

به نام خدا

آزمایش ۶

تاخیر در مدارهای دیجیتال

نام و نام خانوادگی: هلیا سادات هاشمی پور - روزینا کاشفی

تاریخ: ۱۵ اردیبهشت ۱۴۰۰

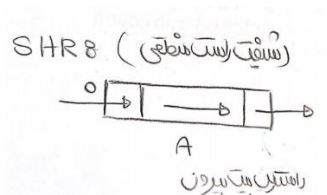
هدف آزمایش: ایجاد تاخیر مشخص در مدارهای دیجیتال

یکی از بحثهای اصلی در مدارهای دیجیتال، بخش زمانبندی است. زمانبندی نامناسب مدارات میتواند مشکلات زیادی را در هنگام شبیهسازی و پیادهسازی به وجود آورد. در این آزمایش به چگونگی ایجاد تاخیر در مدارات دیجیتال پرداخته میشود. برای نیل به این منظور از ثباتهای دارای قابلیت انتقال (منطقی و ریاضی) استفاده می‌کنیم.

در ثبات هایی که قابلیت انتقال دارند چند نوع شیفت وجود دارد که ما به شیفت منطقی و ریاضی (حسابی) می‌پردازیم.

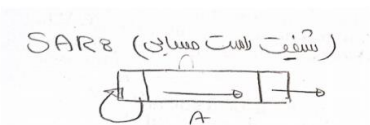
۱- شیفت راست منطقی:

در شیفت راست منطقی کم ارزش ترین بیت (راستین بیت) بیرون می‌رود و از سمت چپ در پرارزش ترین رقم صفر وارد میشود. همین امر باعث می‌شود علامت عدد در مکمل دو بهم بریزد از این رو از این شیفت بیشتر برای اعداد بی علامت استفاده می‌شود و معادل تقسیم بر ۲ اعداد در دنیای بی علامت است.



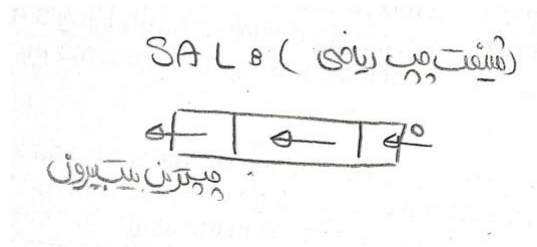
۲- شیفت راست ریاضی (حسابی):

در شیفت راست حسابی کم ارزش ترین بیت (راستین بیت) بیرون می‌رود و از چپ بیتی وارد نمی‌شود بلکه چپ ترین بیت همان می‌ماند و تکرار می‌شود. همین امر باعث می‌شود تا اگر در دنیای مکمل دو باشیم علامت عدد بهم نریزد و معادل تقسیم بر ۲ در دنیای مکمل ۲ است.



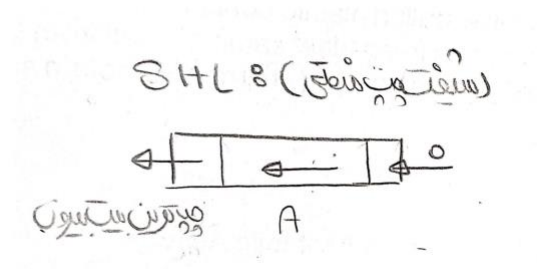
۳- شیفت چپ ریاضی (حسابی):

در شیفت چپ منطقی پرارزش ترین بیت (چپ ترین بیت) بیرون می رود و از سمت راست در کم ارزش ترین بیت عدد صفر وارد میشود. همین امر باعث می شود اگر در دنیای با علامت باشیم ممکن است علامت ما عوض شود. و این شیفت معادل ضرب در ۲ در دنیای بی علامت است.



۴- شیفت چپ منطقی:

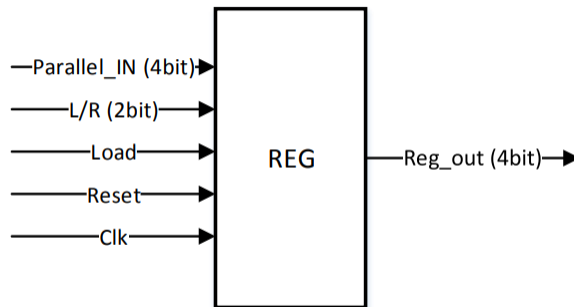
در شیفت چپ منطقی پرارزش ترین بیت (چپ ترین بیت) بیرون می رود و از سمت راست در کم ارزش ترین بیت عدد صفر وارد میشود. همین امر باعث می شود اگر در دنیای با علامت باشیم ممکن است علامت ما عوض شود. و این شیفت معادل تقسیم بر ۲ در دنیای بی علامت است.



