

Bilgisayar Mimarisi Lisans: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.tr>

5 Doğrudan Bellek Erişimi (Direct Memory Access -DMA)

DMA yöntemi, G/Ç birimleri ile bellek arasında yoğun (büyük bloklar halinde) veri aktarımı yapmak için kullanılır.

Örneğin: disk, grafik kartları, ses kartları, ağ kartları ile bellek arası aktarım DMA yöntemi aşağıdaki işlemler için de kullanılır.

Çok çekirdekli/işlemcili sistemlerde işlemciler arası veri aktarımı için Aynı sistem içinde bellekten belleğe veri aktarma için

Hatırlatma: **Yoklamalı ve kesmeli** çalışmada veri aktarımını MİB (program) yapmaktadır ve aktarılan tüm veriler MİB üzerinden geçmektedir.

Bu yöntemlerde MİB G/Ç birimini (veya belleği) programla okur ve veriyi belleğe (veya G/Ç birimine) yazar.

DMA yönteminde sistemde doğrudan bellek erişimi denetçisi (DMA Controller - DMAC) bulunur. DMAC, MİB gibi davranarak bellek adresleme işlemlerini yürütebilir.

MİB, DMAC'ı koşullayarak (programlayarak) tüm giriş çıkış işlemlerini ona havale eder. Gerek olduğunda DMAC sistem yolunu alarak veri aktarımını yapar. G/Ç birimi ile bellek arasındaki veri aktarımı MİB üzerinden geçmez

DMA aktarım yaparken MİB bellek gerektirmeyen iç işlemleri yürütebilir.

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.1

Bilgisayar Mimarisi

5.1 Genel Bakış

Veri aktarımı gerekli olduğunda G/Ç birimi, denetçiyi (DMAC) uyarır. DMAC, sistem yolunu kullanmak için MİB'e istekte bulunur (BR). MİB o anda devam eden yol çevrimini tamamlar (komutu değil), kendini sistem yolundan yalıtır ve BG çıkışı etkin yaparak DMAC'a yanıt verir.

Artık bellek erişimi için gerekli olan tüm işaretleri üretmek ve veri aktarımını gerçekleştirmek DMAC'ın sorumluluğundadır.

MİB kendi iç işlerine devam edebilir.

Veriler MİB üzerinden geçmez ancak sistem yolu meşguldür.

Açık (explicit) DMA G/Ç birimi sistem yoluna bağlı değildir.

Örtülü (implicit) DMA G/Ç birimi sistem yoluna bağlıdır.

BR: Bus Request
BG: Bus Grant

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.2

Bilgisayar Mimarisi

5.2 DMAC (DMA Controller) tipleri:

a) **Açık DMA (Flow-through, Explicit):** Bellek ile G/Ç arabirimi arasında aktarılan veriler DMAC üzerinden geçer.

Önce DMAC veriyi G/Ç arabiriminden (ya da bellekten) okur ve belleğe (ya da G/Ç arabirimine) yazar.

b) **Örtülü DMA (Fly-by, Implicit):** Aktarılan veriler DMAC üzerinden geçmez.

DMAC yol kullanım hakkını alıncaya kadar kaynak (veya varış adresini) ve denetim işaretlerini (R/W, VMA, vb.) çıkarır.

DMAC, bellek ve G/Ç arabirimi aynı anda etkin yapar.

Veri aktarımı bellek ile G/Ç arabirimi arasında doğrudan yapılır. Veri kaynaktan okunup varışa bir saat çevriminde yazılır.

Bu nedenle örtülü DMA yönteminde veriler açık DMA yöntemine göre daha kısa sürede aktarılabilir.

Ancak bu yöntemde aktarım sırasında yolda sadece tek bir adres bilgisi olduğundan bellekten belleğe (iki farklı adres arasında) aktarım yapmak mümkün değildir.

Örtülü DMA yönteminde sadece bellek ile G/Ç arabirimleri arasında aktarım yapılabilir.

