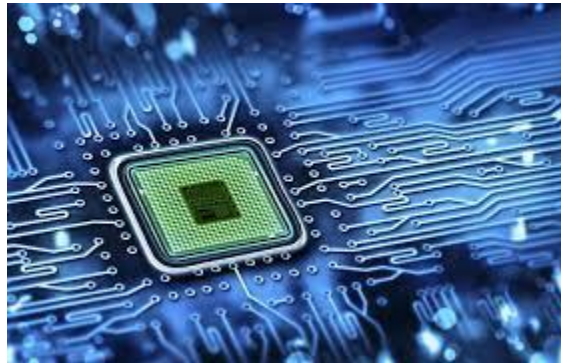


# بسم الله الرحمن الرحيم



محمد عرفان زارع زردینی

۹۸۱۴۱۱۴۳۲

تمرین سری یک درس یادگیری عمیق

مدرس درس: استاد داوود آبادی

پاییز 1402

فرکانس چیپ avr که در اختیار داریم ۱MHz میباشد. کد زیر چه تاخیری ایجاد میکند؟

```
call delay
delay:
    ldi r20,0x10
L1:  ldi r21,0xff
L2:  ldi r22,0xff
L3:  NOP
    dec r22
    brne L3
    dec r21
    brne L2
    dec r20
    brne L1
    ret
```

### پاسخ:

کد داده شده حلقه تاخیری برای میکروکنترلر avr هست که براساس دنباله ای از دستورالعمل های کاهش و انشعاب طراحی شده است.

حلقه داخلی I3 ، NOP را اجرا می کند و مقدار رجیستر R22 را تا زمانی که به صفر برسد کم می کند. حلقه میانی I2 لوپ داخلی را اجرا نموده و 256 بار به علت مقداردهی شدن r21 با 255 دسیمال، اجرا می شود. لوپ بیرونی I1 هم 16 بار به علت مقداردهی شدن r20 با 16 دسیمال ، اجرا می شود. با فرض نیاز اجرا هر دستور به یک کلاک سایکل ( یعنی ldi,dec,nop,brne نیاز به 4 سایکل دارند، call,ret نیاز به 3 سایکل دارد) محاسبه می کنیم:

در هر دور لوپ داخلی داریم:

$$4 \text{ سایکل (ldi r22) + 4 cycle (dec r22)} = 8 \text{ cycles}$$

در هر دور لوپ میانی داریم:

$$256 * 8 = 2048 \text{ cycles}$$

در هر دور لوپ خارجی داریم:

$$16 * 2048 = 32768 \text{ cycles}$$

حال با توجه به فرکانس چیپ و تعداد کلاک سایکل، تاخیر را می یابیم:

$$\text{Delay} = \text{total clock cycles} / \text{clock frequency}$$

$$\text{Delay} = 32768 / 1000000 = 0.032768$$

سوال دوم)

ایرادات کد سوال اول را اصلاح کنید و کد اصلاح شده را ارسال کنید. در داک تغییراتی که دادید را توضیح دهید.

پاسخ:

ایرادات کد بالا به شرح زیر می باشد:

- 1) شمارنده های سه حلقه لوپ موجود شامل r20,r21,r22 در داخل حلقه ها مقداردهی اولیه می شوند و سبب شروع مجدد و غیرضروری در هر تکرار می شوند.
- 2) دستورالعمل dec به درستی قرار نگرفته و سبب شده حلقه با مقادیر نادرست شروع شود.
- 3) همچنین تاخیر های محاسبه شده با توجه به مواردی که در بالا ذکر شد، نادرست می شود و میتوان با نوشتن و تصحیح کد به تاخیر مدنظر رسید.

کد با توجه به موارد بالا اصلاح شده و به شرح روبرو می باشد:

```
call delay
delay:
|   ldi r20, 0x10
outerLoop:
|   ldi r21, 0xff

middleLoop:
|   ldi r22, 0xff

innerLoop:
|   nop
|   dec r22
|   brne innerLoop

|   dec r21
|   brne middleLoop

|   dec r20
|   brne outerLoop

ret
```

تغییرات انجام شده به شرح زیر است:

- 1) شمارنده های حلقه ها را در خارج حلقه های مربوطه قرار دادم تا از شروع مجدد و غیرضروری جلوگیری شود.
  - 2) دستورالعمل های dec رو در موقعیت های مناسب درون حلقه ها قرار دادم تا شمارنده ها به درستی کاهش پیدا کنند.
  - 3) ساختار لوپ ها را هم به گونه ای در نظر گرفتم که حلقه بیرونی حلقه میانی را کنترل و حلقه میانی هم حلقه داخلی را کنترل می نماید.
- با اصلاح کد ، تاخیرمان به آنچه محاسبه شد می رسد.