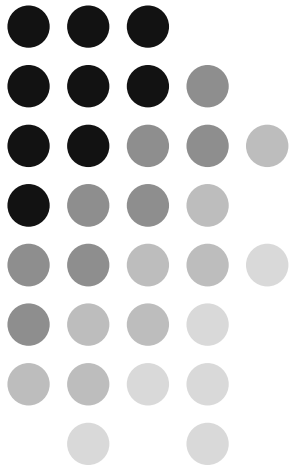
معماری کامپیوتر

سازمان ورودی – خروجی



فصل یازدهم کتاب موریس مانو

محمدعلی شفیعیان

http://shafieian-education.ir

بهار ۹۸

دستگاه های ورودی و خروجی

- دستگاه های جانبی و یا دستگاههای ورودی و خروجی وسیله ارتباط کامپیوتر با دنیای خارج می باشد و وظیفه آن ارسال داده به کامپیوتر جهت پردازش و نمایش نتایج نهایی برای کاربراست، مانند : صفحه کلید، موس، مانیتور، دیسکهای نرم و سخت، چاپگر و ....

مدارات واسط

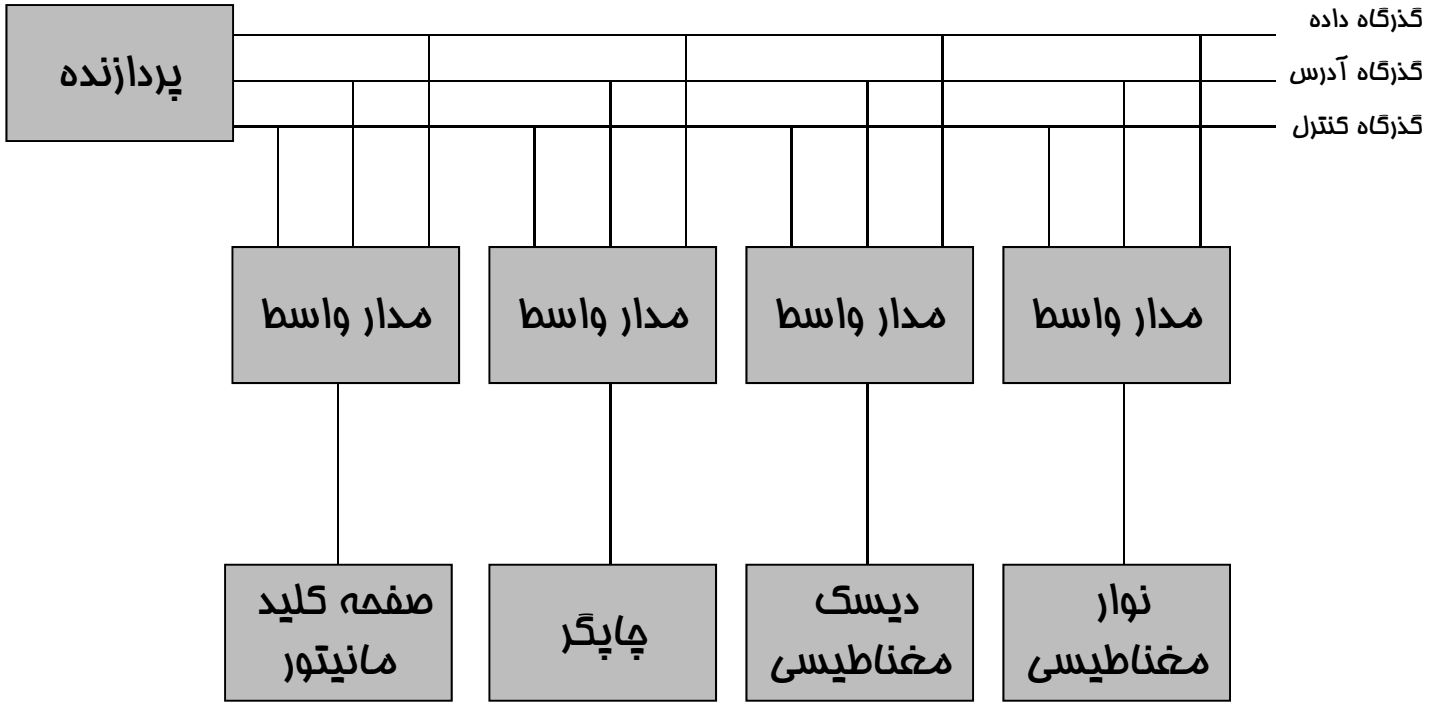
- مهمترین تفاوتهای بین دستگاه های ورودی و خروجی و کامپیوتر:

کامپیوتر	دستگاه های جانبی
الکترونیکی	الکترومکانیکی و الکترومغناطیسی
سرعت انتقال بالا	سرعت انتقال پایین
فرمت و کد مختص معماری	فرمت و کد مختص سخت افزار جانبی
طرز کار متناسب با معماری	شیوه کار متفاوت برای هر سخت افزار جانبی

- مدارات واسط پل ارتباطی بین دستگاه های ورودی و خروجی و کامپیوتر می باشند تا این تفاوتها را از بین ببرند.

گذرگاه I/O

- برای انتقال اطلاعات بین CPU و واسط ها و دستگاه های جانبی نیاز به گذرگاهی است. این گذرگاه I/O است.



کنترل و انتقال اطلاعات دستگاه های I/O

- وقتی آدرسی فعال است، CPU کدهایی را بر روی خطوط کنترل (C.B.) ارسال می کند (کد تابع). واسطه ابتدا به این کد پاسخ داده و سپس آن را اجرا می کند. کد تابع در واقع همان فرمان I/O است. یک واسط ممکن است چهار نوع فرمان را دریافت کند:
- فرمان کنترلی: عملیاتی که دستگاه ورودی-خروجی را فعال یا غیر فعال می کند و مشخص می کند که چه عملی باید انجام شود، مانند جلو و عقب رفتن نوار
- فرمان وضعیتی: جهت تشخیص وضعیت مدارهای واسط و دستگاه های جانبی بکار می رود، مانند چک کردن وضعیت هایی همچون آزاد بودن دستگاه جانبی برای ارسال اطلاعات
- فرمان ورود اطلاعات: باعث می شود واسطه داده هایی را که قبلا از دستگاه جانبی دریافت کرده و در ثبات خود ذخیره کرده بر روی باس داده قرار داده شود.
- فرمان خروج اطلاعات: باعث می شود واسطه داده های روی باس داده را به ثبات خود منتقل کند.

ارتباط پردازنده با حافظه و دستگاه های I/O

- پردازنده علاوه بر ارتباط با I/O باید با حافظه نیز ارتباط برقرار کند، پس به گذرگاه حافظه نیاز داریم. گذرگاه I/O و گذرگاه حافظه به سه حالت می توانند در کنار یکدیگر قرار گیرند.
  - گذرگاه های مجزای برای حافظه و برای دستگاه های جانبی

- گذرگاه نیمه مشترک: گذرگاه حافظه و دستگاه جانبی هر دو یکی است، ابتدا پردازنده مشخص می کند با حافظه می خواهد کار کند یا دستگاه جانبی. سپس تبادل اطلاعات انجام می شود. در این حالت، خطوط A.B. و D.B. برای هر دو مشترک اما C.B. مجزاست.