همانطور که مشاهده می کنید شیفت چپ منطقی هم ارز شیفت چپ ریاضی (حسابی) است.

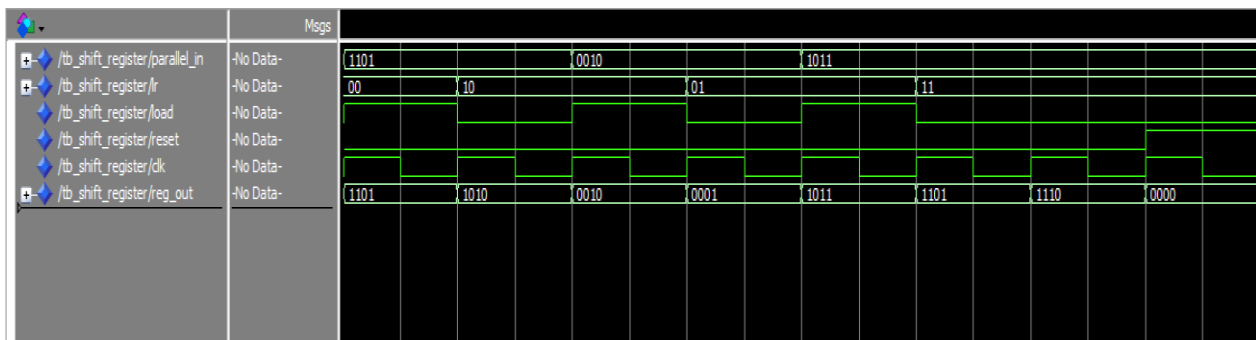
الف) پیاده‌سازی ثبات با قابلیت انتقال Shift

حال در آزمایش این سری نیاز به طراحی شیفت رجیستری داریم که مشابه شکل زیر است:



- یک ورودی parallel داریم که ۴ بیتی است که محتوای آن عددی است که می‌خواهیم شیفت دهیم.
- یک ورودی LR دارد که چهار حالت دارد:
 ۱. LR=00 - ثبات مقدار قبلی خود را حفظ می‌کند.
 ۲. LR=01 - شیفت راست منطقی
 ۳. LR=10 - شیفت چپ منطقی و ریاضی
 ۴. LR=11 - شیفت راست حسابی
- یک ورودی Load دارد که اگر فعال باشد ورودی به خروجی متصل می‌شود و اگر غیر فعال باشد مقدار قبلی را نگه می‌دارد و با توجه به LR عملیات مورد نظر را روی آن داده داخل رجیستر انجام می‌دهد.
- یک ورودی reset داریم که هر زمانی فعال شود خروجی را ۰ می‌کند.
- و یک کلاک ورودی داریم.

پس از طراحی خروجی زیر را مشاهده می‌کنیم:



- مطابق شکل فوق هنگامی که ورودی ۱۱۰۱ داریم و لبه بالا رونده کلاک است load فعال است بنابراین همان عدد به خروجی منتقل می‌شود.
- در لبه بالا رونده بعدی LR ۱۰ و Load غیر فعال است بنابراین به معنای شیفت چپ منطقی است و یک صفر از راست وارد شده و عدد به ۱۰۱۰ تبدیل شده است.
- در لبه بالا رونده بعدی load فعال است پس همان مقدار ورودی که ۰۰۱۰ است را به خروجی منتقل می‌کند.

- در لبه بالا رونده بعدی load غیرفعال شد و با توجه به مقدار LR که ۰.۱ است و به معنای شیفت راست منطقی است یک صفر از چپ وارد شد و عدد به ۰.۰۰۱ تبدیل شد.
- در ۲ لبه بالا رونده بعدی که ورودی ۱۰۱۱ است و load غیرفعال است و LR=11 است و به معنای شیفت راست ریاضی است که موجب تکرار بیت سمت چپ می شود و عدد به ۱۱۰۱ تبدیل می شود.
- در کلاک های بعدی مشاهده می کنیم بلافاصله که reset فعال می شود خروجی ۰ می شود.

