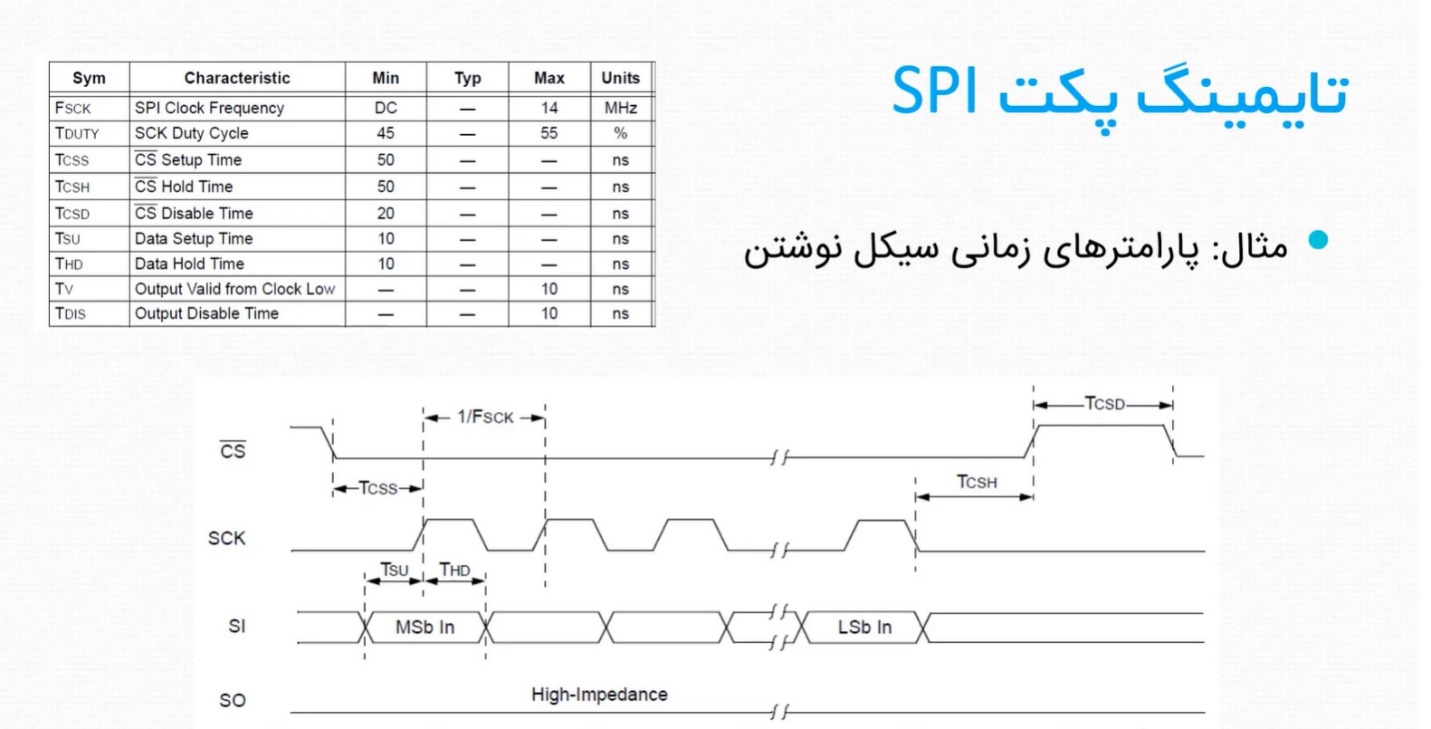
به نام خدا

موضوع : پیاده سازی بخش (Master) SPI آِی سی ADF4350

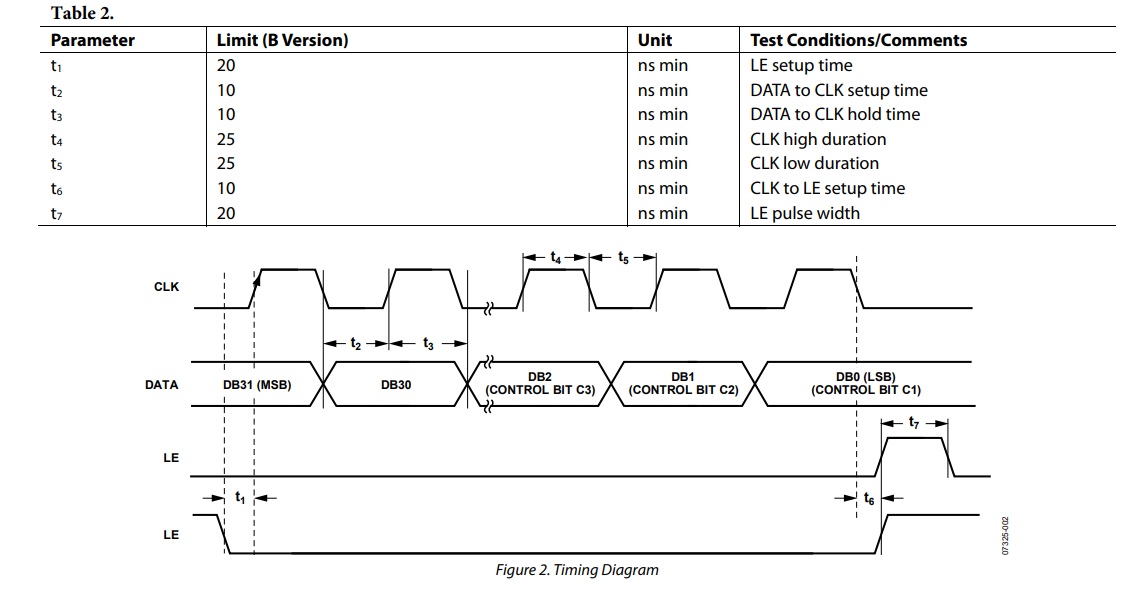
نام و نام خانوادگی : جواد علی شعار شماره دانشجویی : 401611193

مقدمه : مراحل کار به شرح زیر است.

1. مطالعه مشخصات SPI و اینکه در این آی سی بایستی مرحله نوشتن با طول 32 بیت با فرکانسی انجام شود که از جدول زمانی آن تعیین خواهد شد . مرحله خواندن وجود ندارد. در واقع یک SPI سه سیمه می باشد. برنامه ریزی آی سی با نوشتن در در شش رجیستر به طول 32 بیت کامل می شود.
2. جهت اجرای این قسمت ، از منابع اموزشی آقای ثقفی استفاده شده است . در پیاده سازی ابتدا پروتکل SPI به صورت کامل معرفی می شود. ثانیا تایمینگ ای پروتکل SPI شرح داده می شود. که اساس کار و نقطه عطف کار می باشد زیرا کلیه پارامترهای زمانی و تعیین فرکانس انتقال داده تعیین می شود. در این قسمت تعیین زمان های با حاشیه اطمینان جهت اجرای طرح بسیار حایز اهمیت است. بدون درک این بخش ادامه کار بیهوده است. ثالثا اجرای کد از پروسس به همراه دستورات شرطی استفاده شده است. نکته اساسی در این پیاده سازی استفاده ازشمارنده (Counter) جهت ایجاد تاخیر های زمانی است که به نظر این نکته کلید اجرای پروتکل های زمانی مانند SPI می باشد.