- گذرگاه مشترک : دستورات تعیین کننده هستند، که پردازنده قصد ارتباط با حافظه را دارد و یا دستگاههای ورودی و خروجی

وضعیت گذرگاه I/O و گذرگاه حافظه

- از گذرگاه مجزا معمولا زمانی استفاده می شود که برای پردازش I/O از یک پردازنده مجزا یا IOP (Input-Output Processor) استفاده می شود که در این حالت گذرگاه I/O به IOP و گذرگاه حافظه به CPU وصل است.

- در گذرگاه نیمه مشترک، وقتی CPU آدرسی را روی A.B. قرار می دهد از طریق خطوط کنترلی مشخص می کند که آدرس مربوط به حافظه است یا I/O .

- در گذرگاه کاملا مشترک، دستگاه های جانبی مانند بخشی از حافظه تلقی می شوند.

تبادل (انتقال) اطلاعات

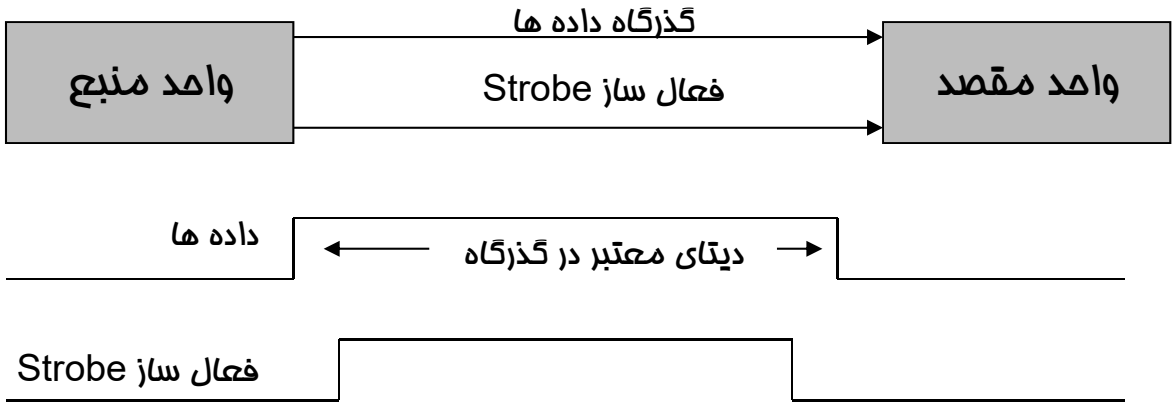
- برای همگام سازی عملیات داخل یک کامپیوتر از یک واحد تولید کننده پالس ساعت (CP) استفاده می شود :
- **انتقال سنکرون(همگام)**
- انتقال اطلاعات بین مداراتی که هر دو از پالس ساعت یکسانی استفاده می کنند، مانند اجزای درونی کامپیوتر، مانند حافظه. در اکثر حالات چنین وضعیتی امکان پذیر نیست و هر واحد CP مخصوص به خود را دارد.

- **انتقال آسنکرون(ناهمگام)**
- انتقال اطلاعات بین مداراتی می باشد که هر کدام از پالس ساعت مجزا استفاده می نمایند. در این حالت لازم است که سیگنالهایی بین دو واحد مبادله شوند تا زمان ارسال داده مشخص شود :
  - استفاده از پالس کنترلی Strobe
  - استفاده از روش دست تکانی (Handshaking)

تبادل داده با سیگنال کنترلی Strobe

- در این روش، تنها یک سیگنالی کنترلی به نام Strobe برای تبادل داده لازم است که این سیگنال ممکن است از طرف مبدا یا مقصد فعال شود.

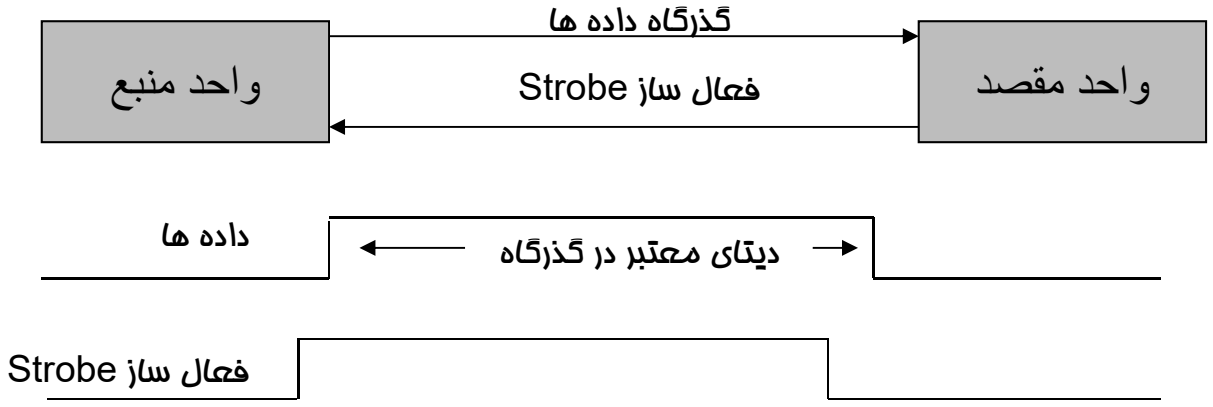
الف) فعال شونده توسط مبدأ: زمانی فعال می شود که داده بر روی خطوط انتقالی باشد



انتقال اطلاعات با فعال نمودن سیگنال Strobe توسط منبع

تبادل داده با سیگنال کنترلی Strobe

ب) فعال شونده توسط مقصد : زمانی فعال می شود، که دستگاه آماده دریافت اطلاعات باشد.



انتقال اطلاعات با فعال نمودن سیگنال Strobe توسط مقصد

تبادل داده با سیگنال کنترلی Strobe

- از روش Strobe جهت انتقال داده بین CPU و حافظه یا واسطه ها استفاده می شود.

- فعال شونده توسط مبدأ مانند حالتی است که CPU می خواهد اطلاعاتی را در حافظه ثبت کند و فعال شونده توسط مقصد مانند حالتی است که CPU می خواهد اطلاعاتی رادر حافظه بخواند.