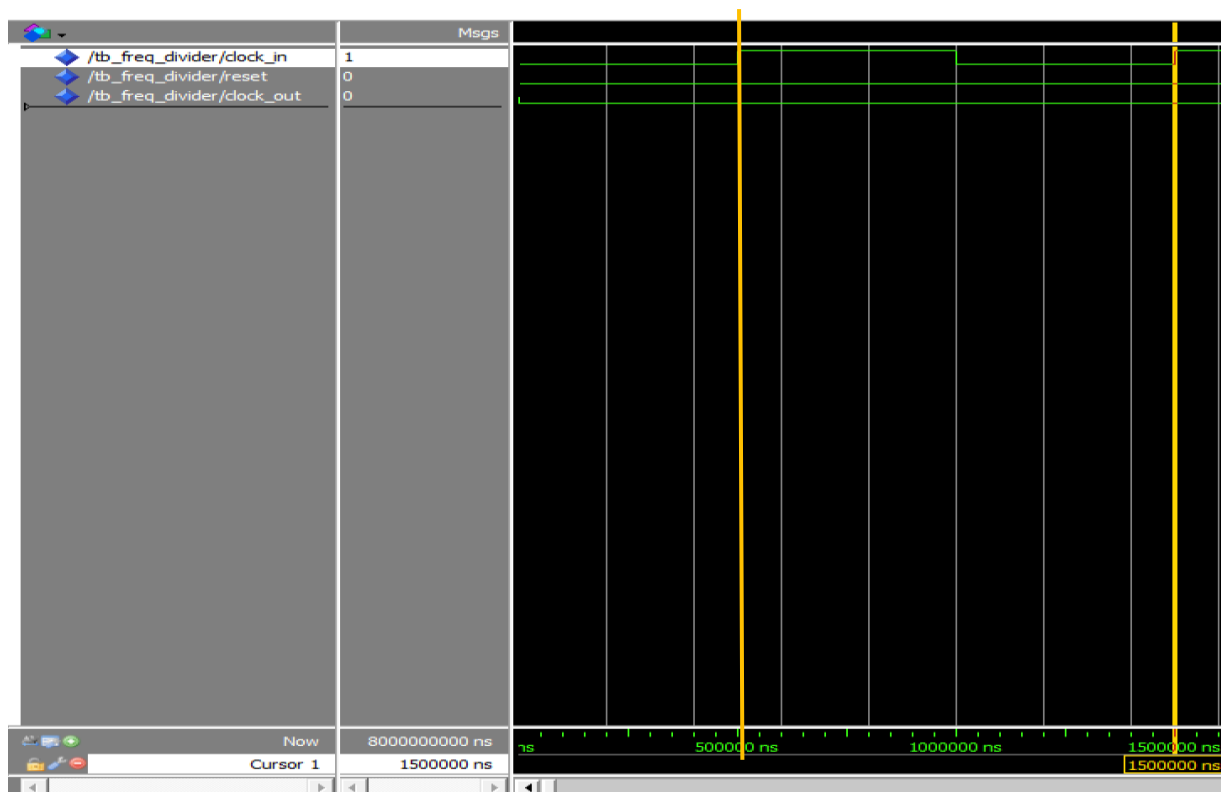
ب) چگونگی ایجاد مقدار تاخیر مشخص برای نمایش خروجی روی برد:

همانطور که در ابتدا آزمایش مطرح کردیم هدف آزمایش ایجاد تاخیر است که این تاخیر را باید بر روی کلاک ورودی اعمال نماییم.

کلاک ورودی تاخیر ۱ کیلو هرتز دارد که تقریباً برابر با ۲ به توان ۱۰ که همان ۱۰۲۴ است و این باعث می شود دوره کلاک ورودی ۱ میلی ثانیه شود که بسیار کم است.