3. در کد تغییراتی ایجاد شده است زیرا شکل خروجی آن با شکل تایمینگ SPI یکسان نبود. در شکل موج زمان انتقال داده در کاتالوگ با شکل موج برنامه متفاوت بود که تصحیح شد.
4. برنامه در Vivado نوشته و شبیه سازی شده است. این برنامه ویژگی جالب Auto complete را دارد و در لحظه برنامه را از لحاظ غلط املایی بررسی می کند.
5. ابتدا جدول تامینگ را در صفحه بعد خواهید دید و با توجه به ان جدول تایمینگ آی سی ADF4350 را با آن هماهنگ نموده و پارامترهای برنامه را استخراج می کنیم.



در بالا تایمینگ اموزشی را ملاحضه می کنید کد در برنامه ارایه شده است و شمارنده ها بر اساس آن برنامه ریزی شده است. حال پارامترهای ADF4350 را در پایین ملاحظه می کنید. با توجه به اموزش داده شده پارامترها را برای برنامه ADF4350 را بدست می آوریم.



* فرکانس کلاک FPGA را برابر 100 MHZ و پریود زمانی آن 10 ns است. بنابراین دقت شمارنده و تاخیر های زمانی در حدود 10 ns است. حال ماکزیمم فرکانس آن را محاسبه می کنیم.

> + = 25 ns + 25 ns = 50 ns (min) => < 20 MHZ (max)

برای راحتی کار دقت زمانی فرکانس انتقال 10 MHZ با پریود زمانی 100 ns انتخاب می کنیم.