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.3

Bilgisayar Mimarisi

5.3 DMA Aktarım Kipleri (DMA Transfer Modes):

a) **Blok aktarımı (Burst mode):** DMAC yolu aldıktan sonra daha önceden belirlenmiş olan blok boyu kadar veri aktarır ve bu sürede yolu elinde tutar.

Blok aktarımı birince yol MİB'e verilir.

Blok boyu MİB (program) tarafından DMAC koşullanırken belirlenir.

MİB uzun süre sistem yolundan yalıtılmış durumda kalabilir.

Bu aktarım şekli program veya veri dosyalarının yüklenmesinde kullanılabilir, çünkü MİB işlemlerini sürdürebilmek için zaten bu dosyalara gerek duyacaktır.

b) **Çevrim çalma (Cycle stealing):** DMAC yolu ister ve bir sözcük aktarır yolu MİB'e geri verir.

DMAC tüm veri aktarılınca kadar her sözcük için yeniden istekte bulunur.

Bu yöntem MİB'in uzun süre etkisiz kalmaması gereken durumlar için uygundur.

Hatırlatma: MİB, komut alma, operand alma ve eğer gerekli ise operand yazma çevrimlerinde belleğe erişir.

Bunun dışındaki komut çözme çevriminde ve iç saklayıcılar üzerindeki hesaplamalar sırasında MİB belleğe erişmez.

Bu çevrimlerde DMAC aktarım yaparken MİB de kendi işine devam edebilir.

Bu kipte veriler blok aktarıma göre daha uzun sürede aktarılır.

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.4

Bilgisayar Mimarisi

DMA Aktarım Kipleri (devamı) :

c) **Sayıdan aktarım (Transparent mode, Hidden DMA):** DMAC sistem yoluna sadece MİB tarafından kullanılmadığı zamanlarda erişir.

DMAC veya ek bir donanım birimi sürekli sistem yolunu ve MİB'in yürüttüğü komutları gözler.

MİB, sistem yolunu belli sayıda saat çevrimi süresince kullanmayan bir komut yürütüyorsa DMAC bunu sezer ve bu sürelerde sistem yoluna erişerek aktarımı gerçekleştirir.

Bu yöntemde MİB yoldan yalıtılarak yavaşlatılmaz.

Veri aktarımı diğer kiplere göre daha uzun sürebilir.

Bu yöntemin maliyeti yüksektir, çünkü MİB'in yürüttüğü komutları gözleyip yorumlayabilecek ek bir donanıma gerek vardır.

Blok aktarma ve çevrim çalma en yaygın kullanılan yöntemlerdir.

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.5

Bilgisayar Mimarisi

5.4 Örnek Bir MİB-DMAC Bağlantısı:

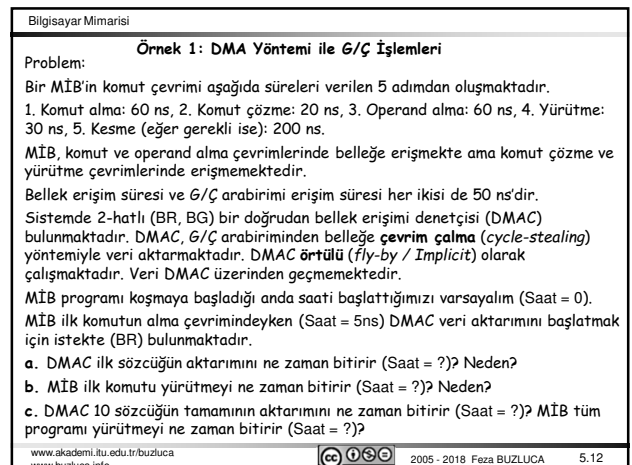
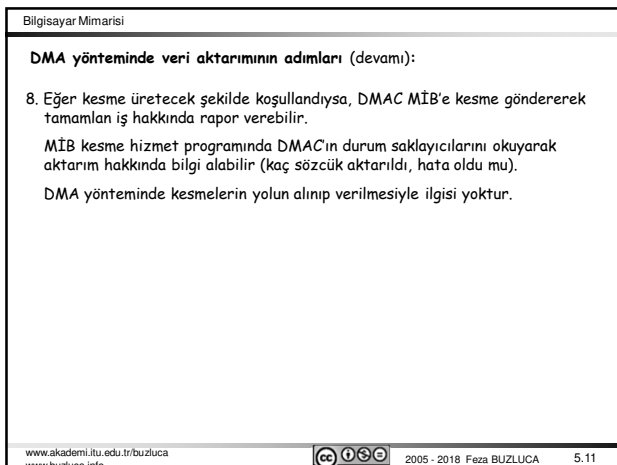
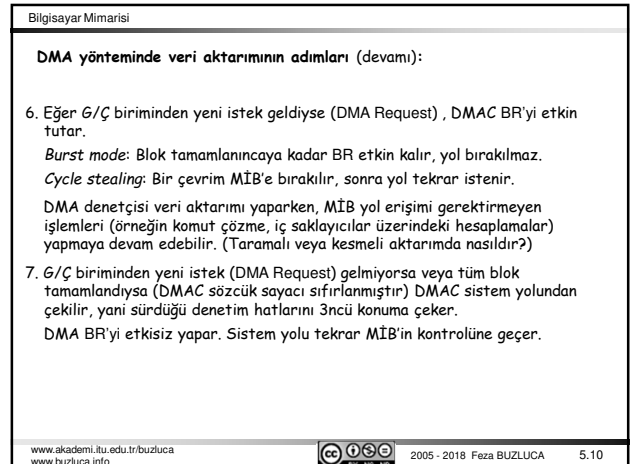
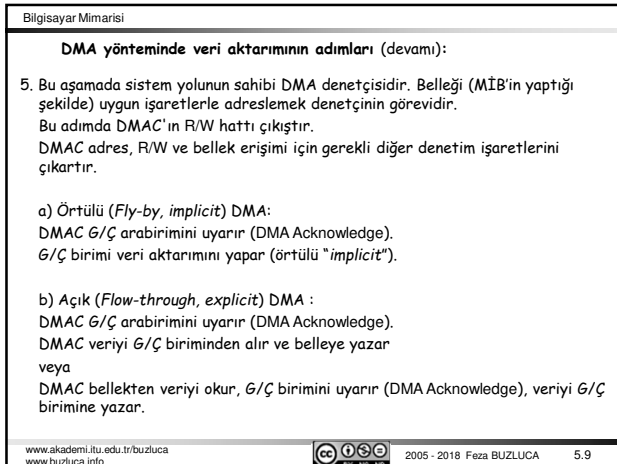
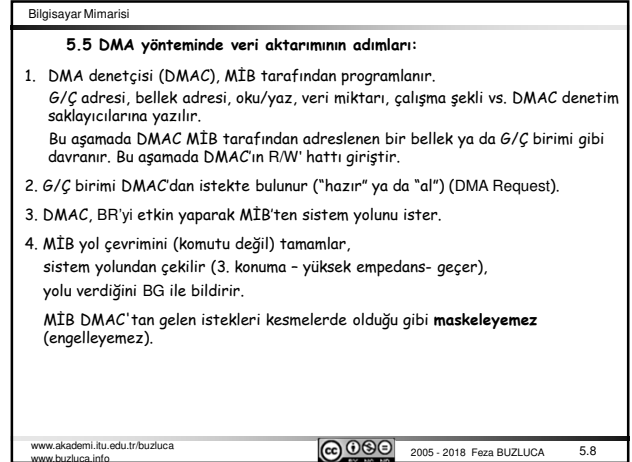
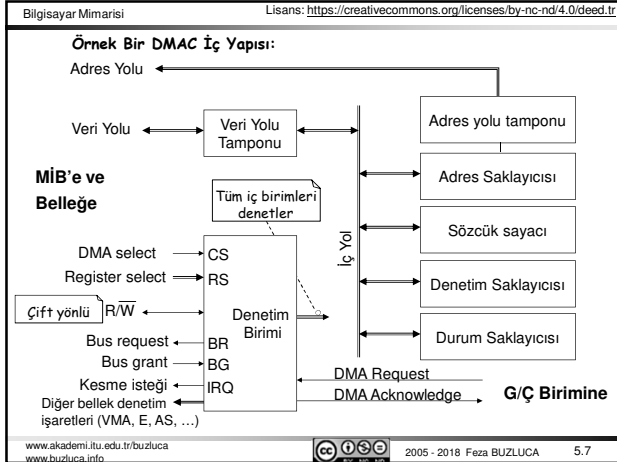
İletişim başlamadan önce DMAC MİB tarafından programlanır (ilgili saklayıcılarına gerekli bilgiler yüklenir).