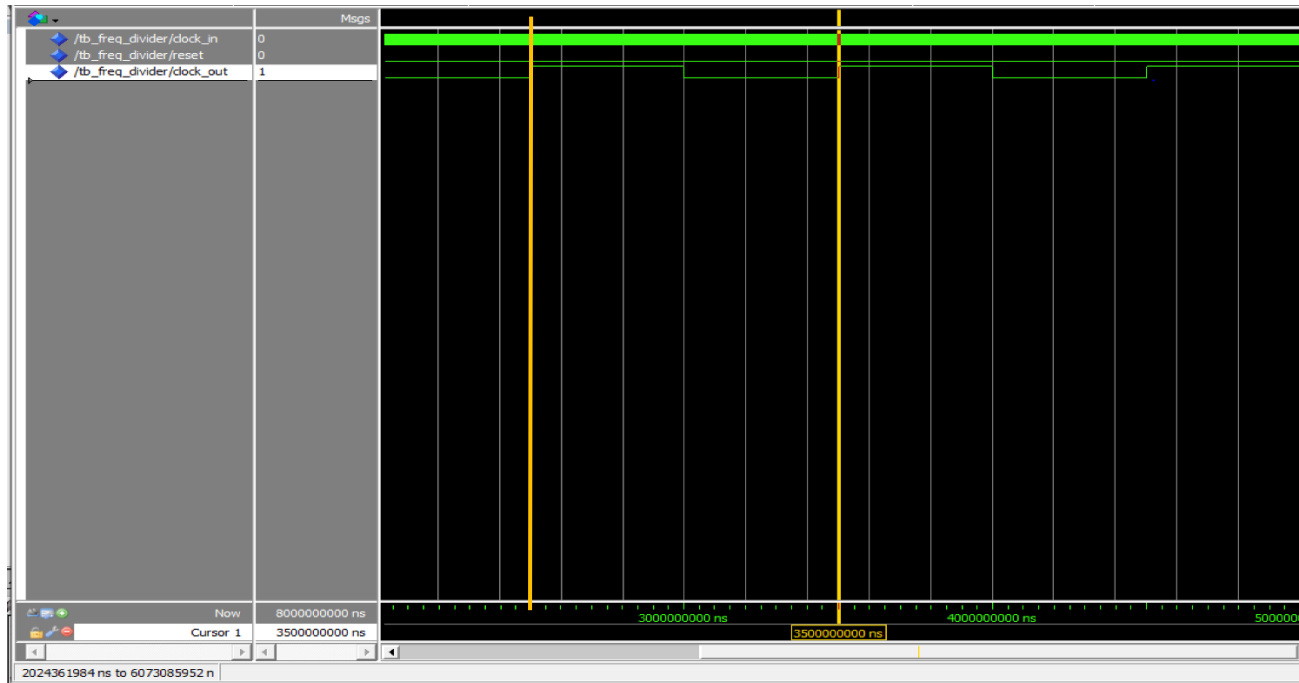
حال برای افزایش آن از شمارنده استفاده می کنیم که به اندازه فرکانس بشمارد و سپس به کلاک بعدی رود.

ما می خواهیم کلاک خروجی دوره برابر ۱ ثانیه داشته باشد که ۱۰۰۰ برابر قبلی است و موجب تاخیر می شود.



همانطور که مشاهده می کنید در کلاک ورودی فاصله دولبه بالا رونده برابر است با که $1500000-500000=1000000$ نانو ثانیه است که برابر است با ۱ میلی ثانیه و همانطور پس از انجام شمارش برابر است با فاصله $35000000000-25000000000=10000000000$ نانو ثانیه است که برابر با ۱ ثانیه است و موجب ایجاد تاخیر شد.

در این فاصله ۱۰۲۴ کلاک رخ داده است.



ج) نمایش خروجی بر روی Seg-7

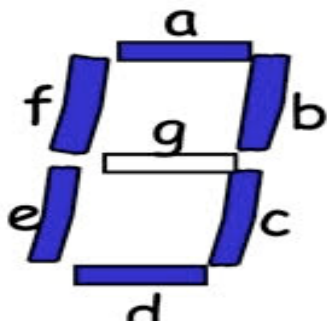
در قسمت نهایی می خواهیم خروجی ثبات را به صورت 7 segment نمایش دهیم که همانطور که می دانیم که یک نوع LED برای نشان دادن اعداد است که اعداد ورودی آن عدد ۴ بیتی bcd است و مشاهده می کنیم که هر کدام از اعداد abcdefg کدام روشن می شود چون ورودی ۴ بیتی است و اعداد ۱۰ تا ۱۶ نیاز به دو رقم دارند جای استفاده از دو seven segment اعداد ۱۰ تا ۱۵ را به شکل هگزادسیمال نشان می دهیم.