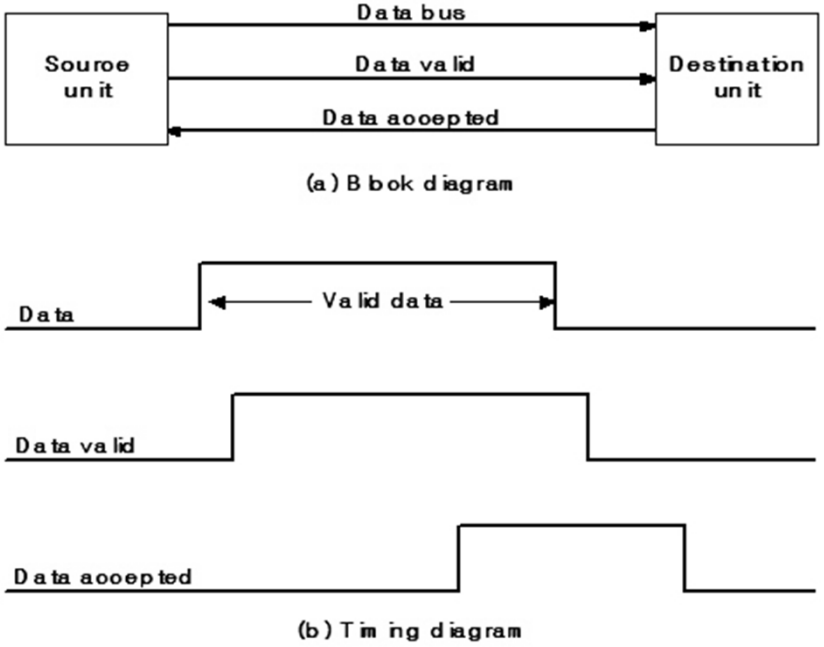
مشکلات تبادل داده با سیگنال کنترلی Strobe

- اگر از طرف مبدا باشد :
- نمی توان مطمئن بود، که دستگاه مقصد داده را دریافت کرده است.

- اگر از طرف مقصد باشد :
- نمی توان مطمئن بود که مبدا داده را به موقع روی گذرگاه قرار می دهد یا خیر

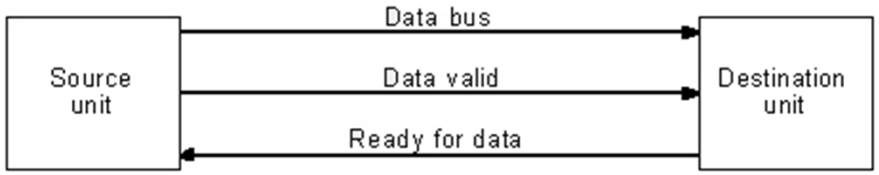
روش دست تکانی (Handshaking)

- در این روش یک سیگنال اضافی داریم.
- (الف) شروع عملیات توسط مبدا :
  - مبدا داده را بر روی گذرگاه قرار می دهد
  - یک سیگنال اعتبار داده را نیز بر روی گذرگاه قرار می دهد.
  - هنگامی که مقصد داده را دریافت کرد، یک سیگنال دریافت داده را ارسال می کند.



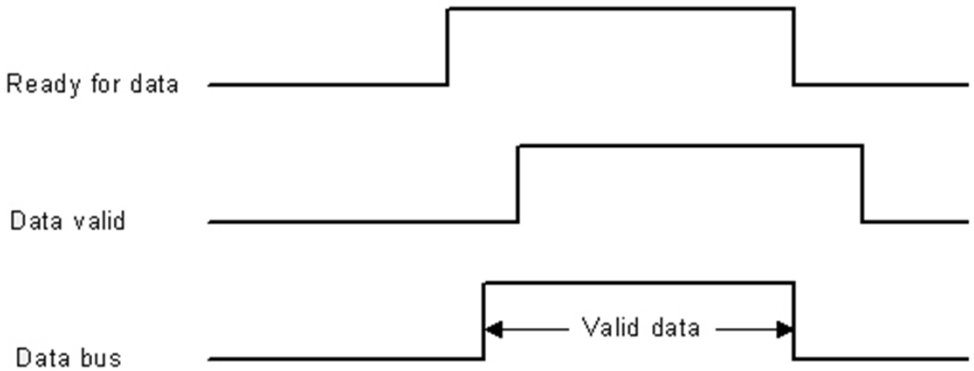
روش دست تکانی (Handshaking)

- (ب) شروع عملیات توسط مقصد :
  - مقصد سیگنال آماده برای داده را ارسال می کند.
  - مبدا داده را به همراه سیگنال اعتبار داده روی گذرگاه قرار می دهد.
  - مقصد پس از دریافت، سیگنال آماده برای داده را به نشانه دریافت داده غیر فعال می کند.



)a (Block diagram

- اگر سیگنالی به تعویق بیافتد، خطای time out داده می شود.



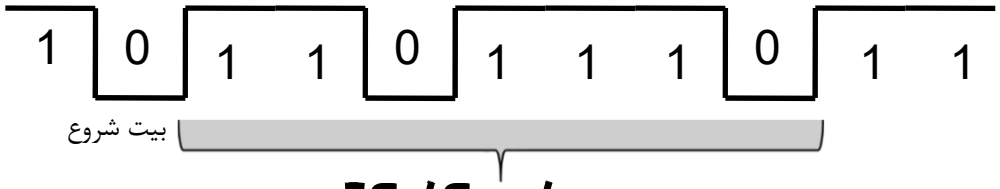
)b (Timing diagram

انتقال سریال آسنکرون(ناهمگام)

- انتقال داده به دو صورت سریال و موازی انجام می شود.
- در انتقال موازی، از n خط برای انتقال n بیت داده استفاده می شود.
- در انتقال سریال، بیت ها یکی یکی منتقل می گردند.
- انتقال سریال کندتر بوده اما قابل ارسال به فاصله های طولانی می باشد.
- انتقال موازی، سریع اما تنها در فاصله های کوتاه قابل استفاده است.

انتقال سریال آسنکرون(ناهمگام)

- موقعی که بیتی در خط ارسال نمی شود، خط در حالت ۱ قرار دارد.
- شروع ارسال یک کاراکتر همیشه توسط بیت شروع صفر تشخیص داده می شود.
- بیت های حرف همیشه به دنبال بیت شروع می آیند.
- پس از ارسال آخرین بیت کارکتر، خط ارسال به اندازه یک یا دو بیت در وضعیت یک قرار می گیرد.



مثال

- ترمینالی با سرعت ۱۰ حرف بر ثانیه اقدام به ارسال سری اطلاعات می نماید. هر حرف شامل یک بیت شروع, هفت بیت داده, یک بیت توازن و دو بیت پایانی می باشد.

- نرخ انتقال داده: تعداد بیتهای انتقالی در واحد زمان

- نرخ انتقال (Baud Rate)= ۱۰ حرف*۱۱ بیت در هر حرف=۱۱۰

- به سرعت انتقال اطلاعات سریال Baud Rate گفته می شود که مشخص کننده تعداد بیت های ارسالی در واحد ثانیه است.

