlerde bilgilerin geçici veya daimi olarak saklandığı alanlara bellek adı verilir. Sisteme girilen bilgilerin bir yerde depolanması ve gerektiğinde alınıp kullanılması için bir birim gerekiyordu.

Kaydedicilerin yapısından onaya çıkılarak bloklar haline getirilen kaydedici grupları bellekleri meydana getirdi. Bellekler elektronik ve manyetik olmak üzere kendi aralarında ikiye ayrılmaktadır. Elektronik yarı iletken bellekler diğer devre elemanlarıyla birlikte sistemin içerisinde tutulurken, manyetik elemanlar sistemin haricinde yedek veri depolama elemanları olarak adlandırılmışlardır.

Günümüzde kullanılan yarı iletken bellekler, yüksek yoğunluklu, hızlı erişim ve çevrim zamanına sahip olup fiyatları eskiye nazaran oldukça ucuzdur. Bu tip bellekler ebat ve güvenilirlik bakımından çekirdek belleklerden daha üstündürler.

Yarı iletken bellekler üretim işlemleri ve teknolojileri bakımından kendi aralarında üç gruba ayrılırlar.

Bunlardan ikisi hariç diğerleri Bipolar (iki kutuplu) veya MOS yarı iletken teknolojisini kullanırken diğer ikisi, Şarj kuptajlı cihaz (CCD) ve EPROM bellek tipleri tamamen MOS teknolojisine üretilmektedir. Bellek üretim sınıflandırması aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil - Yarı iletken bellek tipleri ve alt grupları

Bipolar bellek çipleri, PN maddesiyle oluşturulan direnç, diyot ve iki kutuplu elemanlardan meydana gelir. Günümüzün temel bipolar bellekleri standart TTL ve Schottky TTL elemanları tarafından oluşturulmaktadır. TTL tipi elemanların en tipik özellikleri, yüksek hızlı oluşları, ölçülü kapasitesi, yüksek güç tüketimi, düşük düzeyli gürültü oranı ve pahalı oluşlarıdır.

Kelime Uzunluğu: Bir bilgisayar farklı sayıdaki mantıksal 0 veya 1'lerden meydana gelen çeşitli tipteki komutları işler 8-bit kapasiteli bir bilgisayar $2^8 = 256$ farklı komuta sahiptir. Bu durumda bir bellek alanı 8-bitlik ifade edilirken bu bellek alanını kullanan mikroişlemcili sisteme de 8-bitlik sistem denir. Günümüz bilgisayarlarında çok özel olanlar hariç artık 64-bitlik sistemler ortak hale gelmiştir.

Bellek kapasitesi denilince, bellekte depolanabilen en fazla bellek kelimesi (word) akla gelir. Tek başına 0 veya 1 (Binary digit) olarak anılır ve sayısal sistemlerde en küçük bilgi birimidir. Bu bitlerin dört adeti bir araya gelince nibble denilen yarım bayt ortaya çıkar. Sekiz adet bitin bir araya gelmesiyle sayısal sistemlerin tabanını temsil eden bayt ifadesi ortaya çıkmıştır.

Eski sistemlerde bellek kapasitesi çok küçük olduğundan bit, nibble ve bayt adı sık kullanılmaktaydı. Artık günümüz sayısal bilgisayarlarında kapasite olarak, bayt, kilobayt, megabayt ve gigabayt ve terabaytlar kullanılmaktadır.

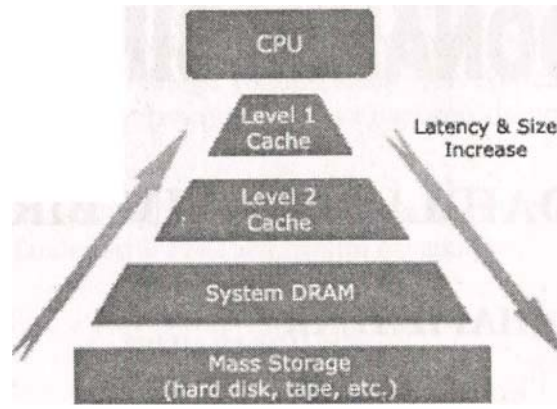
Eğer bir bellek 1 Kilobaytlık bir kapasiteye sahipse bu, 1024 adet 8-bitlik kelime demektir. Sayısal sistemlerde 1 kilo, $2^{10} = 1024$, 1 Mega 1024 Kilo ile ifade edilir. Bellek kapasiteleri genelde 1Kx4 veya 1Kx8 olarak düşünülür. Bunun anlamı, 4-bit kelimeli 1024 bellek alanı, 8-bit kelimeli 1024 bellek alanıdır.

Bellek Modülü : Bellek kelimesinin uzunluğundan başka bilgisayarın önemli bir karakteristiği de bu bellek kelimesinin bellekle nerede yer aldığını gösteren (adreslenmesinde kullanılacak) bit ifadesidir. 1 baytlık bir düzenle 256 farklı bellek adreslenebilir demektir.

Şekilde iki tek bitlik bellek çiplerinin bir araya getirilerek oluşturulmuş bir bellek modülü görülmektedir. 8-bitlik bir mikrobilgisayarda 16-bit adresleme yolu bulunduğu düşünülürse, $2^{16} = 65536$ ($2^n =$ mantıksal 65535, buradan adres yolu hat sayısıdır) adet 8-bitlik adresleme kapasitesi var demektir. Böylece en düşük adres 0000000000000002=000016, en büyük adres ise, 1111111111111112 = FFFF16'dır. Bu adres sahası genel olarak onaltılık tabanda ele alınırlar.

Adresleme : Bellek adresini meydana getiren bitlerin sayısı bilgisayar bellek kapasitesine bağlıdır. Eğer sistemimiz 64K'lık bir bellek kapasitesine sahipse bellek adresi 16 bitle ($2^{16}=65536$ Bayt=64K) temsil edilir. Sistemdeki tek bir bellek çipini yazma ve okuma anında seçmek kolay olabilir fakat, birden fazla modül veya çip kullanıldığında yazma veya okumanın hangi modülde olacağı çip üzerinde ayrı ayrı tanımlanması gerekmektedir.

Ram Bellekler (Random Access Memory, -Rastgele Erişilebilir Bellek)



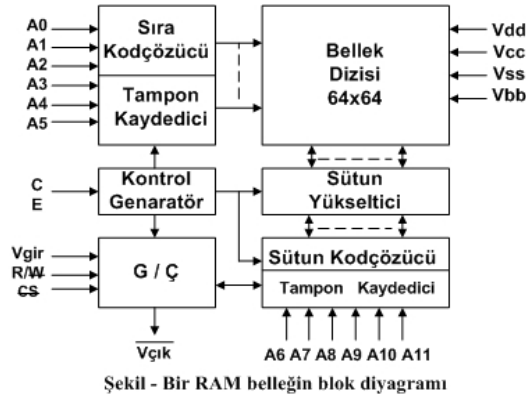
Şekil 1.a.1.1: Sistemin bellek kullanım sırası

Yarı iletken bellekler arasında rasgele erişimli bellekler (RAM-Random Access Memory) kadar hızlı gelişen başka bir bellek grubu yoktur. Bu başarının arkasındaki sebeplerden biri, MOS teknolojisinin kullanılmasıdır.

Diğer bir adı hem oku hem yaz olan bu belleklerde veri geçişi olarak tutulmaktadır.

Mikroişlemcili sistem ilk açıldığında kendisini veriyle yüklemek için hazır vaziyette beklemektedir. İşlem sırasında üzerlerindeki bilgileri saklarlar fakat, güç kesildiğinde bilgiler kaybolur.