Digit	ABCD	abcdefg
0	0000	1111110
1	0001	0110000
2	0010	1101101
3	0011	1111001
4	0100	0110011
5	0101	1011011
6	0110	X011111
7	0111	11100X0
8	1000	1111111
9	1001	111X011
A	1010	1110111
B	1011	0011111
C	1100	1001110
D	1101	0111101
E	1110	1001111
F	1111	1000111

جاهایی که در جدول X است به معنای آن است که هم ۰ هم ۱ می تواند باشد و به دلخواه ما است.

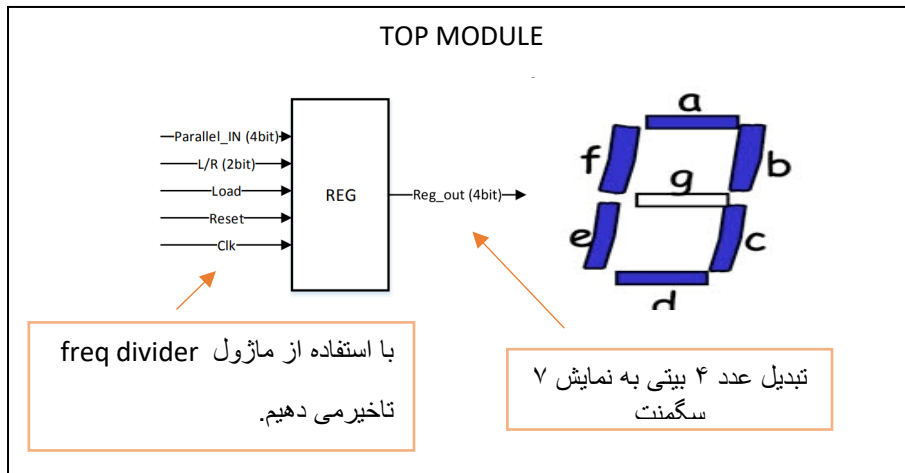
	Msgs																		
/tb_seven_segment...	4b1111	0000			0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
/tb_seven_segment...	7b1000111	1111110			0110000	1101101	1111001	0110011	1011011	1011111	1110000	1111111	1110011	1110111	0011111	1001110	0111101	1001111	1000111

همانطور که مشاهده می کنید اعداد داده شده مطابق جدول است.



د) تشکیل TOP MODULE:

در نهایت نیاز به یک Top module داریم که ابتدا با استفاده از ماژول تاخیر ابتدا کلاک ورودی را تاخیر دهد سپس خروجی رجیستر را به ماژول ۷ سگمنت دهد.



همانطور که مشاهده می کنید ورودی ۱۰۱۱ است یعنی عدد ۱۱ و load صفر است و LR=00 است به معنای آنکه عدد تغییر نمی کند که مشاهده می کنیم که ورودی seven segment ۱۱ است و مطابق جدول فوق به صورت ۰۰۱۱۱۱۱ نمایش می دهیم.

در کلاک بعدی عدد ورودی ۱۰۱۱ است که load غیرفعال است و LR=10 است که معنای شیفت به چپ است که یعنی ۰۱۱۰ که عدد ۶ می شود که نمایش آن در seven segment به صورت ۱۰۱۱۱۱۱ است.

در کلاک بعدی عدد ورودی ۱۰۱۱ است اما چون در کلاک قبلی شیفت به چپ دادیم ۱۰۱۱ را از دست دادیم و حال ۰۱۱۰ داریم که و load غیرفعال است و LR=01 است معنای شیفت راست منطقی می دهد و عدد را به ۰۱۱۰ تبدیل به ۰۱۱ می کند که عدد ۳ است و در seven segment نیز به صورت ۱۱۱۱۰۰۱ نمایش می دهیم.

در کلاک بعدی ۰۰۱۱ را شیفت راست ریاضی می دهیم که تبدیل به ۰۰۰۱ می شود و به صورت ۰۱۱۰۰۰۰ نمایش میدم.