جلسه هفتم

طراحی کنترل ریز برنامه ریزی شده
Micro-programmed Control Unit

کنترل و زمان بندی

- وظیفه واحد کنترل در یک کامپیوتر **تولید ریز عملیات** است.
- اگر سیگنالهای کنترل توسط سخت افزار و با استفاده از تکنیکهای طراحی منطقی متداول، تولید شوند، گفته می شود **واحد کنترل سیم بندی شده** است.
- طراحی واحد کنترل سیم بندی شده در فصل گذشته بررسی شد.
- **ریز برنامه ریزی** روش دیگری برای طراحی واحد کنترل یک کامپیوتر است. این روش، روشی سیستماتیک و زیبا برای کنترل دنباله عملیات می‌باشد.

کنترل ریز برنامه ریزی شده

- متغیرهای کنترلی که توسط واحد کنترل تولید می‌شوند، دنباله ای از ۰ها و ۱ها هستند، که به آنها، **کلمه کنترلی** می‌گوییم.

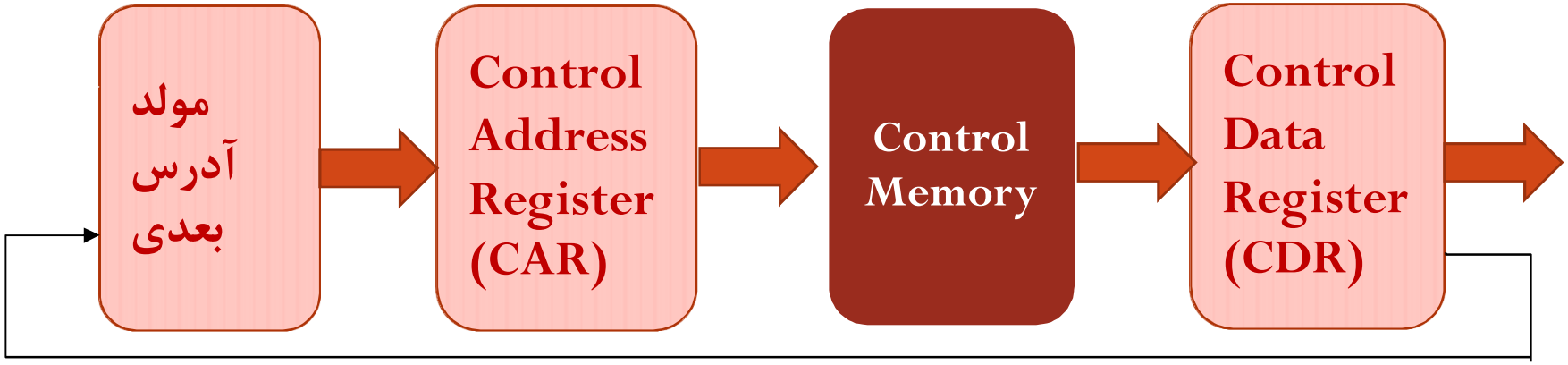
- واحد کنترل که متغیرهای کنترلی آن در یک حافظه ذخیره شده باشد، **واحد کنترل ریز برنامه ریزی شده** می‌نامیم.

- هر کلمه شامل یک **ریزدستور** می‌باشد.
  - هر ریزدستور شامل یک یا چند **ریزعمل** می باشد.
  - دنباله ای از ریزدستورات، **ریز برنامه** گفته می شود.

کنترل ریز برنامه ریزی شده

- روش ریزبرنامه ریزی استاتیک: از آنجایی که نیازی نخواهد بود که ریزبرنامه ها در زمانی که واحد کنترل ساخته می‌شود، عوض شوند، واحد کنترل می‌تواند یک حافظه فقط با قابلیت خواندن باشد(ROM).
- روش ریزبرنامه ریزی دینامیک: اجازه می‌دهد که یک ریزبرنامه از یک حافظه جانبی به حافظه کنترلی بار شود. واحد کنترلی که از ریزبرنامه ریزی دینامیک استفاده می‌کند از یک حافظه کنترل قابل نوشتن استفاده می‌کند. این حافظه کنترل را می‌توان تغییر داد و ریزبرنامه ها را مجدداً نوشت.
- نکته: حافظه کنترلی با حافظه اصلی سیستم متفاوت است.
- هر دستور که در حافظه اصلی ذخیره شده است، موجب اجرای دنباله ای از ریزدستورات در حافظه کنترلی می شود، که این ریزدستورات، ریز عملیات مربوط به واکشی، ترجمه و اجرای دستور را تولید می‌کنند.