شیوه های انتقال

- تبادل اطلاعات بین حافظه و دستگاه های جانبی

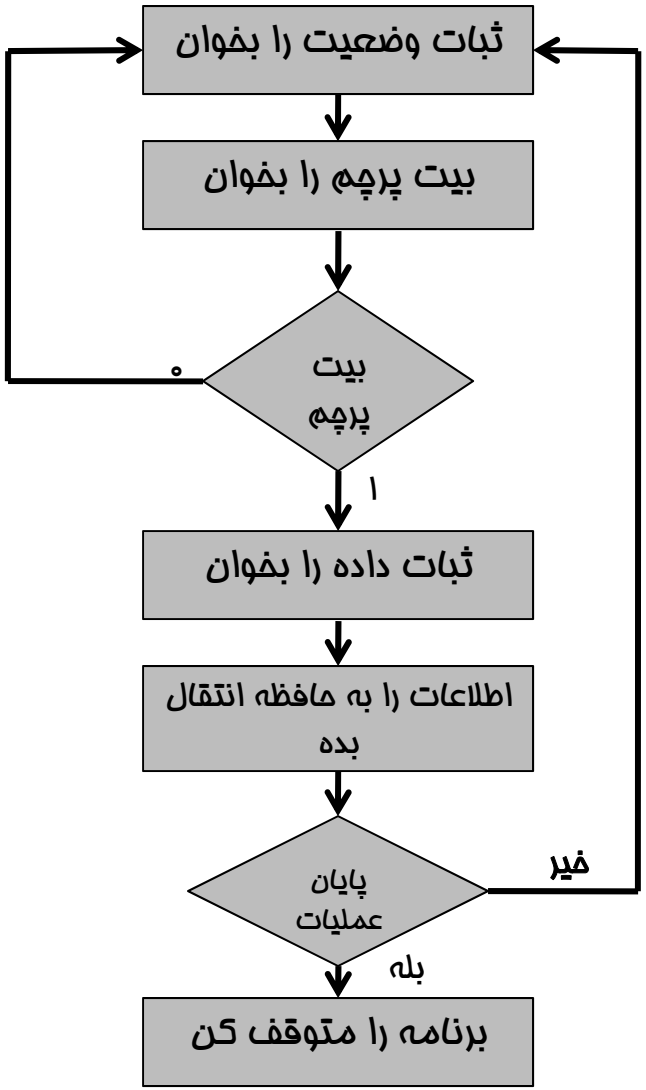
- اطلاعات از دستگاههای جانبی باید در حافظه ذخیره شود و یا از حافظه به دستگاههای جانبی انتقال یابد.

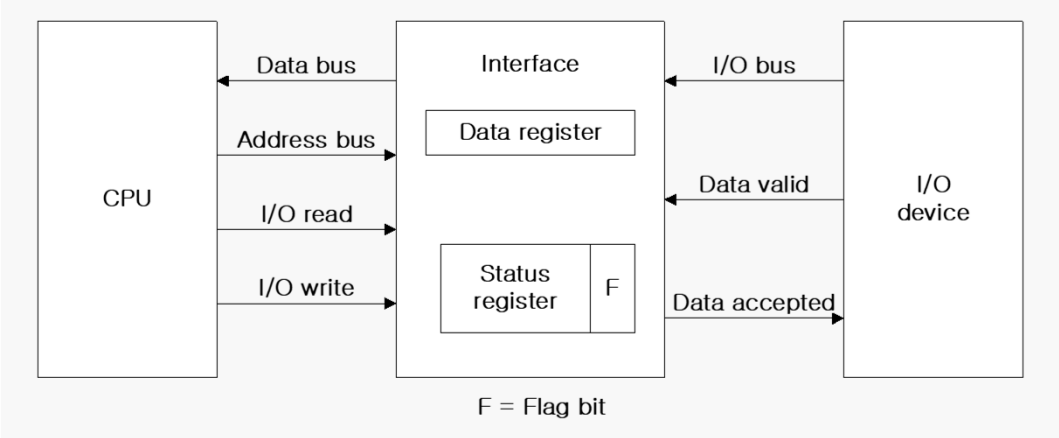
- سه روش برای انجام این کار وجود دارد:
  1. روش I/O برنامه ریزی شده (Programmed I/O)
     - انتقال از I/O به پردازنده و سپس از پردازنده به حافظه
  2. روش وقفه دهنده (interrupt)
     - هر زمان که اطلاعات حاضر بود, دستگاه به کمک وقفه به پردازنده اطلاع می دهد.
  3. روش دسترسی مستقیم به حافظه(DMA)
     - انتقال مستقیم اطلاعات بین دستگاه جانبی و حافظه

روش برنامه ریزی شده

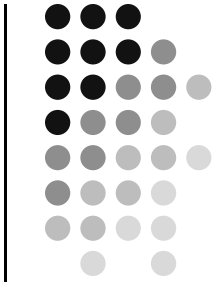
- روش برنامه ریزی شده
  - با استفاده از دستورات برنامه نویسی شده
  - انتقال از I/O به پردازنده و سپس از پردازنده به حافظه
  - دستگاه I/o داده خود را به واسط می دهد و واسط آن را به پردازنده تحویل می دهد و یا پردازنده داده را به واسط می دهد و واسط داده را برای دستگاه I/o می فرستد.
  - مراحل انتقال داده از دستگاه I/o به پردازنده:
    - دستگاه I/o داده را بر روی خط ارتباطی با واسط قرار می دهد و سیگنال اعتبار داده را فعال می کند.
    - واسط داده را دریافت کرده و در ثبات داده خود قرار می دهد و سیگنال دریافت داده را برای دستگاه ورودی/ خروجی ارسال می کند.
    - واسط ثبات وضعیت خود را تغییر می دهد تا پردازنده متوجه آماده بودن داده شود.
    - سپس پردازنده داده را از ثبات داده واسط دریافت کرده و ثبات وضعیت آن را به حالت اولیه تغییر می دهد.

انتقال اطلاعات از طریق روش برنامه ریزی شده





ثبات وضعیت یک بیت پرچم دارد که نشاندهنده آماده بودن داده است.



معایب روش I/O برنامه ریزی شده

- پردازنده بطور دائم در حال بررسی بیت پرچم می باشد.
- باعث هدر رفتن زمان پردازنده می شود.
- اگر تعداد دستگاهها زیاد باشد، انتظار هر یک از دستگاهها برای سرویس گیری زیاد می باشد.
- بین دستگاه ها و حافظه ارتباط مستقیم وجود ندارد.