= 100 ns = > = 10 MHZ

* جهت تولید فرکانس از کلاک از یک کانتر چهار بیتی SCK\_Clock\_Divider استفاده می شود. دقت کنید در داخل پروسس در دستور شرطی این کلاک انتقال داده ساخته می شود.
* تاخیر بعدی که همان LE setup time است که منیمم 20 ns است و این مدت زمان بین لبه پایین رونده CS و لبه بالا رونده SCK است که در برنامه این مقدار بیشتر از این مقدار خواهد بود. این تاخیر توسط کانتر سه بیتی CS\_Disable\_Counter تولید می شود.
* برای رعایت نمودن زمان 10 ns = DATA to CLK setup time و

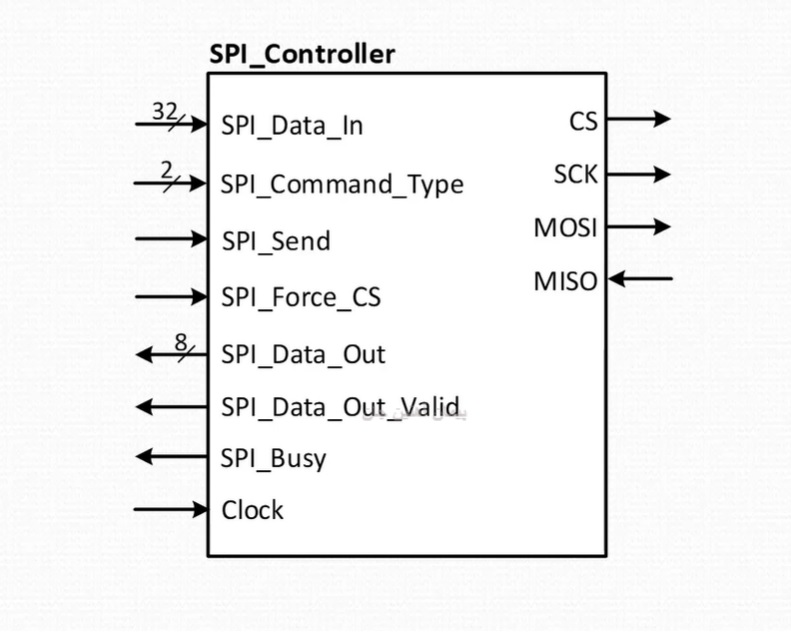
DATA to CLK hold time = 10 ns بدلیل اعمال داده در دستور شرطی که کلاک داخلی SCK ساخته می شود همزمان با داده به آن اعمال می شود.

* تاخیر زمانی که همان t6 = 10 ns است وبرابربا زمان که به اخرین پالس لبه پایین رونده

SCK اضافه می شود تا نوشتن کامل شود. زمان t7 که توسط برنامه نویس جهت نوشتن بایستی رعایت شود.

بعد از مشخصات کلاک و کانترهای مورد نیاز به مرحله بعدی که تعیین پورت ها رسیده است.

در طراحی که توسط اقای ثقفی شده دارای امکانات کاملی است که باعث پیچیده شدن مدار شده است.اگر مدار نوشتن 32 بیتی بسیار ساده خواهد بود . بنابراین ابتدا طراحی پیشرفته SPI را پیاده سازی کرده و آن را در حالت ساده شده درSPI\_ADF4350 به کار می بریم.



پورت های سمت راست پورت های انتقال full duplex spi می باشد.

CS = LE : که هنگام انتفال داده low می شود.

SCK : فرکانس انتقال داده است در مدت انتقال داده فعال می شود.

MOSI : خروجی SPI Master است.

MISO : ورودی SPI Master است.

پورتهای سمت چپ به ترتیب زیر است.

SPI\_Data\_In : ورود داده که می تواند به صورت 8و16و24و32 بیت باشد که در پروژه ما 32 بیتی است که توسط خط SPI\_Command\_Type تعیین می شود.

SPI\_Command\_Type : یک ورودی دوبیتی است که به ازای :

0 : انتقال 8 بیتی است.

1 : انتقال 16 بیتی است.

2: انتقال 24 بیتی است.

3 : انتقال 32 بیتی است.

در انتقال بیش از 8 بیتی می توان هم حالت write وread برنامه نویسی شود. در SPI\_ADF4350 انتقال 32 بیتی در حالت write است. در کارهای دیگر می تواند هشت بیت داده دستور به slave ارسال می شود و بقیه بیت ها داده های ارسالی از slave به Master است.

SPI\_Send : دستور شروع انتقال بیت ها را صادر می کند.

SPI\_Force\_CS : برای خواندن داده های بیش از 32 بیت تعبیه شده است.