ساختار کنترل ریز برنامه ریزی شده:



- ثبات آدرس کنترل CAR: آدرس ریزدستور را مشخص می‌کند.
- ثبات داده کنترل (CDR): ریزدستوری که از حافظه کنترل خوانده می‌شود را در خود ذخیره می کند.
- مزیت اصلی کنترل ریز برنامه ریزی شده انعطاف پذیری آن است، یعنی اگر بخواهیم کنترل بر سیستم را تغییر دهیم، تنها کافیست محتویات حافظه کنترل را تغییر دهیم.
- ولی در روش سیم بندی باید کل سخت افزار تغییر کند.
- البته سرعت روش سیم بندی از ریز برنامه ریزی بیشتر است.

تولید آدرس روتین

- ریز دستورات در حافظه کنترلی، به صورت گروهی ذخیره شده اند و هر گروه مربوط به ریز عمل های فاز اجرای یک دستور، یا مربوط به ریز عمل های سیکل واکشی، دیکود یا پیدا کردن آدرس موثر دستور است.
- به هر کدام از این گروه ها، روتین، گفته می شود.
- هر دستور جهت اجرا، یک روتین مشخص در حافظه کنترلی دارد که شامل ریز عملیات مربوط به فاز اجرای آن ریز دستور است.
- اولین روتینی که از حافظه کنترلی اجرا می شود، روتین واکشی است.
- تبدیل کد عملیاتی دستور به آدرس روتین در حافظه کنترلی را عمل نگاشت گویند.

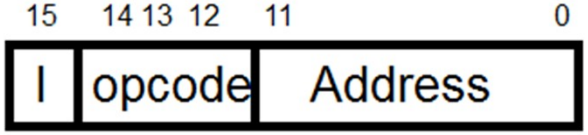
طراحی واحد کنترل سیم بندی شده

- فرض می کنیم کامپیوتر دارای یک حافظه اصلی با 2^{11} کلمه ۱۶ بیتی و حافظه کنترل نیز دارای 2^{7} کلمه ۲۰ بیتی است.

- سوال: تعداد بیت های ثبات AR= ۱۱
- سوال: تعداد بیت های ثبات DR= ۱۶
- سوال: تعداد بیت های ثبات CAR= ۷
- سوال: تعداد بیت های ثبات CDR= ۲۰
- سوال: تعداد بیت های ثبات IR= ۱۶
- سوال: تعداد بیت های ثبات PC= ۱۱
- سوال: تعداد بیت های ثبات AC= ۱۶

ادامه طراحی واحد کنترل سیم بندی شده

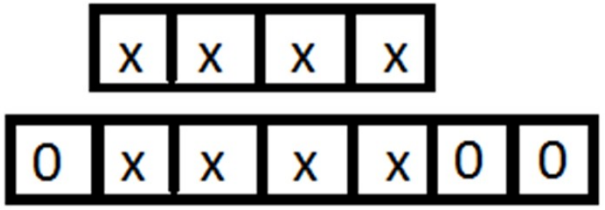
- فرمت دستور را به شکل روبرو فرض می کنیم



- جدول تبدیل Opcode به دستور العمل را به شکل روبرو فرض می کنیم

Add	0000
BUN	0001
STA	0010
LDA	0011

- پیاده سازی نگاشت: تبدیل ۳ بیت Opcode به ۷ بیت CAR
- لذا باید ۳ بیت به Opcode اضافه کنیم