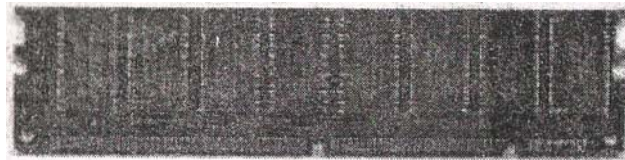
Şekilde görülen bir bit 4096 kelimelik RAM çipinin blok diyagramında bellek dizisi 64 sıra x 64 sütun matris depolama hücresi şeklinde oluşmuştur. Depolama hücreleri tek bir transistör ve depo kapasitörü vasıtasıyla yürütülmektedir.



Bir program çalıştırdığınız zaman, bu programın bir kısmı RAM'e yüklenir. RAM'e yüklenen programa siz bir değişiklik yaparsanız bile bunu kaydetmedikçe o bilgi bilgisayarınızdan elektriği kestiğinizde yok olacaktır. Örneğin hesap tablosunu açtınız ve 2-3 sayfalık bir tablo oluşturduunuz. Bu tablo diske kayıt edilene kadar RAM'de saklanır. Dolayısı ile 2-3 sayfalık bir tablo oluşturup da bunu kayıt etmezseniz, ani bir elektrik gitmesinde yaptıklarınız boşa gidecektir.

Bellek bilgisayarın çalışan yüzeyidir ve doğrudan işlemciye bağlı çalışır. Bir programı çalıştırmak istediğinizde, program belleğe yüklenir; harf yazdığınızda, harf bellekte saklanır. Bu nedenle bilgisayardaki bellek miktarı, çalıştırılacak programın büyüklüğünü belirler. İlk RAM çipi 1961'de Intel firmasınca yapıldı. RAM, Random Acces Memory (Rasgele Erişimli Bellek) deyiminin kısaltılmışıdır. Günümüzde birçok değişik bellek türü vardır.

Daha fazla RAM, aynı anda çalışan bir çok programın daha hızlı çalışması demektir. Günümüzde Multi - Tasking özelliğine sahip işletim sistemleri kullanıyor. Yani; bir yandan Internet'te gezerken diğer yandan yazı yazıp, müzik dinleyebiliyoruz. Aynı anda çalıştırılan program ne kadar fazla ise o kadar fazla bellek sistemi rahatlatıcak demektir. Daha fazla RAM daha rahat çalışma ortamı. Günümüzün standart DRAM tipi 168pin yapıya sahip Dua! Inline Memory Modülleridir.



Şekil1.a.1.2: SDRAM örneği

Siyah çipler bellek modülleridir. Altındaki yeşil tabaka ise PCB (Printed Circuit Board = Baskılı Devre). PCB üzerine bildiğiniz gibi RAM modülleri yerleştiriliyor. PCB'nin her iki tarafından da RAM modülleri bulunabiliyor. Eğer her iki tarafta da bellek modülleri bulunuyorsa Double Sided (çift taraflı), tek tarafta bellek modülleri kullanılıyorsa Single Sided (Tek Taraflı) RAM diyoruz

Statik Ram

Statik RAM, bipolar ve MOS teknolojisi uygulanarak yapılan bir bellek elemanıdır. Bu tip RAM'larda daha çok NMOS ve CMOS tekniği kullanılmaktadır. Adından da anlaşılacağı gibi, elektrik uygulanır uygulanmaz veri depolama yeteneğine sahip olan statik bipolar RAM hücresi, iki ayrı çift emiterli transistörün birbirine çapraz bağlanmasıyla meydana gelmiştir.

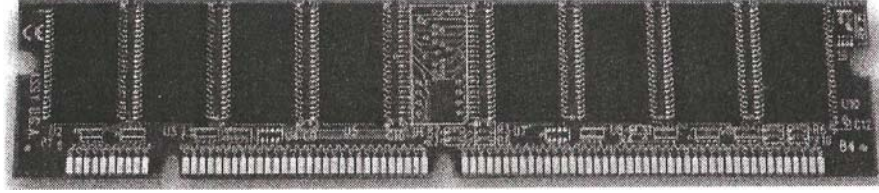
Bipolar RAM'la MOS RAM arasında belirli bir ayrılık vardır. Bipolar RAM'ın tek bir hücresinde iki transistör ve akım sınırlayıcı iki direnç kullanılırken, bir MOS RAM hücresi tamamen N kanal MOSFET transistörlerden meydana gelmektedir, böylece bipolarlardaki karmaşıklık MOS'ta yoktur. Statik RAM'lerde bellek hücresi flip-flop'ları içerir. Flip flop (FP) içindeki bilgi, enerji kesilmedikçe depolanmaya devam eder. İsteğe göre yeniden silinir ya da depolanabilir. SRAM, DRAM' e göre çok daha pahalıdır ve işlemcilerde az miktarda kullanılmasının sebebi budur. İşlemci için adap edilmiş olan Level1 Cache SRAM' dir. Bilgisayar bir istekte bulun uğu zaman, ilk olarak Level 1 Cache'e bakılır. Eğer istenen komut orda ise işlemci çok hızlı bir şekilde bilgiyi SRAM'den alır ve Level2 Cache'e bakmak için zaman harcamaz. Level 1 ve Level 2 SRAM Cache'ler işlemcinin hızını etkileyen en büyük faktördür.

Dinamik Ram

Kapasitörlü dinamik bellekte veri, belleğe verilen enerjinin 2-3 ms içerisinde kesilmesi halinde kaybolur. Bunun için verinin gerçek değerini bellekte koruyabilmesi için ara sıra tazelenmesi gereklidir. DRAM'in avantajı, az güç harcaması ve ucuz oluşudur.

SRAM'da olduğu gibi DRAM'da da tek bir bellek hücresi dört hat arasına sıkıştırılmıştır. Bellek matrisine göre bu hücreler dizi biçiminde çoğalmaktadır. Şekilde görülen diyagramda veri okuma ve yazma soldan sağa doğru, giriş ve çıkış hatları yukardan aşağıya doğru düzenlenmiş olup, hücre bu hatlara a, b, c ve d noktalarından bağlanmıştır. Hücreyi oluşturan üç transistörden sadece birisi depolayıcı (Saklayıcı-D) olarak tasarlanmıştır. Bu Transistör bir bitlik bilgiyi üzerinde tutarken, depolama C kapasitörü vasıtasıyla yapılır.

arasındaki fark büyümektedir ve bu fark yalnızca S-DRAM'de giderilebilmektedir. Bu durum yüksek teknolojlili sistem üreten firmalar için S-DRAM'i sistem belleği olarak kullanmaya uygun hale getirir. Bunun bir çok anlamı vardır;



Şekil1.a.1.4 - SD-RAM örneği

İlk olarak S-DRAM zamanlama sinyalini direkt olarak CPU üzerinde yapar. Bu durum CPU'nun belleğe ihtiyaç duyduğu herhangi bir anda kullanabilmesini mümkün kılar. CPU belleğinin, S-DRAM belleğine göre kendi iç saat çevrimini bekleme zorunluluğu yoktur. Bu S-DRAM'in için senkronize RAM olduğunu açıklar.

İkinci olarak S-DRAM 'in içindeki bellek bankası ikiye bölünmüştür. Bu ikili sistem, MİB'nin tüm zamanlarda bilgi yerleştirmesine olanak sağlar.

Üçüncü olarak bellek CPU'nun bir başka saat çevrimini beklemeksizin aralarındaki direkt hattan sıralı bilgi aktarımına olanak sağlar. S-DRAM'e kadar yapılanlar DRAM teknolojisinin üzerinde yapılan oynamalar iken, şimdi SRAM'ler EDO ve DRAM teknolojisinin rakibi ve seçeneği olmuştur.