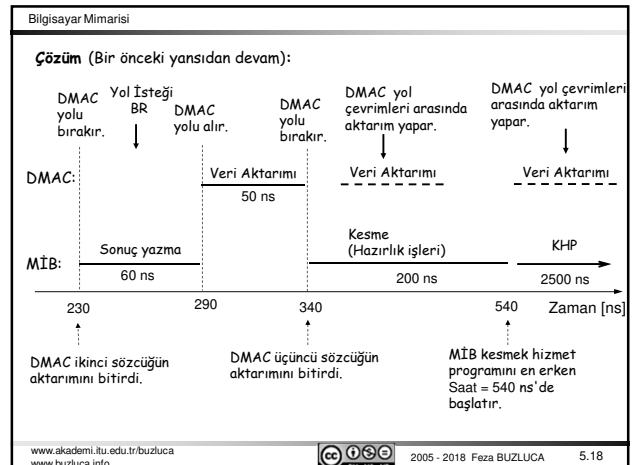
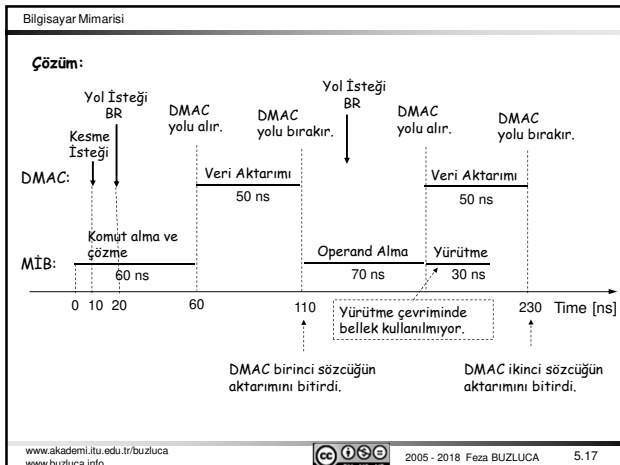
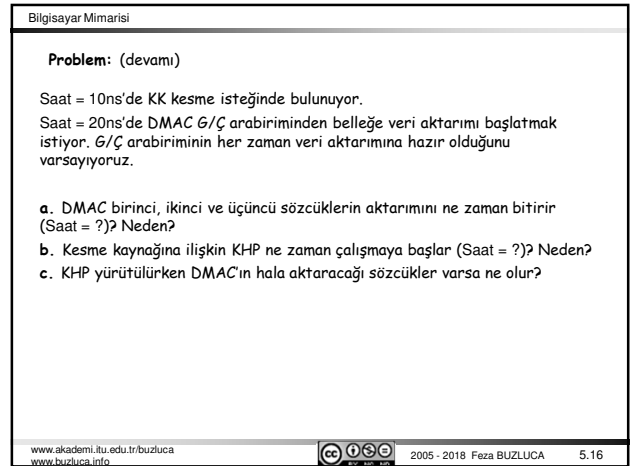
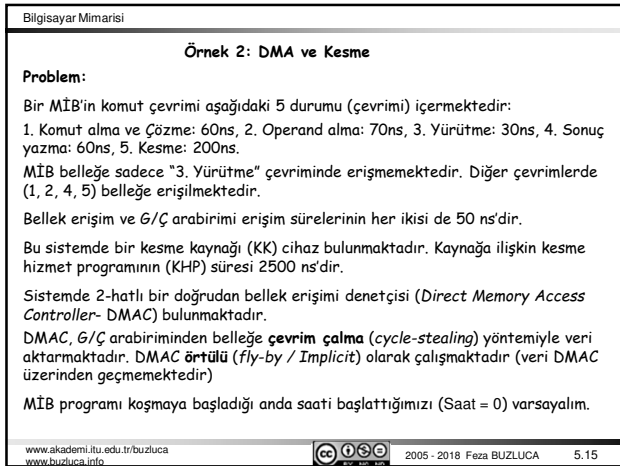
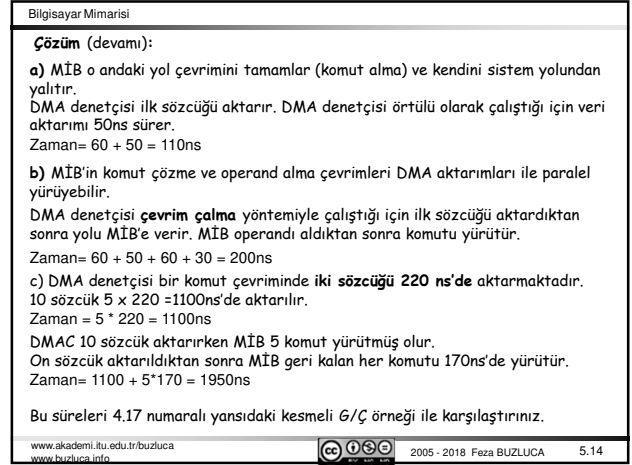
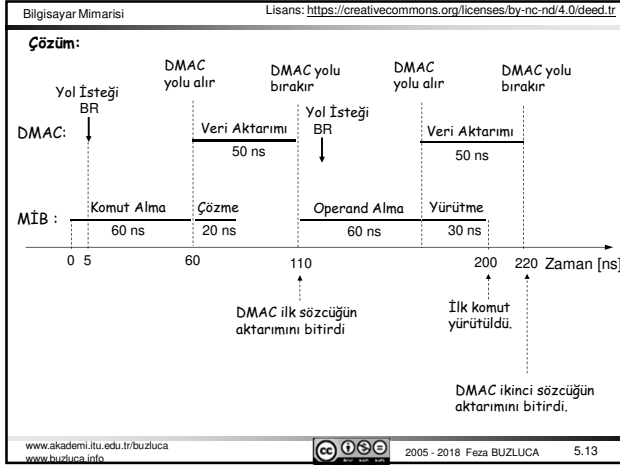
Bu aşamada DMAC sistemde bir bellek ya da G/Ç birimi gibi davranır.