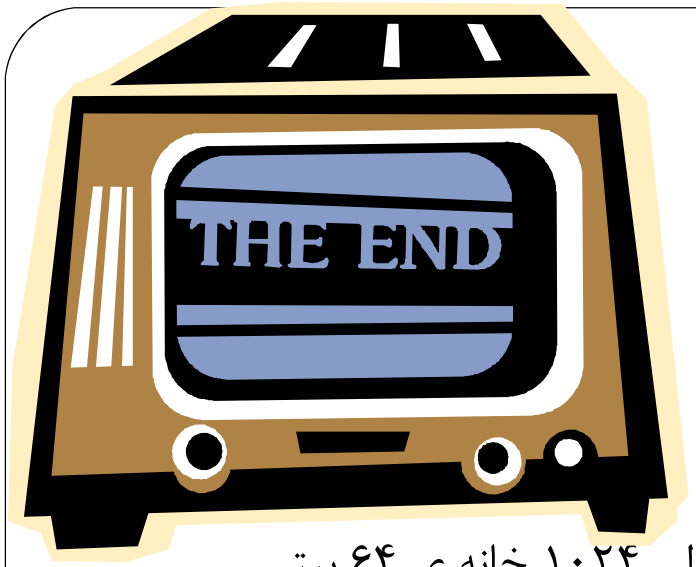
- آدرس روتین دستور ADD در حافظه کنترلی؟ 0000 < 0000000 = 0
- آدرس روتین دستور BUNدر حافظه کنترلی؟ 0001 < 0000100 = 4
- آدرس روتین دستور STAدر حافظه کنترلی؟ 0010 < 0001000 = 8
- آدرس روتین دستور LDAدر حافظه کنترلی؟ 0011 < 0001100 = 12
- هر دستور دارای ۴ ریز دستور در روتین مربوط به خود است

ادامه طراحی واحد کنترل سیم بندی شده

- طراحی منطق نگاشت بر اساس ماکزیمم تعداد ریز دستورات یک دستورالعمل است.
- تعداد کل دستورات کامپیوتر مذکور = ۱۶
- تعداد ریز دستور های هر دستور = ۴
- تعداد کل ریز دستورها = ۶۴
- تعداد خانه های باقی مانده = ۶۴
- از این خانه های باقی مانده برای قرار دادن روتین های واکشی، رمزگشایی، یافتن آدرس موثر، وقفه و ... استفاده می شود

- محاسن و معایب روش سخت افزاری در برابر روش ریزبرنامه ریزی زیر در طراحی واحد کنترل چیست؟

روش سخت افزاری	روش ریزبرنامه ریزی
سریع تر	کند است زیرا هر ریزدستور باید از حافظه کنترلی واکشی شود.
قابل اتعطاف نیست یعنی نمی تواند تغییرکند	منعطف است. یعنی افزودن یا کاستن یک دستور یا چند دستور امکان پذیر می باشد.



- تمرین سری ۳
- سوال ۳: کامپیوتری با حافظه اصلی ۸۱۹۲ خانه ی ۲۰ بیتی و حافظه ی کنترلی ۱۰۲۴ خانه ی ۶۴ بیتی موجود است.
- الف) تعداد بیت های ثبات های AR,DR,CAR,IR,PC و CDR را تعیین نمائید.
- ب) با فرض وجود یک بیت برای تعیین نوع آدرس دهی، و اینکه دستور العمل ها فقط دارای یک عملوند هستند، تعداد بیت های Opcode و ماکزیمم تعداد دستورالعمل های این کامپیوتر را تعیین نمائید.
- ج) با فرض اینکه طولانی ترین دستورالعمل این کامپیوتر دارای ۷ ریز عمل است، برای تعیین آدرس شروع روتین هر دستورالعمل در حافظه کنترلی، یک نگاشت پیشنهاد دهید.
- د) تعداد خانه های اختصاص یافته به ریزعملیات فاز اجرای دستورالعمل ها را با توجه به نگاشت پیشنهادی، محاسبه نمائید
- و)با فرض اینکه حافظه کنترلی، دارای ریز عملیات مربوط به فاز های واکشی، رمزگشایی و یافتن آدرس موثر دستور نیز هست، چه مقدار از فضای حافظه کنترلی مد نظر گرفته شده برای این کامپیوتر خالی بوده و هدر می رود؟
- ی) مفهوم کارایی یا Efficiency را به عنوان یکی از معیار های سنجش کیفیت معماری کامپیوتر، تعریف کرده بیان کنید آیا طراحی اولیه برای حافظه کنترلی این کامپیوتر، کاراست؟