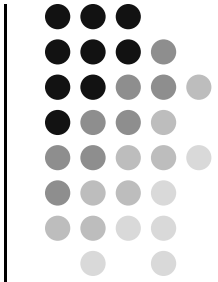
ورودی / خروجی وقفه دهنده

- در سیستم معمولی تعدادی دستگاه ورودی-خروجی به کامپیوتر متصل می باشند. هرکدام که نیاز به سرویس دهی داشته باشند پیغامی به نام وقفه را برای پردازنده ارسال می کنند.
- وقفه برای جلوگیری از هدر رفتن، وقت پردازنده است.
- اولین وظیفه یک سیستم وقفه، تشخیص دستگاه تقاضا کننده وقفه می باشد.
- درصورتیکه همزمان بیش از یک دستگاه تقاضای وقفه نموده باشد، سیستم وقفه باید تصمیم بگیرد که اول به کدامیک از آنها سرویس بدهد.
- معمولاً به دستگاه های سریع همانند دیسک اولویت بالاتری نسبت به دستگاه های کند همانند صفحه کلید تعلق می گیرد.
- انواع روش اولویت وقفه :
  - سرکشی
  - زنجیره ای
  - موازی

ورودی / خروجی وقفه دهنده

- تولید آدرس برنامه روال سرویس دهی وقفه به دو صورت انجام می شود :
  - وقفه برداری (Vectored Interrupt)
  - وقفه غیربرداری (Nonvectored Interrupt)

- در وقفه برداری، آدرس سرویس دهی وقفه توسط سخت افزار وقفه دهنده مشخص می شود، اما در وقفه غیربرداری، آدرس پرش در هنگام وقوع وقفه همواره محل ثابتی از حافظه است.



اولویت وقفه سرکشی

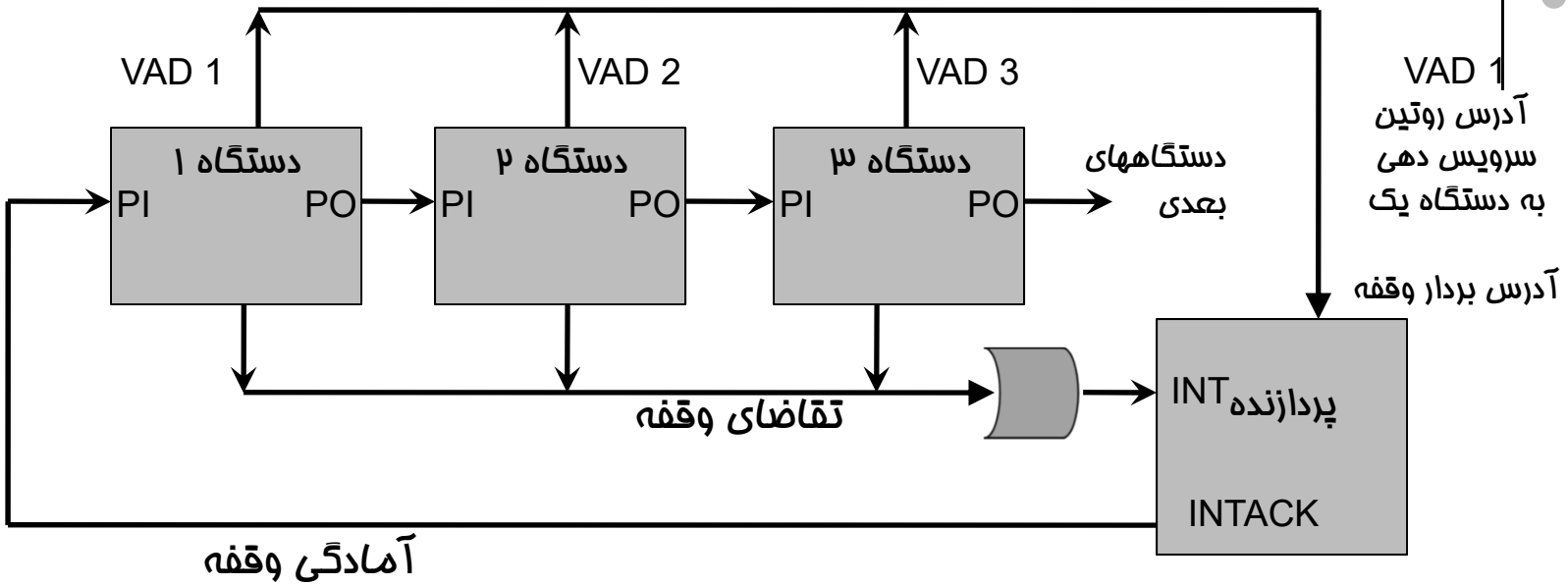
- در این روش برای تعیین اولویت سرویس دهی به دستگاه ها، پردازنده تمام دستگاهها را بررسی می کند.
- این روش در واقع همان روش نرم افزاری است.
- این روش کارایی چندانی ندارد، زیرا پردازنده مدام باید دستگاه ها را بررسی کند.
- اولویت آنها توسط پردازنده تعیین می شود.
- هر دستگاهی که اولویت وقفه بالاتری داشته باشد، زودتر بررسی می شود.

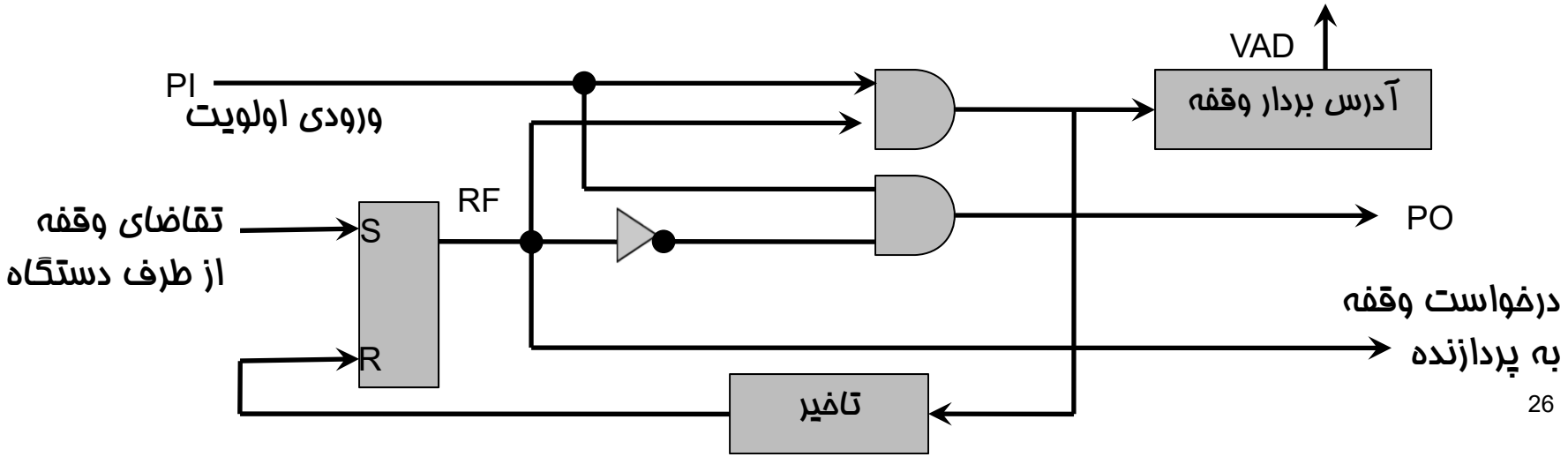
اولویت وقفه زنجیره ای

- این روش یکی از روشهای سخت افزاری است، که عیب اتلاف زمان روش سرکشی را ندارد.
- در این روش هر دستگاه یک ورودی و سه خروجی دارد.
  - یکی از خروجی ها، تقاضای وقفه است که از دستگاه به پردازنده ارسال می شود.
  - یکی دیگر از خروجی ها، آدرس روتین سرویس دهی به دستگاه است که برای پردازنده ارسال می شود و تعیین می نماید که پردازنده برای سرویس دادن به آن دستگاه باید چه دستوراتی را اجرا کند.