DMAC sistem yolunu aldıktan sonra belleği adresler (MİB gibi davranır).

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.6





Bilgisayar Mimarisi License: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Çözüm (devamı):

Hatırlatma: MİB kesme isteklerini komut tamamlandıktan sonra değerlendirir. Eğer kesme isteği varsa ve kesmelere izin verildiyse MİB Kesme çevrimine girer. Kesme çevriminde birçok yol çevrimi (bellek erişimi) oluşur: vektör numarası okunur, geri dönüş adresi ve durum bilgisi yüküne yazılır. Eğer DMA denetçisinin aktaracak verisi varsa bu yol çevrimlerinin arasında aktarım yapar.

b. MİB kesme hizmet programını en erken Saat = 540 ns'de başlatılabilir.

c. KHP de komutlardan oluşan bir programdır. Bu nedenle DMAC, KHP çalışırken de veri aktarımına devam edebilir.

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.19

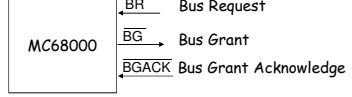
Bilgisayar Mimarisi

5.6 Üç Hatlı Doğrudan Bellek Erişimi

Önceki bölümde anlatılan iki hatlı (BR, BG) DMA erişiminden farklı olarak üç hat ile çalışan merkezi işlem birimleri ve DMA denetçileri de vardır. Birden fazla denetçinin bulunduğu sistemler için uygundur.

