



وقت امتحان: ۱۰۰ دقیقه
استفاده از ماشین حساب، جزوه یا کتاب مجاز نیست.

بسمه تعالی

درس: هم طراحی سخت افزار- نرم افزار
شماره دانشجویی:

امتحان: پایان ترم
نام و نام خانوادگی:

```
case state_reg
  when s1 =>
    d0_next <= a * b;
    d1_next <= a * c;
    ...
  when s2 =>
    d2_next <= b * c;
    ...
  when s3 =>
    d3_next <= a * c;
    ...
end case;
```

(۱) کد روبرو بخشی از پیاده سازی یک FSM به صورت ضمنی (implicit) است.

الف) این کد را به صورت صریح (explicit) پیاده سازی کنید.

ب) حجم سخت افزار مورد نیاز برای پیاده سازی های ضمنی و صریح را با هم مقایسه کنید.

(۴ نمره)

```
s0: R0 <- 8;
    R1 <- 5;
s1: R0 <- R0 + R1;
s2: R1 <- R0 - R1;
s3: R0 <- R0 - R1;
```

(۲) با استفاده از فقط واحدهای مالتی پلکسر، جمع/تفریق کننده و ثبات، RTL روبرو را با کمترین حجم سخت افزار پیاده سازی کرده و کد VHDL برای پیاده سازی آن بنویسید.

این سخت افزار چه کاری انجام می دهد؟ (۱ نمره اضافی)

(۴ نمره)

(۳) پیاده سازی زیر از الگوریتم اقلیدس برای یافتن بزرگترین مقسوم علیه مشترک (GCD) دو عدد را با استفاده از باقیمانده تقسیم (%) محاسبه می کند. برای این الگوریتم:

```
while (n > 0){
  int r = m % n;
  m = n;
  n = r;}
return m;
```

الف) گراف جریان داده همزمان (SDFG) را رسم کنید.

ب) سخت افزار متناظر با SDFG به دست آمده را بکشید.

(۴ نمره)

(۴) می خواهیم یک سخت افزار به صورت پایلین پیاده سازی کنیم تا برنامه زیر را اجرا کند. فرض کنید که هر کدام از عملیات جمع و تقسیم در یک سیکل ساعت انجام می شوند.

الف) DFG این برنامه و بلوک دیاگرام سخت افزار این سیستم را رسم کنید.

ب) با فرض این که پهنای باند حافظه 128 bits/cycle و نوع داده short ۸ بیتی باشد، حلقه for این برنامه را چقدر می توان باز کرد (unroll)

ج) سخت افزار حالتی که حلقه for این برنامه تا حد امکان باز شده است را بکشید.

د) اگر این برنامه توسط یک پردازنده با $CPI=1.5$ و با فرکانس کلاک ۱۵ برابر فرکانس سخت افزار اجرا شود، کارایی سخت افزار نسبت به پردازنده را حساب کنید. فرض کنید در هر بار اجرای حلقه ۱۵ دستور توسط پردازنده اجرا می شود.

(۸ نمره)

```
short b[1004], a[1000];
for (i=0; i < 1000; i++)
  a[i] = (b[i] + b[i+1] + b[i+2] + b[i+3] + b[i+4]) / 5;
```