- پس از اینکه پردازنده تقاضای وقفه را دریافت کرد، سیگنالی را ارسال می کند تا دستگاه مربوطه، آدرس روتین سرویس دهی مربوط به خود را به پردازنده ارسال کند.
- این سیگنال ابتدا به دستگاهی ارسال می شود، که اولویت بیشتری داشته باشد.
- اگر این دستگاه درخواست وقفه نداده باشد، سیگنال دریافتی از پردازنده را به دستگاه بعدی ارسال می کند.

اولویت وقفه زنجیره ای

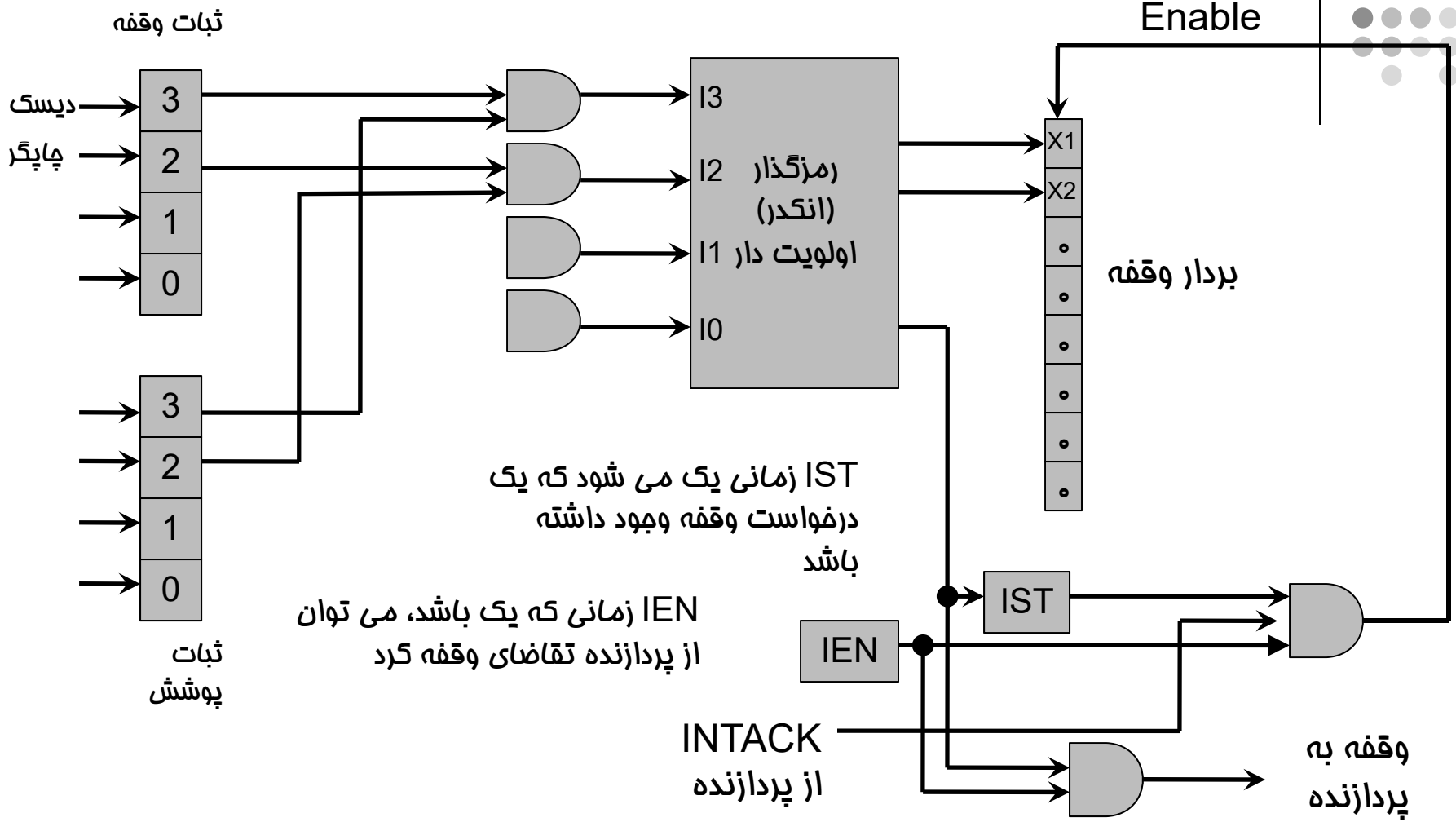




اولویت موازی

- این روش یکی از روشهای سخت افزاری است
- در این روش ثباتی به نام ثبات وقفه وجود داردکه هر بیت آن، نشاندهنده وقفه از طرف یک دستگاه جانبی می باشد.
- ثباتی به نام ثبات ماسک برای پوشش اثر هر یک از درخواست ها وجود دارد.
- بیت های این دو ثبات با هم and می شوند و به یک رمزگذار (انکدر) اولویت دار وارد می شوند. این رمز گذار، تولید آدرس برنامه وقفه را به عهده دارد.
- اگر وقفه ای وجود نداشته باشد، رمزگذار فلیپ فلاپ IST صفر می شود.
- فلیپ فلاپ IEN در صورتی که یک باشد، اجازه می دهد تا از پردازنده تقاضا وقفه شود.
- ثبات ماسک می تواند بعضی از وقفه ها را اجازه دهد و بعض دیگر را پوشش دهد.

اولویت موازی



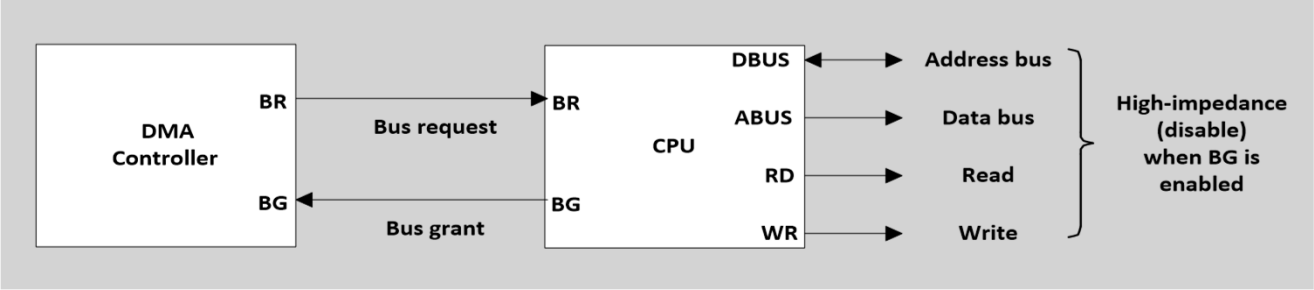
IST زمانی یک می شود که یک درخواست وقفه وجود داشته باشد