Şekil1.a.1.5 - S-DRAM Yuvası (168 pinli)

DDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM)

DDR SDRAM teknolojisi günümüzde yeni kullanılmaya başlanılan bir bellek teknolojisidir. Teorik olarak DDR SDRAM bellekler SDRAM belleğin sunduğu bant genişliğinin iki katını sunuyor. Bu RAM senkronize yani sistem veri yolu hızı ile aynı hızda çalışmaktadır. Bant genişliğini iki katına çıkaran özellik ise saat vuruşlarının yükselen ve alçalan noktalarından bilgi okuyabilme yeteneğinin olmasıdır. SDRAM' da ise bilgi alma yönü saat vuruşlarının yükselen noktalarındandır. Buradan yola çıkarak teorik olarak 133 MHz hıza sahip olan DDR bellek 266 MHz hıza sahip olan SDRAM bellek ile aynı performansı verecektir.

PC 133 SDRAM veriler için 1,1 GBps bant genişliği sunuyor. Buna karşılık aynı özellikteki DDR SDRAM bant genişliğini 2,1 GBps 'a çıkarıyor ki bu değerinin hemen hemen iki katı değerinde. Buradan yola çıkarak 200 MHz'de çalışan bir DDR SDRAM'in 3,2 GBps'lık bir genel sistem bant genişliği sunacağını söyleyebilir.

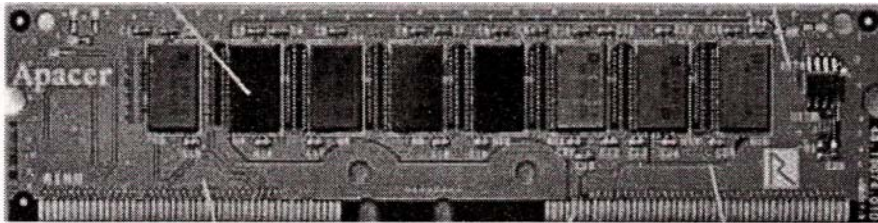
DDR SDRAM yapısı içinde SDRAM' e benzer olarak DIMM modüllerini kullanır. DIMM'in yapısı gereği, geniş veri çıkışı ve hızı sunan 64 bit'lik veri bağlantısı kullanılır. Buna rağmen DDR SDRAM'ler günümüzdeki SDRAM kontrolcülerini ile uyumlu değildir. DDR SDRAM'leri kullanabilmek için çipset ve ana kart üreticilerinin DDR SDRAM için uyumlu aygıtlarını üretmeleri gerekmektedir. Örneğin AMD, Athlon tabanlı sistemler için DDR bellek desteği olan AMD-760 çipsetinin tanıtımını yaptı ve bir çok üretici DDR SDRAM modülünü üreteceklerini açıkladı. VIA ise gelecekte, Intel işlemciler için DDR SDRAM'leri destekleyen çipsetler üreteceğini açıkladı.

Önümüzdeki aylarda (2000 yılının sonbaharında) sistem üreticilerinin genel sistem belleklerinde DDR SDRAM kullanmaları bekleniyor. Günümüzde DDR SDRAM modülleri taşıyan aygıt olarak GeForce 256 ekran kartı gösterilebilir. GeForce 256 ekran kartının iki farklı çeşidi bulunmakta. DQR SDRAM modeli SDRAM / SGRAM modeli olanına duruma göre %25-30 arasında bir performans farkı oluşturur.

DRDRAM (Direct Rambus DRAM)

INTEL'in yardımı ile hayata geçirilmiş olan bu bellek teknolojisi aynı miktardaki SDRAM' den çok daha pahalı. Normal işlemler' ve testlerde RDRAM performansı SDRAM' e göre pek bir artış olmaması geleceğin bellek teknolojisinin DDR SDRAM olmasını kolaylaştıracak gibi. Şüphesiz bunun en önemli etkeni başarılı SDRAM bellek teknolojisi.

Intel RAMBUS teknolojisi üreticilerinden. Bu yüzden INTEL gelişen işlemci teknolojisi ile birlikte RDRAM kullanılmasını istiyor. Fakat RDRAM'in yüksek fiyatı ile birlikte üreticileri i820 çipsetinin genelde SDRAM'li versiyonunu çıkarmaya başladılar. Bu arada bazı büyük sistem üreticileri (DELL gibi) yüksek fiyatlı sistemlerinde Intel' in yeni çipsetini ve RDRAM kullanmaya başladı.



Şekil1.a. 1.7 - 184 pinli RDRAM örneği

RDRAM'in neden kullanılıyor olduğu sorusunun cevabı ise yenilikçi bellek teknolojisi taşımasıdır. 16 bit geniş bir veri yolu hızı sunan Direct Rambus Kanalı bellek hızının 400 MHz'e kadar çıkmasına olanak tanıyor. DDR SDRAM gibi çift taraflı okuma yapabileceğinden bu hız 800 MHz'e eşit oluyor. Biraz önce DIMM modüllerini kullanan SDRAM ve DDR SDRAM' in 64 bit veri yolu bağlantısı kullandığından bahsetmiştik. Fakat RDRAM 16 bitlik bir veri yolu üzerinde çalışıyor. Veri yolu genişliğinin daha dar olması nasıldır da daha fazla bant genişliğine izin verir? Bunun cevabı RAMBUS'un çalıştığı hızda saklı. Zira daha dar veri yolu genişliği daha fazla hıza imkan tanıyor. Teorik olarak RAMBUS 1,6 GBps değerinde bir bant genişliği

sunabiliyor. Genel olarak tablo halinde PC100 DIMM modülü ile, RIMM modülü arasındaki farkları tablo halinde incelenecek olursa, bilgiler daha kalıcı olur.

	RIMM Modülü	PC100 DIMM Modülü
Sistem Veri Yolu Frekansı	133 Mhz	100 Mhz
Çalışma Voltajı	2.5 V	3.3 V
Çalışma Frekansı	800 Mhz	100 Mhz
Max. Bant Genişliği	1.6 GB / Saniye	800 Mb /Saniye
Veri Çıkışı	16 – Bit / Seri	64 – bit / Paralel

Anlaşılabileceği üzere RDRAM DIMM modüllerini kullanmıyor. DIMM modülleri yerine RIMM (RAMBUS Inline Memory Module) kullanıyor. Boyutları hemen hemen DIMM ile aynıdır ve üretim maliyeti de aynıdır.

PC'lerimizdeki bellekler, sistemde yer alan işlemci ve grafik kartları gibi veri yaratan ve işleyen birimlerin ortaya çıkardığı verilerin uzun ya da kısa süreli olarak saklandığı işlevsel birimlerdir. Sabit disk sürücüler, sistem RAM'leri, işlemcilerin içindeki cache diye tabir edilen bellekler, BIOS'un saklandığı EPROM'lar, grafik kartlarının üzerindeki RAM'ler, CD'ler, disketler v.s. hepsi PC'lerde yer alan bellek türleridir.

Band Genişliği

Yonga setlerinde, ekran kartlarında, işlemcilerde, internet bağlantılarında, kısaca verinin taşındığı her ortamda bu kavram geçerlidir. Tanımlamak gerekirse, bant genişliği, bir ortamda verinin ne kadar hızlı taşındığının ölçüsüdür. Kısaca, birim zamanda taşınan veri miktarıdır. Bu tanımlama belleklere uygulayacak olursak, bellek modülümüzle anakart arasında belli bir süre içerisinde ne kadar veri alışverişini gerçekleştirebiliyor sorusunun cevabı bant genişliğidir.