Örnek MC68000:

MC68000'in DMA hatları üç hatlı olarak hazırlanmıştır.



MC68000'in DMAC ile çalışmasının adımları:

- DMAC BR'yi etkin yaparak yolu ister.
- 68000 hemen BG'yi etkin yapar.

Bu işlemcinin yol çevrimini bitirdiği ve yolu verdiği anlamına gelmez. Yolu vermeye hazır olduğunu, bir sonraki yol sahibinin belirlenebileceğini belirtir. Sistemde birden fazla DMAC olabilir. Yolu kullanım hakkını kimin alacağını belirlemek gerekir (öncelikler). Ek bir donanım birimi (yol hakemi) yolun bir sonraki sahibini belirler.

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.20

Bilgisayar Mimarisi

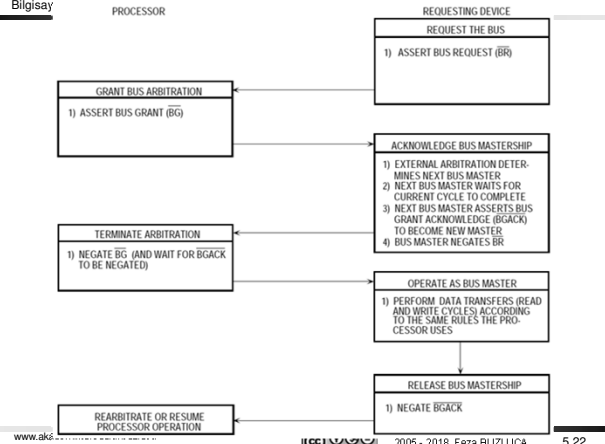
MC68000'in DMAC ile çalışmasının adımları (devamı):

- Eğer birden fazla DMAC varsa yol hakemi (*bus arbiter*) bir sonraki yol sahibini belirler. İşlemciden gelen BG işaretini alan bir sonraki yol sahibi o andaki yol çevrimini bitmesini bekler (AS, DTACK ve BGACK etkisiz olmalıdır). AS'nin etkisiz olması bir önceki yol sahibinin yol çevrimini tamamladığını gösterir. (AS etkinken yol çevrimi bölünüp yol başka bir birime verilemez) DTACK'in etkisiz olması MİB'in veya G/Ç birimlerinin yolu kullanmadığını gösterir. BGACK etkisiz olması yolun bir önceki sahibinin yolu bıraktığını gösterir.
- Yolun sahibi BGACK işaretini etkin yapar ve yolu kullandığı sürece bu konumda tutar. BR etkisiz yapılır, böylece sıradaki birim istekte bulunabilir.
- Veri aktarımı tamamlandıkça BGACK etkisiz yapılır. BGACK girişi etkin olduğu sürece 68000 yol erişimi yapamaz.

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.21

Bilgisayar



PROCESSOR

REQUESTING DEVICE

GRANT BUS ARBITRATION

1) ASSERT BUS GRANT (BG)

ACKNOWLEDGE BUS MASTERSHIP

1) EXTERNAL ARBITRATION DETERMINES NEXT BUS MASTER
2) NEXT BUS MASTER WAITS FOR CURRENT CYCLE TO COMPLETE
3) NEXT BUS MASTER ASSERTS BUS GRANT ACKNOWLEDGE (BGACK) TO BECOME NEW MASTER
4) BUS MASTER NEGATES BR

TERMINATE ARBITRATION

1) NEGATE BR (AND WAIT FOR BGACK TO BE NEGATED)