IEN زمانی که یک باشد، می توان از پردازنده تقاضای وقفه کرد

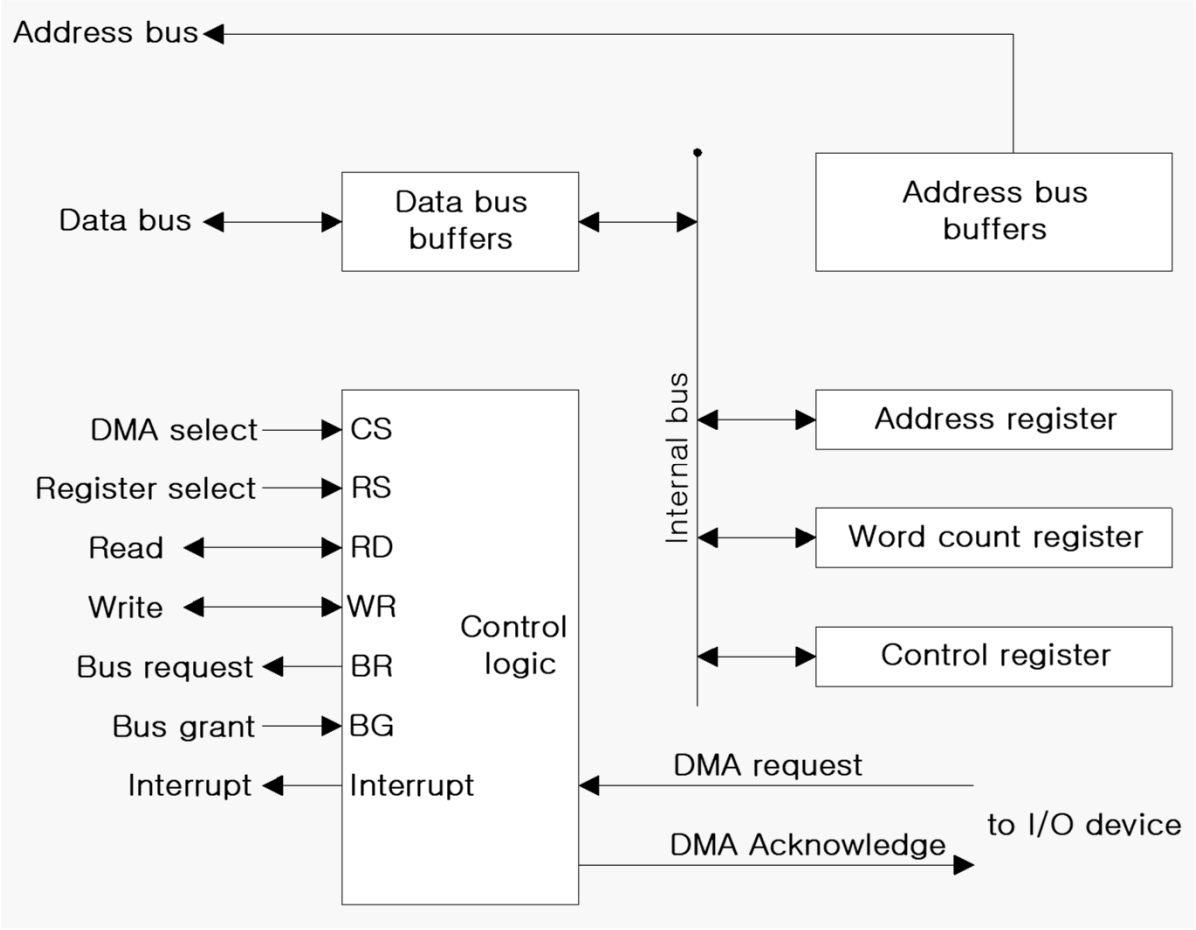
INTACK از پردازنده ارسال می شود، زمانی که تقاضای وقفه را دریافت کرد و می خواهد آن را اجرا کند. در واقع جهت ارسال بردار وقفه است.

دسترسی مستقیم به حافظه
Direct Memory Access-DMA

- یکی دیگر از روشهای انتقال اطلاعات بین دستگاه جانبی و حافظه، دسترسی مستقیم به حافظه است.
- در این صورت پردازنده به کارهای خود می پردازد و زمانش صرف انتقال اطلاعات نمی شود و می تواند به اجرای دستورات خود بپردازد.
- برای DMA یک کنترل کننده در نظر گرفته می شود تا عملیات انتقال را انجام دهد.
- مشکلی که وجود دارد، تداخل بین کنترل کننده DMA و CPU در تداخل گذرگاه داده و آدرس است.
- کنترل کننده DMA یک ورودی و یک خروجی برای دریافت گذرگاه دارد.
  - خروجی BR، کنترل کننده با فعال نمودن این سیگنال از پردازنده تقاضای گذرگاه می کند.
  - ورودی BG، در صورتی که پردازنده بخواهد گذرگاه را به کنترل کننده اختصاص دهد، این سیگنال را فعال می کند و گذرگاه را به کنترل کننده اختصاص می دهد.



کنترل کننده DMA



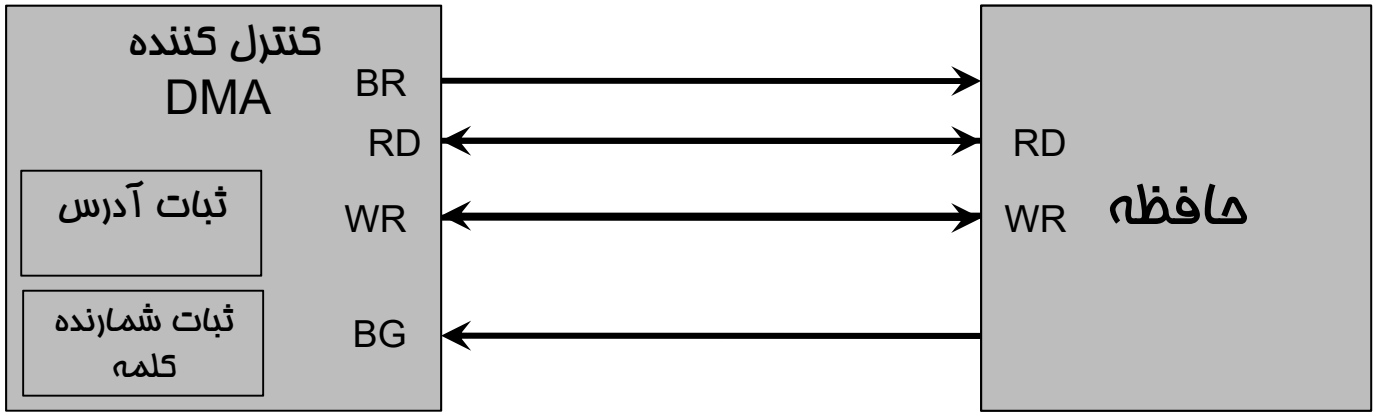
دسترسی مستقیم به حافظه
Direct Memory Access-DMA

- انتقال داده ها به دو صورت انجام می شود :
- کنترل کننده پس از دریافت گذرگاه، تمام داده ها را انتقال می دهد و در انتها، گذرگاه را به پردازنده تحویل می دهد (انتقال توده ای).
- روش دیگر این است که کنترل کننده در هنگامی که پردازنده به گذرگاه نیازی ندارد، در واقع با حافظه تبادل داده ندارد، از گذرگاه استفاده کرده و داده ای را انتقال می دهد.
- این روش را سرقت سیکل می نامند.