Önceden bahsettiğimiz gibi, DIMM'ler, anakarta 168 bitlik bir port üzerinden bağlı ve bunun 128 biti veri için ayrılmış durumda. SDR bellekleri ele alırsak, saat işaretinin her yükselen kenarında modül ve anakart arasında 128 bitlik veri transferi olduğu ve modülün saat frekansının birimi olan **Hertz (Hz)**'in aslında bir saniye içinde kaç saat periyodu sığdığını bize söylediği düşünülürse, saat frekansı ile 128-bit'i çarptığımızda, bir saniyede (birim zamanda) kaç bit (ne kadar veri) taşındığı kolayca hesaplanır ve bu da bize bit/saniye cinsinden bant genişliğini verecektir. Mesela, belleğimizin saat frekansı 166 MHz (Mega Hertz) olsun. Bu durumda SDR belleğimizin bant genişliği :

$$\begin{aligned}\text{Band Genişliği} &= 128\text{bit} * 166\text{MHz} = 21248000000 \text{ bit/saniye} \\ &= 2656000000 \text{ byte/saniye} \\ &= 2.47 \text{ Giga Byte/saniye (GB/s) olarak hesaplanabilir.}\end{aligned}$$

RAM' deki bilgiler geçicidir. Yani, bilgisayarınızda o anda çalışan programların, gerekli bilgileri RAM' de saklayarak daha sonra gerektiğinde kullanım için geri aldığı bir alandır. Diğer bir deyişle bir geçici bellek görevindedir. Bilgiler gerektiğinde kullanılır. Geremediği zaman silinir. RAM üzerindeki bilgiler kısa ömürlüdür. Bilgisayarınızı kapattığınızda RAM' deki bilgiler 8-10 sn içerisinde siliniyor. Bilgilerimizi uzun ömürlü olarak saklamak istiyorsak, manyetik alana kayıt yapan sabit diskleri kullanıyoruz.

RAM NASIL ÇALIŞIR?

RAM i de bilginin saklanması için sürekli bir elektrik enerjisine ihtiyaç vardır. Bunu da bilgisayar açık olduğu zaman anakart (Mainboard) üzerinden temin eder. Dolayısıyla bilgisayarınızı kapattığınızda sürekli elektrik enerjisini alamaz ve RAM'de saklanan bilgiler yok olur.

DRAM üzerindeki her modül üzerinde verileri kısa süreli olarak tutan kapasitörler bulunmaktadır. Bu veri RAM'in tutabileceği bir bitlik 1 ve 0 değerleridir. Eğer kapasitörler yarımdan fazla şekilde şarj edilmişse 1, yarım veya daha az bir şekilde şarj edilirse 0 değerini alır. Kapasitörler kuşkusuz üzerindeki şarjı çok çabuk kaybederler. Dolayısı ile bu şarj kaybından sonra bilgi kaybı olur. Bundan dolayı DRAM'lerde yenileyici devre dediğimiz yapılardan bulunur.

SRAM' de ise her modülün yapısında ise 2 ile 4 transistör bulunur ve bir bitlik 0 ve 1 değerlerini tutar.

İşlemci bir bilgi işlediğinde, bu bilgiye daha sonra kolayca erişmek için onu RAM'e saklar. Bu iş yapılacağı zaman İşlemci Sistem veri yolu - RAM modülüne giden yolu izleyen "yazma" sinyali gönderir. RAM bu bilgiyi belli bir adreste saklar. Bu adres ileride gelecek olan bilgi istemleri için gereklidir. Bellek belli sayıda adreslerle parçalanmıştır. Her adreste bir grup rakam saklanır ve bu rakamlar bilgisayar tarafından bir grup olarak ele alınır. Bir adreste saklanan rakamlar grubu genelde bellek olarak adlandırılır. Bellekteki bir adrese bir numara atanır ve bu adres daha sonra bu numara ile aranır. Bir kelimeyi bir grup elemanından elde etmek için geçen süreye erişim zamanı (Access time) denir. Erişim zamanı da bilgilerin saklanıp tekrar çağırılmasında çok etkilidir. Bilginin çağırılması ne kadar hızlı olursa bilgiye ulaşmakta o kadar hızlı olur.

RAM TÜRLERİ

BOYUTLARINA GÖRE RAM BELLEKLER

30 pinli SIMM Bellek : Eski PC'lerde kullanılırdı. 486'lardan sonra kullanımdan kalktı. RAM belleğin ana karta bağlandığı yerdeki pin sayısı oldukça ufaktı ve küçük boyutlu bir bellek tipiydi.

72 pin SIMM Bellek: Önce 1995 yılında Pentium ile (Pentium 75, 90,100 vs.) kullanılmaya başlandı. Ancak Pentium II'lerle birlikte kullanımdan kalktı. Ana karta bağlandığı yerdeki diş sayısı 72'iydi.

168 pin DIMM Bellek: Günümüz ana kartlarında bu 168 dişli bellekler kullanılıyor. EDO ve SDRAM bellek modellerinde bu boyut kullanıldı.

184pin R-DIMM Bellekler: Günümüzde Intel ana kartlarında tercih edilen bu bellekler 184 pinlidir.

ÜZERİNDEKİ YONGALARA GÖRE RAM BELLEKLER

Standart RAM Bellek : Günümüzde artık kullanımdan kalkmış durumdadır. Eski 386 ve 486 mikro işlemcili bilgisayarlarda kullanılan kullanılmış RAM türüdür. Pentium mikro işlemciler çıkınca yerini EDO türü daha kapasiteli RAM'lere bırakmıştır.

EDO RAM Bellek (Enhanced Dynamic Output) : 72 pinlik slotlara takılırlar. EDO RAM'lerin erişim süreleri ise 60-70 ns (nanosaniye) arasında değişmektedir. Bu RAM'ler, DRAM'lardan daha hızlıdır, 486 makinelerden sonra gelen Pentium işlemcili makinelerde kullanılmaya başlanmıştır. 1995 sonlarına kadar da bu böyledi. Ancak, MMX teknolojisiyle birlikte yavaş-yavaş SDRAM'lere geçilmeye başlandı ve günümüzde de yerini tamamen S-DRAM'lere bıraktı. Yeni çıkan PH ve PHI ana kartlarda artık EDO RAM için bir slot ayrılmıyor.

SDRAM Bellek : 10-12 ns hızında ve 66 MHz veri yolu hızlarında piyasaya girdi. Daha sonra 100 MHz veri yolunu kullanan işlemcilerle birlikte PC 100 standardında, 6-8 ns hızında olanları çıktı. Bugün PC133 olanları yaygın şekilde kullanılıyor. Daha sonra detaylı şekilde açıklanacak.

DDR-SDRAM (Double Data Rate SDRAM) : DDR SDRAM bellekler SDRAM belleğin sunduğu bant genişliğinin iki katını sunuyor. Bu RAM senkronize yani sistem veri yolu hızı ile aynı hızda çalışmaktadır.

RAMBUS DRAM (RDRAM) : Ayrıca Intel tarafından geliştirilen RD DRAM bellekler de var. SDRAM'ın üzerine konduğu plakaya DIMM deniyordu. Yeni plaka1ara RIMM deniyor. Daha sonra detaylı şekilde açıklanacak.

ÖZELLİKLERİNE GÖRE RAM BELLEKLER

Pariteli RAM Bellek : Bilgi 0 ve 1'ler halinde belleğe ulaştığında fazladan bir yonga ikili sayı düzeninde hesap yapıp toplam rakam yanlış gelirse veriyi geri gönderip tekrar hesap yapılmasını sağlıyor.

Hata Düzeltmeli (ECC RAM) Bellek : Yanlış bilgiyi anladığında hatanın hangi 0 ve 1'de olduğunu çözüp düzeltiyor.