OPERATE AS BUS MASTER

1) PERFORM DATA TRANSFERS (READ AND WRITE CYCLES) ACCORDING TO THE SAME ROLES THE PROCESSOR USES

RELEASE BUS MASTERSHIP

1) NEGATE BGACK

REARBITRATE OR RESUME PROCESSOR OPERATION

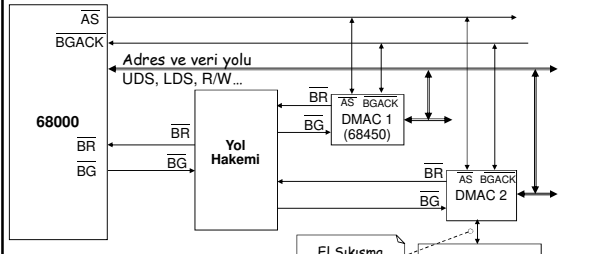
www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.22

Bilgisayar Mimarisi

Yol Hakemi (Bus Arbiter)

Sadece bir MİB ve bir DMA denetçisi olan sistemlerde sistem yolunun kullanılmasında DMA denetçisinin önceliği vardır. Sistem yolunu kullanan birden fazla yol denetçisinin olduğu durumlarda bir yol hakemine (*bus arbiter*) gerek vardır.



68000 uyumlu DMA denetçileri: MC68450 (4 kanallı), MC68440 (2 kanallı)

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.23

Bilgisayar Mimarisi

Sistem Çalması:

DMA denetçisi üç hatlı (BGACK) yapıyı kullanıyorsa (örneğin MC68450)

- DMA denetçisi isteğini yol hakemine BR ile iletir.
- Yol hakemi isteği 68000'e (BR) iletir.
- Yol hakemi 68000'den gelen kabul işaretini (BG) istekte bulunan en yüksek öncelikli DMA denetçisine iletir.
- BG onayını alan DMA denetçisi AS ve BGACK işaretlerini gözleyerek bir önceki yol çevriminin tamamlanmasını ve yolun önceki sahibinin yolu bırakmasını bekler. AS bir önceki yol çevriminin bitip bitmediğini, BGACK ise bir önceki yol sahibinin yolu bırakıp bırakmadığını gösterir.
- DMA denetçisi yolu aldıktan sonra BGACK işaretini kendisi etkin yaparak yolu ele geçirdiğini 68000'e ve diğer DMA denetçilerine bildirir. Yolu ele geçiren DMA denetçisi BR çıkışı etkisiz yaparak başka denetçilerin istekte bulunmasına olanak sağlar. Ancak aktarımı bitene kadar BGACK işaretini etkin tuttuğu için yol denetimi kendisinde kalır. Bundan sonra sistem yolunun sahibi DMA denetçisidir ve tüm bellek erişim işlerini yapmak (adresleme, AS, UDS, LDS, VMA, R/W ...) onun sorumluluğundadır.
- Tüm DMA denetçileri aktarımlarını tamamladıklarında 68000'in BGACK girişi etkisiz olur. Bu durumda 68000 tekrar sistem yolunu kullanmaya başlar.

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.24

Bilgisayar Mimarisi License: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

İki hat kullanan (BR,BG) Denetçilerin 68000'e bağlanması:
Yol denetimi için sadece iki hat kullanan (BR, BG) ve BGACK işlevlerine sahip olmayan DMA denetçilerin 68000 mikroişlemcisine bağlanması durumunda BGACK ile ilgili işlemler yol hakemi tarafından yerine getirilmelidir.

6800 uyumlu DMA denetçisi: 6844

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.25

Bilgisayar Mimarisi

Sistemin çalışması:

DMA denetçisi sadece iki hat kullanıyorsa

1. DMA denetçisi isteğini (BR) yol hakemine iletir.
2. Yol hakemi isteği 68000'e (BR) iletir.
3. 68000'den kabul işareti (BG) geldikten sonra yol hakemi AS işaretini gözleyerek bir önceki yol çevriminin tamamlanmasını ve (eğer varsa) yolun önceki sahibinin isteğinin (BR) sona ermesini bekler. Bu yöntemde BGACK işaretini yol hakemi kendi sürdüğü için bu hattı yoklamasına gerek yoktur.
4. Yol hakemi istekte bulunan en yüksek öncelikli DMA denetçisine kabul işaretini (BG) iletir.
5. Yol hakemi BGACK işaretini etkin yapar böylece yolun bir DMA denetçisi tarafından alındığını 68000'e bildirir.
6. Bu tür DMA denetçileri iletişim sürdüğü sürece istek çıkışlarını (BR) etkin tutarlar.
7. İletişim işi sona eren DMA denetçisi istek çıkışını (BR) etkisiz yapar. Eğer başka bir denetçiden gelen istek yoksa yol hakemi BGACK işaretini etkin yapar 68000'in yolu almasını sağlar.