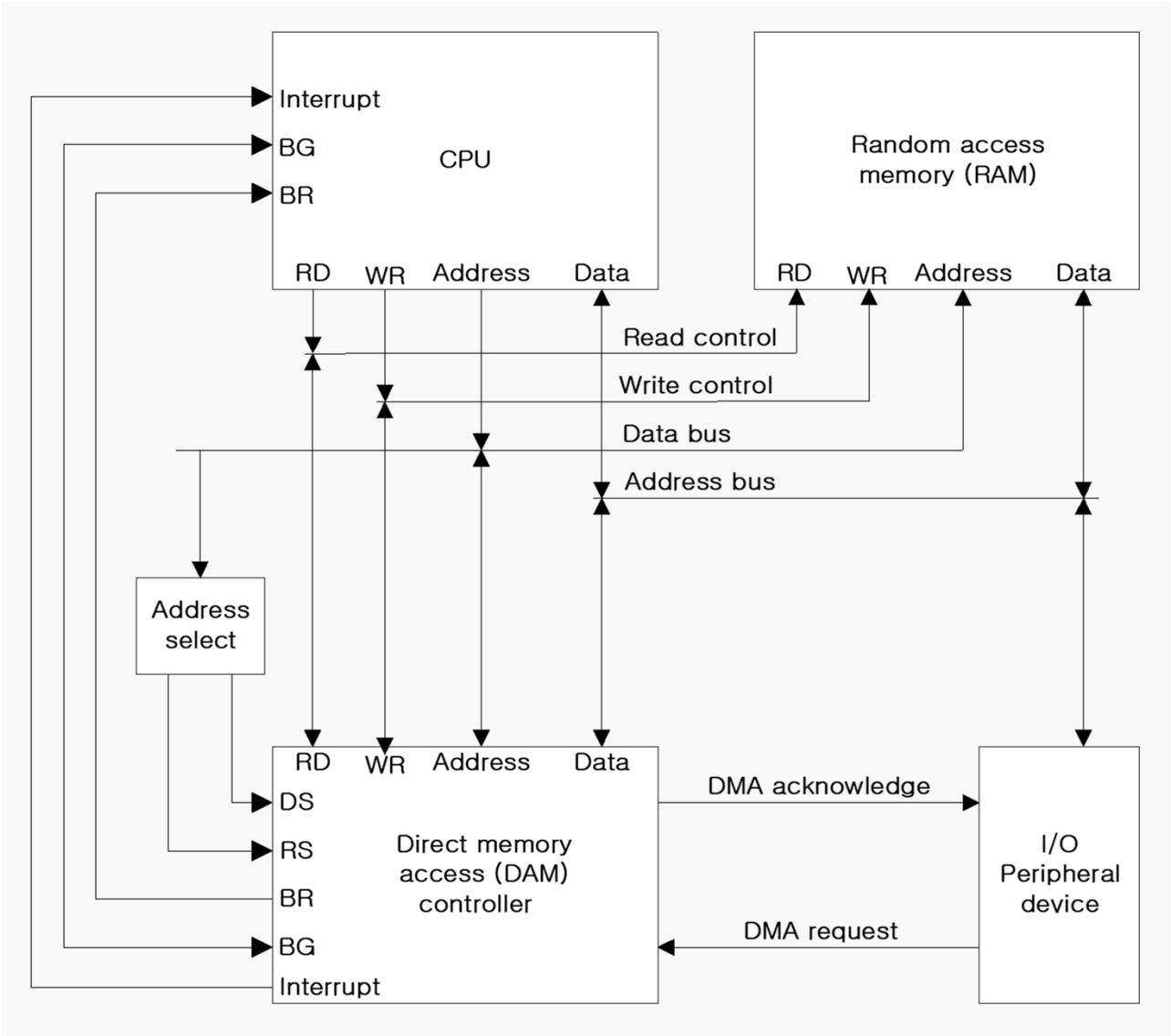
- مثال: یک کنترل کننده DMA در هر سرقت سیکل، کلمه ای ۸ بیتی را انتقال می دهد. دستگاه جانبی کارکتر ۸ بیتی را با سرعت ۲۴۰۰ کارکتر بر ثانیه آماده می کند. پردازنده واکشی و اجرای ۱۰ میلیون دستور را در ۱ ثانیه انجام می دهد. بطور متوسط هر دستور در این ماشین چند ثانیه طول می کشد.
- بدون DMA هردستور در 10^7 / 1 ثانیه اجرا می شود.
- هر کاراکتر در 2400 / 1 ثانیه انتقال می یابد.
- بطور متوسط هر دستور در زمان (10^7 / 1) + (2400 / 1) اجرا می شود.

DMA

- در اولین گام دستگاه ورودی/ خروجی تقاضای را برای کنترل کننده ارسال می کند.
- کنترل کننده از پردازنده درخواست گذرگاه می کند. این کار را با سیگنال BR انجام می دهد.
- پردازنده با فعال نمودن BG این اجازه را به کنترل کننده می دهد.
  - در این لحظه پردازنده، چندین ثبات کنترل کننده را مقداردهی می کند. مثلا آدرس موردنظر حافظه که کنترل کننده باید دسترسی داشته باشد و تعداد کلمات انتقالی
- کنترل کننده دو خط برای خواندن و نوشتن دارد. این دو خط دو جهته هستند.
  - در زمانی که پردازنده می خواهد مقداری را در کنترل کننده بنویسد و یا از آن بخواند، این دو خط ورودی هستند و زمانی که کنترل کننده می خواهد با حافظه ارتباط داشته باشد، این دو خط خروجی خواهند بود.



DMA


Interrupt
BG
BR
CPU
RD
WR
Address
Data
Random access memory (RAM)
RD
WR
Address
Data
Read control
Write control
Data bus
Address bus
Address select
RD
WR
Address
Data
DS
RS
BR
BG
Interrupt
Direct memory access (DAM) controller
DMA acknowledge
DMA request
I/O Peripheral device

دل گر چه درین بادیه بسیار شتافت

یک موی ندانست و بسی موی شکافت

گرچه ز دلم هزار خورشید بتافت

آخر به کمال ذره‌ای راه نیافت

ابوسعید ابوالخیر

برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد این درس می‌توانید به وب سایت آموزشی در لینک زیر مراجعه نمایید

http://shafieian-education.ir