SPD'li RAM Bellek: 100 ve 133 MHz veri yolunu kullanan sistemlerde bellekteki yongaya giderek durumunu sorguluyor; yonganın hız ve özelliklerini öğreniyor. Anakart bunu destekliyorsa gerekli bilgileri kullanarak komşu RAM'ler ile arabuluculuk yapıyor.

RAM HIZLARININ GELİŞİMİ

1994 ile 1995 yıllarından yani 486 işlemciler zamanından beri, sistem veri yolu hızı, hızlanan işlemciler karşısında sürekli geri kalmaya başlamıştı. O zamanlarda, Intel, işlemcilerini sadece 33-50 MHz hızlarında üretebiliyordu. O günün şartlarına

göre daha yukarı çıkılmadı, ama buna şöyle bir çözüm getirildi : Sistem veri yolu çarpanı. 486 DX2/50s ve 486 DX2/66S işlemcileri, Intel'in sistem veri yolu çarpanı sistemini uyguladığı ilk işlemcilerdi. 486 DX2/66s işlemcisinin sistem veri yolu hızı 33 MHz idi, ama 66 MHz hızda çalışabilmesi için 2.0X çarpanı uygulanmıştı.

Bu yöntem kabul edilebilir bir yöntem gibi görünüyordu. Bir çok yönetici Intel 'in sistem veri yolu çarpanını uyguladığı 33 MHz sistem veriyolu hızının (2.0X ile efektif olarak 66 MHz gibi performans gösteriyor) 33 MHz'lik bir işlemci kadar performanslı olmayacağına kanaatindeydi. Fakat zamanla bu kişiler yanıldı, ve 486 DX2/66 işlemcisi, 486 DX/33 işlemcisinde hızlı bir işlemci idi. Dolayısı ile, Intel ve diğer işlemci üreticilerinin sistem veri yolu çarpanı ile işlerine devam etmeleri sağlanmış oldu. Ama çarpan sayısı arttıkça performanstan tam verim sağlanamıyordu. 486 DX4/100 (gerçekte DX3/100 olacak: 33 MHz X 3.0x) gibi bir işlemcinin, sadece 100 MHz' de (çarpan sistemi uygulanmamış) çalışan bir işlemciden yavaş olacağı sonunda Intel' de kabul etti. Sonuç olarak, işlemci hızları sürekli artarken, sistem veri yolu hızı aynı paralelde artış gösteremedi ve günümüz sistemlerindeki yavaş bellek, genel performansın düşmesine sebep oldu.

GENEL DURUM

Günümüzdeki işlemcilerin saat çarpanı 10.0x'a kadar çıkmış durumda. Şu ana kadar, daha hızlı bir bellek alt sistemine bu kadar çok ihtiyaç duyulmamıştı. Günümüz PC'lerine baktığımızda, genel olarak bellek sistemlerinde SDRAM kullanılması gerekli. (RDRAM'lı i820 ve i840 yonga setleri, piyasanın çok az bir bölümünü oluşturuyor.) SDRAM (Senkronize DRAM), adı üzerinde senkronize, yani sistem veri yolu hızı ile aynı hızda çalışan anlamında. Günümüzde 100 MHz'lik işlemcilerden 133 MHz'lik işlemcilere geçiş olduğunu ve sistem bellek bant genişliğinde %33 'lük bir hızlanma olacağını düşünürseniz, bir çözüm var gibi. Ancak basit olarak, SDRAM hızının artırılması tatmin edici düzeyde bir performans artışı beraberinde getirmiyor. 133 MHz'de çalışan SDRAM'ler küçük bir artışı ifade ediyor. Örneğin 133 MHz'de çalışan bir SDRAM belleğin sunacağı maksimum veri bant genişliği 1,064 MB/sn. Elimizde, saniyede kullanabileceğimiz 1066 MB'lık bir veri bant genişliği var. Diğer taraftan ise, 133 MHz sistem veri yolu hızında çalışan bir işlemcinin saniyede 1 GB, AGP 4X veri yolunun saniyede 1 GB, 33 MHz'de çalışan PCI veri yolunun ise saniyede 132 MB 'lık bir bant genişliğine ihtiyacı var. Bunların hepsi birlikte 2.1 GB yapıyor. Yani sistem bizden saniyede 2.1 GB veri istiyor ama biz 1,066 MB'ını verebiliyoruz. Bu çalışmalarını yavaşlatıcı bir durum.

Burada 100 MHz'de ve 133 MHz'de çalışan bir SDRAM'in ne kadar veri bant genişliği sunduğunu şöyle hesaplanır.

(100 MHz Çalışma Hızı) X (64-bit veri yolu) X (118 bit başına düşen byte) = 800 MB/sn ulaşılabilir bellek bant genişliği.

Sistem veri yolu hızı 133 MHz'e çıktığında ise bellek bant genişliğinde %33 'lik bir artma söz konusu.

(133 MHz Çalışma Hızı) X (64-bit veri yolu) X (118 bit başına düşen byte) = 1064 MB/sn ulaşılabilir bant genişliği.

Bu hızı yeni bant genişliği ile artırmak hem pahalı hem de sistem gelişmesini engelleyici olacağından ve de günümüzün PC'lerinin bellek bant genişliğinin sistem

performansına bir darboğaz yaratacağından dolayı yeni bir bellek teknolojileri geliştirmek gerekli. Bunun için yakın geleceğin standart bellek teknolojisini belirleyecek iki aday var :

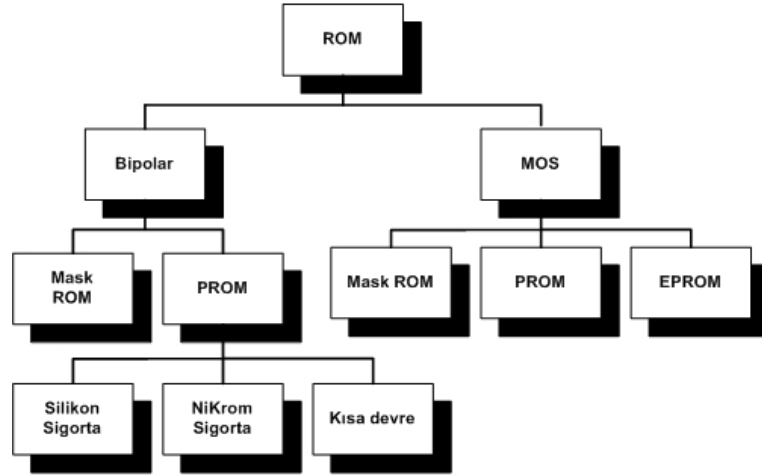
1. AMD ve VIA'nın en büyük destekçisi olduğu DDR-SDRAM
2. Intel'in desteklediği ve i8XX (i815 hariç-üstü) serisi yonga setlerinin desteklediği RAMBUS teknolojisi.

Bellek bant genişliğini arttırmak için iki yöntem bulunuyor:

Veri yolu genişliğini arttırmak: Daha fazla veri pin'i eklenerek, aynı anda transfer edilen veri miktarı artırılabilir. Fakat bu bir yere kadar devam ediyor. Pin sayısı arttıkça üretim maliyeti artacak, sürekli ana kart modelinde değişiklikler olacak, güç gereksinimleri farklılık gösterecek.

Saat hızını arttırmak: Saat hızı iki katına çıkarılarak aynı anda transfer edilen veri miktarı artırılabilir. Bu da bir noktaya kadar. Yüksek saat hızlarında güvenli veri transferi gerçekleşir mi tartışılır. Güvenlik sorunu halledilebilir ama bunun için çok daha kaliteli PCB'ler (Baskılı Devre), bellek modülleri kullanılması gerekecek ve üretim maliyetini daha çok arttıracak.

