

# زبان های توصیف سخت افزار و مدارها

امیر خورسندی

بهار ۱۴۰۲



دانشگاه صنعتی اصفهان  
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

# کنترل زمان بندی



امیر خورسندی

# مقدمه

✓ سخت افزار به صورت ذاتی دارای تاخیر است.  
✓ بدون کنترل زمان بندی، زمان در شبیه سازی پیش نمی رود.

✓ انواع کنترل زمان بندی:

۱. زمان بندی بر اساس تاخیر
۲. زمان بندی بر اساس رخداد
۳. زمان بندی محاسبات به تخخیرات سطح سیگنال



کنترل زمان بندی  
امیر خورسندی



# تأخیر

✓ با نماد # مشخص می شوند.

✓ الگوهای تأخیر:

# <NUMBER>  
# <Identifier>  
# (<min:typ:max>)



کنترل زمان بندی  
امیر خورسندی

# تأخیر انتسابی

✓ تأخیر معمولی:

```
#5 x = x+1;
```

تأخیر برای کل عبارت و نسبت به جمله قبلی می باشد.

```
y = #5 x-z;
```

✓ تأخیر درون انتسابی:

تأخیر در سمت راست علامت انتساب قرار می گیرد.

```
initial  
#0 y=x;
```

✓ تأخیر با مقدار صفر :

در بین عبارات هم زمان، آخرین را تعیین می کند.

```
initial  
x=0;
```

تأخیر معمولی اجرای کل عبارت را به تأخیر می اندازد ولی تأخیر درون انتسابی، انتساب به متغیر سمت چپ را به تعویق می اندازد.



کنترل زمان بندی  
امیر خورسندی

# تاخیر دروازه منطقی

```
and #(delay_time) a1(out, a, b);
```

```
and #(rise_delay, fall_delay) a1(out, a, b);
```

```
and #(rise_delay, fall_delay, turnoff_delay) a1(out, a, b);
```

✓ در مدل تاخیر (min:typ:max) تاخیر پیش فرض تاخیر typ است که با سوییچ های mindelays + و maxdelays + می توان این پیش فرض را در شبیه ساز تغییر داد.





# تاخیر دروازه منطقی (ادامه)

Value changes		Delay used for propagation if:		
From:	To:	1 delay specified	2 delays specified	3 delays specified
0	1	d1	d1	d1
0	x	d1	$\min(d1, d2)$	$\min(d1, d2, d3)$
0	z	d1	$\min(d1, d2)$	d3
1	0	d1	d2	d2
1	x	d1	$\min(d1, d2)$	$\min(d1, d2, d3)$
1	z	d1	$\min(d1, d2)$	d3
x	0	d1	d2	d2
x	1	d1	d1	d1
x	z	d1	$\min(d1, d2)$	d3
z	0	d1	d2	d2
z	1	d1	d1	d1
z	x	d1	$\min(d1, d2)$	$\min(d1, d2, d3)$



کنترل زمان بندی  
امیر خورسندی

# رفتاد فیزیکی

```
always  
  Begin  
    @(Clk) R1 = ~R1;  
  end
```

- ✓ **تغییر** مقدار متغیر، لبه بالا رونده و ...
- ✓ با استفاده از نماد “ @ ”
- ✓ posedge برای لبه بالارونده
- ✓ negedge برای لبه پایین رونده

هرگونه تغییر از صفر به یک، Z یا X و نیز از X یا Z به یک، لبه بالارونده محسوب می شود.





# رفتاد کنترلی مجازی

✓ بر اساس یک رفتار تعریف شده  
✓ شامل بخش های :

```
event R1_changes;  
always @(R1)  
-> R1_changes;  
always @(R1_changes)  
R2 = ~R1;
```

- تعریف
- تحریک
- تشخیص



# ترکیب رخداد

- ✓ وقوع یک رخداد از یک مجموعه
- ✓ به مجموعه رخدادها لیست حساسیت گویند.
- ✓ استفاده از کلمه کلیدی Or برای ترکیب رخدادها

always @(Rst or Clk or D)



کنترل زمان بندی  
امیر خورسندی

# زمان بندی حساس به سطح

- ✓ انتظار برای یک سطح خاص به جای لبه
- ✓ با استفاده از کلمه کلیدی wait

always wait (Rst) R1=0;