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.26

Bilgisayar Mimarisi

5.7 G/Ç İşlemcisi (I/O Processor)

G/Ç işlemcileri; MİB, DMAC ve G/Ç arabirimlerinin bir araya gelmesiyle oluşmuşlardır. Bazı G/Ç işlemcileri yerel belleğe de sahiptirler. Giriş çıkış işlemleri için özelleşmiş (özel komutlar) komut kümesine sahiptirler. MİB, G/Ç işlemcisini G/Ç ile ilgili bir programı çalıştırmak üzere koşullar. G/Ç işlemcisi kendisine atanan programın komutlarını alırken ve yürütürken DMA yöntemini kullanır. Bu birimler veri aktarımı yanında, format dönüştürme, şifreleme, şifre çözme, hata düzeltme gibi işlemleri de yaparlar.

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.27

Bilgisayar Mimarisi

5.8 Bölünemez Yol Çevrimi (Indivisible Bus Cycle)

Semafor işlemlerini gerçekleştirmek için bölünemeyen tek bir yol çevriminde çalışan **Test-And-Set (TAS)** komutu kullanılır.

Tek bir komut ve tek bir yol çevrimi içinde

- bellek okunur,
- veri test edilir (sıfır ile karşılaştırılır),
- değiştirilir ve
- belleğe geri yazılır.

TAS komutu ve bu komutun kullandığı oku-değiştir-yaz (read-modify-write) yol çevrimi iki nedenden dolayı bölünemez.

- Üç işlem (oku/test, değiştir, yaz) tek bir komutla yapıldığından bu işlemler kesme istekleri ile bölünemez (Kesme istekleri komutları bölemez).
- Tüm yol çevrimi boyunca AS (address strobe) etkin durumdadır. DMA denetçileri (DMAC) ve diğer işlemciler bu yol çevrimini bölemezler ve belleğe erişemezler.

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.28

Bilgisayar Mimarisi

Örnek: MC68000 tabanlı sistemlerde oku-değiştir-yaz (read-modify-write) yol çevrimi

Oku-değiştir-yaz (read-modify-write) yol çevrimi zamanlama diyagramı: (TAS "Test and set" komutunda kullanılır)

Read-Modify-Write Cycle Timing Diagram

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.29

Bilgisayar Mimarisi Lisans: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.tr>

TAS Test and set an operand

Yazım: TAS <ea>

İşlem: [CCR] ← tested([operand]); [destination(7)] ← 1

Operandı test eder: Verinin değerine göre Z ve N bayraklarını etkiler. Operandin en yüksek anlamlı bitini 1'ler. Bu işlemler bölünemez. Semafor işlemleri için kullanılır.

Örnek1: TAS komutu olmadan kritik bölge denetimi (sakıncalı !)

TEST	TST.B	BAYRAK	(Bölünebilir)
KRITİK	BMI	TEST	Negatif mi (MSB=1?) Semafor kapatılıyor Kritik bölge
	OR.B	#\$80,BAYRAK	
SON	CLR.B	BAYRAK	Semafor açılıyor

Örnek2: TAS komutu ile kritik bölge denetimi (doğru)

TEST	TAS	BAYRAK	Semafor test ediliyor ve gerekirse kilitleiyor
KRITİK	BMI	TEST	Kritik bölge
	SON	CLR.B	

www.akademi.itu.edu.tr/buzluca
www.buzluca.info

2005 - 2018 Feza BUZLUCA 5.30