ROM Bellekler(Read Only Memory- Yalnız Okunabilir Bellek)



Şekil - ROM ve PROM teknoloji ailesi

Bilgisayarlar komutları ve verileri depolamak için RAM bellekler kullanılır. Çalışma sırasında RAM' lar aynı zamanda ara değerlerin ve sonucun saklanmasında da kullanılır. Çalışma bittikten sonra elde edilen değerler RAM' dan başka manyetik ortamlı bellek elemanlarında saklanmalıdır. Çünkü, RAM'lar bilgileri sistemde güç olduğu müddetçe üzerinde tutarlar.

Sistemde sürekli olarak kalması istenen bilgilerin yavaş çalışan manyetik depolama ortamlarında saklanması yerine iç belleklerde güç kesilse dahi kalması amacıyla sadece okunan bellekler denilen ROM (sadece okunabilen bellek) bellekler geliştirilmiştir. ROM bellekler genelde sistemin çalışmasını kontrol eden bir dizi işletim sistemi komutunun veya logaritmik ve trigonometrik tabloların saklanmasında kullanılırlar.

ROM tipi belleklere bilgisayar kartlarının üretimi sırasında üretici firmalar tarafından sistemi destekleyen programlar bir defa olmak üzere yazılırlar. Bu tip çipler bilgisayar kartlarına takıldıktan sonra sisteme, sadece bilgi vererek çalışırlar. ROM'lara yapıları itibarıyla veri yazma imkânı yoktur.

Mikroişlemci, sistemin her açılışında açılış bilgilerini ROM bellekte hazır halde bulur. Bir defa kullanılan bu tip bellekler daha sonraları kullanıcılar tarafından da programlanabilecek şekilde üretilir. Kullanıcı uyarladığı sistemine uygun yazdığı işletim sistemi programını kendisi Programlanabilen ROM (PROM) belleğe yazabilecektir.

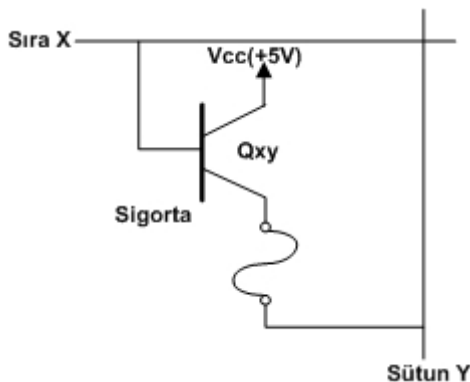
Mikroelektronik teknolojisindeki hızlı gelişmeler sayesinde hem silinebilen hem yazılabilen ROM bellek tipleri geliştirildi. EPROM denilen bu bellekler morötesi veya güneş ışığına tutularak silinip tekrar geri yazılabilmektedir. Bu belleği silmek için uzun süre geçmesi gerektiğinden daha sonra Elektrikle silinip tekrar programlanabilen ve günümüzde oldukça yaygın kullanılan EEPROM bellekler üretilmiştir. İki basit ROM teknolojisi vardır. Bunlar bipolar ve MOS'dur. Bipolar erişim hızı yaklaşık olarak 50-90 ns. iken, MOS ROM belleklerin erişim zamanı büyüklük derecesi olarak daha yüksektir. PROM tipi bellekler her iki teknolojiyi kullanırken EPROM'lar sadece MOS teknolojisini kullanır.

Rom Yapısı

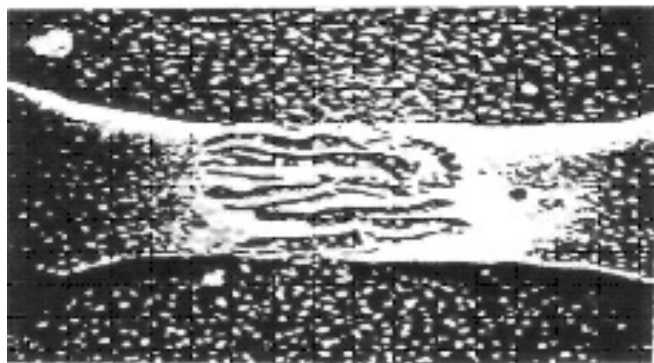
Sadece okunan bellek, seçilerek oluşturulan açık ve kapalı tek yönlü kontaklar dizisidir. Şekilde görülen 16-bitlik dizide adres hattının yarısı kodlanarak dört satır hattından birisinin enerjilenmesinde diğer yarısı da sütun seçiminde ve sütun sezici yükselticilerden birisinin yetkilendirilmesinde kullanılır. Satır ve sütun hatlarının aktifleştirilmesiyle kapalı olan kontakla birleşen sıra hattı mantıksal 1, açık kontaklar mantıksal olarak 0 kabul edilir.

Sadece okunan bellek tiplerindeki birinci farklılık, hücrenin tasarımında kapalı veya açık kontakların biçimlendirilmesidir. Maskeli ROM kontakları, yarı iletkenin son üretim aşamasında küçük iletken jampırlarının eklenmesi veya eklenmemesi şeklinde yapılır. Bipolar programlanabilir ROM'lardaki kontaklar, kullanıcı tarafından üretildikten sonra açık devre haline getirilebilen sigorta maddesinden yapılır.

Entegre devreler (IC), silikon katmanların bir dizi foto maskeleme, yarı iletkenin istenmeyen yerlerin kimyasal yöntemlerle giderilmesi, örnek bileşimlerini oluşturmak ve katman yüzeyleri arasındaki bileşimleri gerçekleştirmek için yayılma gibi işlemler uygulanarak fabrikasyon üretimiyle yapılır.



a) Sigorta hücresi



b) Nikel-Krom sigortanın atış anı

Programlanabilir ROM

Kullanıcı tarafından kendi örnek modellerine göre elektriklerle programlanabilen ROM'ların üç tipi vardır. İlk PROM nikel krom karışımından meydana gelen sigorta teknolojisiyle yapılmıştır. Nikel ve krom maddesi, PROM içerisindeki sütun hatlarının çok ince film şeklinde birleştirilmesi için kullanılır.

Yüksek bir akım bu bağlantının açılmasına yani satır ve sütun hattının patlamasına sebep olur. Bu bellek tipindeki hücre Şekil 'de görüldüğü gibi, bir anahtar transistör ve nikrom sigortadan meydana gelmektedir.



Silikon sigortanın atmış ve atmamış hali

Nikel krom sigortanın patlatılması sırasında oluşan yol ayrımı açıklığının tam sağlanamamasıdır. Bazı hatlarda tam bir açıklık sağlanırken bir veya birkaç sigorta patladığı halde metal bileşmesi olabilmektedir. PROM'un ikinci bir sigorta modeli

polikristalin denilen silikon maddeden yapılan bellektir. Bipolar ROM'larda bu madde hariç nikelkrom sigortalarda olduğu gibi aynı özellikleri içerir. Bu tip bellekle sigortayı attırmak için 20-30 mA'lık akımlı bir dizi geniş bir darbeler kullanılır.

Üçüncü bipolar PROM tipi kısa devre bağlantısıdır. Bu hücrede D1 diyodu ters polarlandırılma sırasında üzerindeki ters yönlü yüksek elektron akım baskısı, alüminyum atomlarının emiter kontağından emiter-baza doğru geçmesine sebep olurken aynı zamanda emiter-bazı kısa devre yapar.

EPROM Bellek



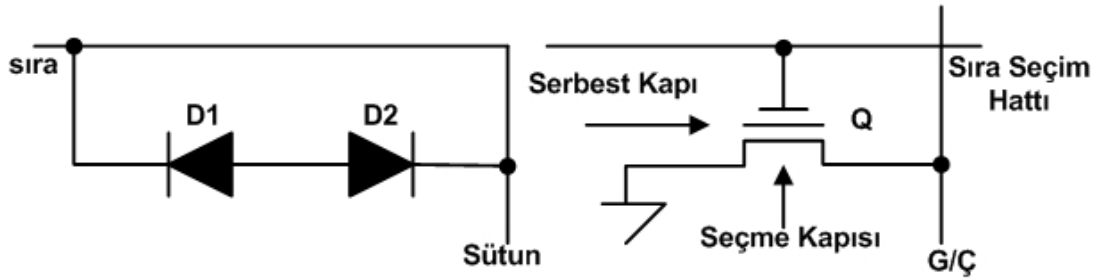
Şekil - EPROM Bellek

Maskeli ROM veya PROM kullanıldığında, eğer bellek değeri değiştirilecekse veya başlangıç programlamasında bir hata yapılmışsa, bu tip hataları değiştirmek veya yeniden programlamak mümkün değildir. Buna benzer istenmeyen durumları ortadan kaldırmak için üreticiler EPROM denilen silinebilen ve yeniden programlanabilen bellek tiplerini geliştirdiler.

EPROM çipleri üzerinde içerisindeki program veya değerleri silmek için bir pencere açılmıştır. Bu pencereden program belli bir zaman güneş ışığına veya morötesi ışınlarla tutularak silinmektedir. Bu bellekleri programlamak için EPROM programlayıcı denilen özel cihazlar geliştirilmiştir.

MOS teknolojisinde bir transistörü iki kapıyla yapılandırmak mümkündür. Birincisi transistörün çalışıp-çalışmamasını sağlayan seçme kapısı, diğeri taban ile seçme kapısı arasına konulan serbest kapıdır. Serbest kapıya şarj gerilimi, seçme kapısı enerjilendiğinde ve transistör kaynağına geniş bir darbe uygulanmasıyla elde edilen izolasyon oksitli yüksek enerjili elektronların enjeksiyonu ile sağlanır.

Serbest kapıda tutulan şarj, transistörü seçme kapısı aktiflendiğinde çalışmaktan korur. Bu eleman üzerinde 1 bitlik bilgi tutmada kullanılabilir. EPROM'un sıra seçim hattına uygulanan pozitif bir sinyal eğer serbest kapı şarja tutulmamışsa Q transistörü çalışır. Bu durum G/Ç hattına bağlı olan sezici devre tarafından mantıksal 1 olarak yorumlanır. EPROM belleklerin ışığa duyarlı ortamlarda silinmesinin zaman alıcı olması ve fazladan bir silici cihaz gerektirmesi bunların yerine daha sonraları EEPROM denilen elektrikle silinip programlanabilen ROM'lar yapılmıştır. Özel olarak yapılan bir cihazdan verilen uygun gerilimlerle çok kısa bir sürede silinebilir. Bu bellek cihazının mahsurları, EEPROM'u programlamak için bulunduğu devredeki yerinden çıkartmak ve silmek için farklı gerilimlerin kullanılmasıdır.



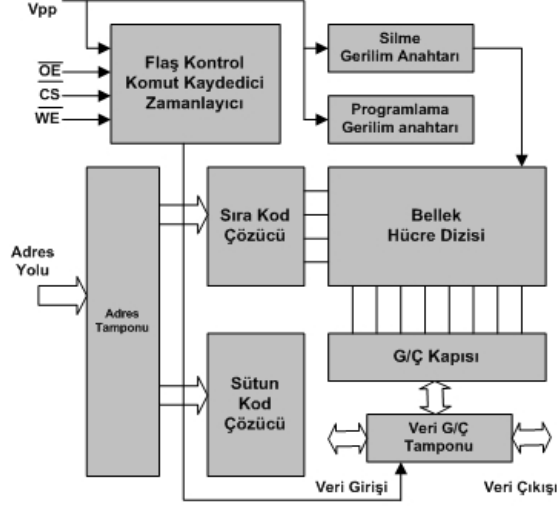
Şekil - Kısa devre bağlantı hücresi ve bir EPROM hücresi

Flaş Bellekler

Son zamanlarda sistem kapandığında içindeki bilgileri yok etmeyen ve adına flaş bellek denilen çiplerinin piyasaya sürülmesiyle birlikte, taşınabilir (portable) bilgisayarlarda bu elemanlar bir floppy veya sabit disk olarak kullanılmaya başladı. Flaş bellekler prensip olarak EEPROM tipi belleklere benzemekle birlikte sadece hücrelerinde kullanılan tünel oksit maddesi EEPROM'dan daha incedir. Programlama ve silme geriliminin 12 Volt olmasıyla, herhangi bir problemsiz programlama ve silme çevrimi gerçekleştirilebilir.

Bellek hücre dizisiyle birlikte ek olarak flaş bellekte kontrol devreleri ve kaydediciler vardır. Bu yapısından dolayı programlama ve silme işlemi farklı yollardan yapılır. Flaş bellek veriyi kaybetmeyecek şekilde DRAM veya SRAM bellek tiplerinin elastikiyetine yakın bir formda programlanır.

Flaş belleğin ana parçasını hücreler dizisi oluştururken etrafı, hücre adres sinyalinin alarak sıra ve sütun kod-çözümlere aktaran adres tamponuyla sarılıdır. Sıra ve sütun kod-çözümleri bir veya birden çok bit hattı çiftini seçer. Okunan veri dışarıya veri giriş-çıkış tamponu vasıtasıyla çıkarılırken yazmak için adres tespitiyle birlikte bu tampon ve G/Ç kapı devresi kullanılır.



Şekil - Flaş belleğin blok diyagramı

1 Mbitlik bir flaş bellek yaklaşık 2µs'de programlanır. Fakat EEPROM'a göre silme işlemi çipten çipe değişir. Flaş belleğin silinmesi, flaş kontrol devresi ve silme gerilim anahtarları tarafından bellek hücre dizisine uygulanan darbelerle gerçekleşir ve yaklaşık 1 mikrosaniye içinde belleğin tamamı bilinebilmektedir.

Programlama, okuma ve silme işlemi harici bir mikroişlemci tarafından flaş kontrol devresindeki komut kaydedicisine yazılan 2-baytlık komutlarla gerçekleştirilir.

Flaş bellekle kullanılan komutlar ve özellikleri şöyledir:

- Belleği oku
- Veri tanımlama kodunu oku
- Sil/Sil kurulumu
- Sil - sağlamasını yap
- Program/Program kurulumu
- Program - sağlamasını yapar

Flaş belleklerin az yer kaplaması, yüksek kapasiteli oluşu ve az enerji harcamasından dolayı yakın zamanlarda taşınabilir bilgisayarlarda floppy ve sabit disklerin yerine kullanılmaya başlamıştır.

Disk veya disketlerdeki elektrik şokları, hassasiyet, mekanik arıza ve nem gibi mahsurlar flaş bellek kartlarında mevcut değildir. Sabit bir diskle veri transfer oranı saniyede 1 Mbayt'ken flaş kartta 16 Mbayt'tır. 10 Kbayt'lık gruplar halinde verinin yazılması sabit diskle 46 ms. çekerken flaş kartta 06 ms. çekmektedir. 1995 itibarıyla 40 Mbaytlık flaş kartlar satılmaktadır.

Flaş bellekler artı olarak:

- ROM'dan kod alınıp DRAM'da işletimden dolayı oluşan gereksiz işlemleri ortadan kaldırması ve tasarımda uçmayan bir yedek depolama sağlamasından DRAM+ROM ikilisinin yerme.
- Batarya yedeklemeli RAM (SRAM)'ların yerine batarya kullanmadan,
- EPROM'ların yerine devre-içi tekrar programlanabilir olmasından dolayı hızla yayılmıştır.

Bellek Adresleme ve Adres Çözme Tekniği

Eğer kullanılan sistemde tek bir bellek çipine gerek varsa veya gerek duyulan bellek kapasitesini tek bir çip sağlıyorsa bellek adreslemesi yani adres çözme tekniği çok kolay olacaktır. Sistemde birden çok bellek çipinin kullanımı ile çiplerin hangisinden okuma veya hangisine yazma yapılacağına belirlenmesinde uygun adres çözme tekniği kullanılmak zorunludur.

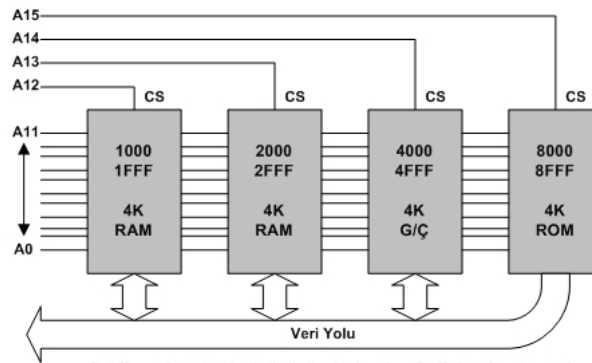
8-bitlik 6502 mikroişlemcisi kullanan sistemlerde 16 adet farklı adres yolu belirli adresleri tanımlamada kullanılır. Bu adres hatlarından yüksek değerlikli olanlar bellek çiplerinin tanımlanmasında kullanılırken diğerleri seçilen çipteki tam bellek alanının bulunmasında kullanılmaktadır.

16-bitlik adres yoluyla adres kod-çözücü kullanmadan tek bir çip üzerindeki 65536 adet adres alanı tanımlanabilir ($2^{16} = 65536 = 64K$). Eğer sistemin adres uzayında kendine has yer tutan dört adet eleman (iki adet RAM, bir adet ROM ve bir adet G/Ç çipi) kullanılmak isteniyorsa, mevcut adres hatlarından yüksek değerlikli dört adres hattı dört çipten birisinin seçimi için ya doğrudan çip seçme olarak ya da adres kod-çözücüsüne çip seçme sinyali üretmesi için giriş olarak ayrılır.

Geri kalan 12 adres hattı çip üzerindeki bellek alanlarının bulunmasında kullanılır. Dört adet çip $4K \times 4 = 16K$ yaparken geri kalan adres hatları sistemdeki RAM tipi çiplere veya başka ROM'lara ayrılabilir.

Adres kod-çözücüsü kullanılmadan birden fazla çip kullanılarak bellek adreslenmesinde bir anda sadece tek bir bellek çipi doğrusal bir seçimle aktif yapılabilir. Yani çip seçimi için ayrılan yüksek değerlikli adres hatları A15, A14, A13 ve A12'den sadece birisi mantıksal 1 olabilir.

Aynı anda iki çipin birden mantıksal 1 ile seçilirse, aranan adresin hangisinde olduğu bilinemeyeceğinden sistem kilitlenecektir. Tabloda görüldüğü gibi, Yüksek değerlikli adres hatlarından aynı anda bir tanesinin mantıksal 1 taşımasıyla sadece bir çip seçilebilir. Buna göre yüksek değerlikli adres hatlarından A12 mantıksal 1 diğerleri (A13, A14 ve A15) mantıksal 0 olduğunda, diğer adres hatlarına göre 1000H-1FFFH adresler arası seçilmiş olur ve bellek haritasına göre bu adresleri RAM 1 kullanmaktadır.



Şekil - Adres kod çözücüsüz doğrudan bellek adreslemesi

Diğer adres hatlarına konulan bitler bu adresler arasını temsil eder. Üçüncü olarak A14 adres hattının 1 olmasıyla 4000H-4FFFH adresler arası seçilir ve bu

adresi G/Ç çipi kullanmaktadır. Dördüncü durumda A15 adres hattı mantıksal 1 olduğunda 8000H - 8FFFH adresler arası seçilir ve bu alanı ROM çipi kullanmaktadır.

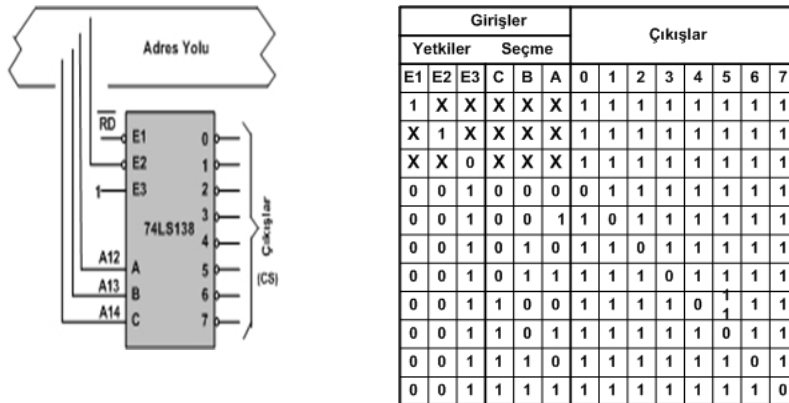
Meselâ, bu tip bir oluşumda 1012H adresinden bir veri okumak için 000100000010010B bilgisi 16-bitlik adres yoluna konulur. Burada 12. adres biti 1. RAM çipini işaret ederken diğerleri gerçek adres alanını gösterir. Bu sırada işlemciden R/W ile mantıksal 1 gönderilerek veri yoluna alınır.

Adres kod-çözücüsüz bu sistemdeki problem, yukarıda kullanılan adres bloklarının (bellek haritası) dışında kalan boşluklara sistem tarafından erişilememesidir. Eğer kullanılmayan alanların bulunduğu adreslerden birisi seçildiğinde, aynı anda iki veya daha fazla çip seçilebilir.

Bu adresleme tekniği küçük mikrobilgisayarlar için geçerli olabilir fakat, büyük bellek kapasitesi isteyen sistemler, için için yetersiz kalabilir.

Büyük sistemler için bazı adres kod-çözme formları gereklidir. Bu tekniklerde mantık kapıları veya adres kod-çözücü çipleri birkaç yüksek değerlikli adres hatlarını deşifre ederek birçok bellek çiplerinin seçilmesinde kullanılır. Şekilde ilk kullanılan adres kod-çözücülerinden 74LS138 ve işlev tablosu görülmektedir.

Adres kod-çözücüdeki E1, E2 ve E3 girişleri kod-çözücü çipin yetkilendirilmesinde kullanılırken A, B ve C girişleri bellek çiplerinin seçiminde kullanılmaktadır. 74LS138, 3'ten 8'e adres kod-çözücü çipinin doğruluk tablosuda görüldüğü gibi E1 ve E2 uçlarındaki sinyalin mantıksal 1 olması çiplerin seçilmesini engeller.



Şekil - Adres hattının adres çözücünde kullanımı ve doğruluk tablosu

Yetkilendirme girişleri uygun düzeyde tutulduktan sonra A, B ve C girişlerindeki sinyal değişimleri adres kod-çözücü çıkışlarından aynı anda sadece birisinin mantıksal 0 çıkmasını sağlar. Bu 0 değeri, bulunduğu hatta bağlı olan bellek çipinin seçilmesini mümkün kılar.

Dört adet 4K'lık EPROM'un kullanıldığı bir sistemde 16K'lık bellek alanında bir adresin seçilmesi için üç girişli ve sekiz çıkışlı bir adres kod-çözücü kullanmak yeterlidir.



16-bit adres yolunda $2^{(16-2)}=2^{14}=16384$ bellek alanının hepsini kullanmak için 4 adet 16K'lık bellek çipi kullanmak gereklidir.