SPI\_Data\_In : داده ها به صورت هشت بیت در حالت read دریافت می شود وسیگنال SPI\_Data\_Out\_Valid : نشان دهنده آماده بودن داده ورودی برای خواندن است.

SPI\_Busy : نشان دهنده انتقال بیت ها است و داده های جدید نمی تواند بوسیله SPI منتقل شود.

Clock :سیگنال کلاک FPGA می باشد.

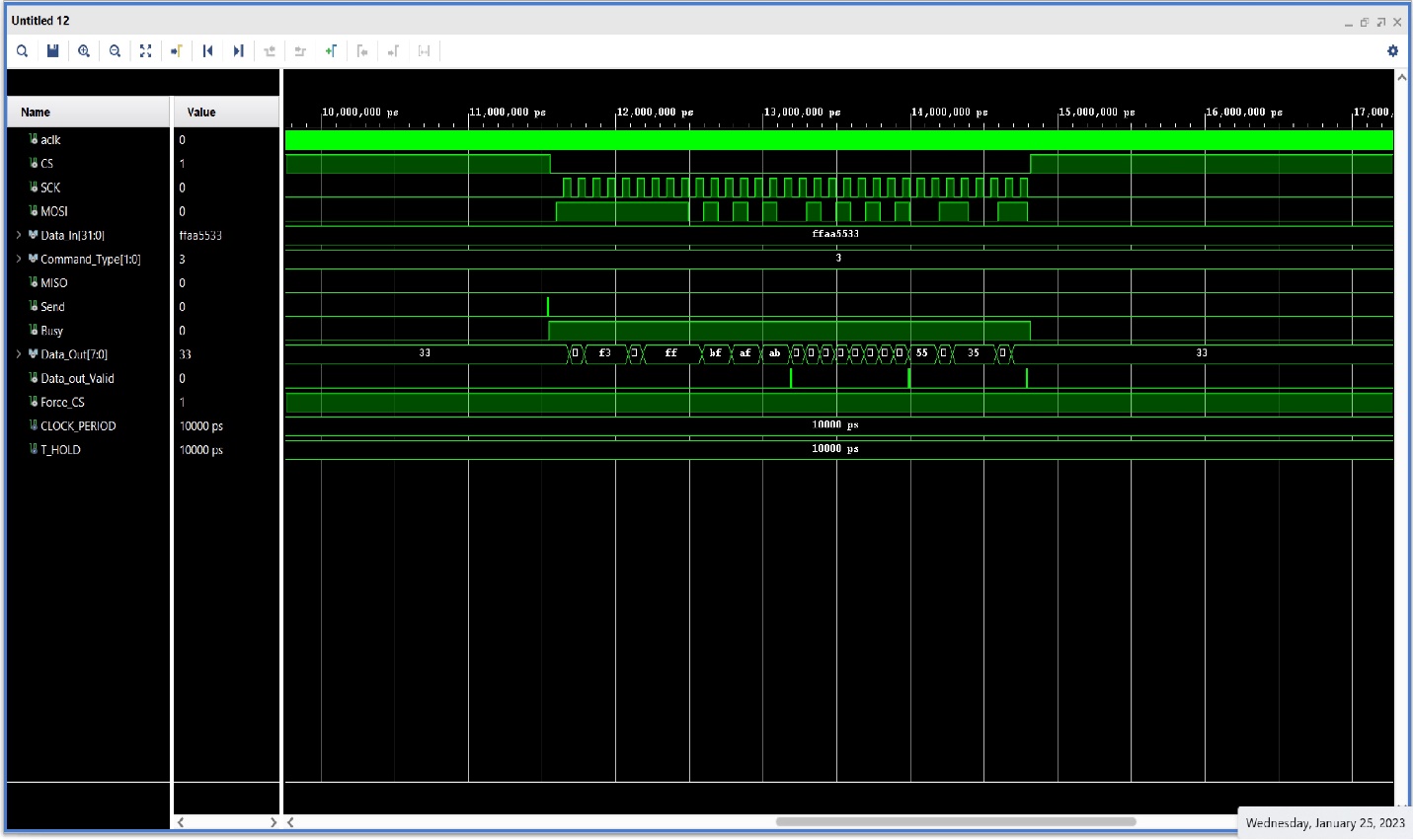
با توضیحاتی که ارائه شد با تنظیمات ساده می توان با این برنامه داده 32 بیتی را در ADF4350 نوشت.

**تنظیمات برنامه** :

**1** . مقدار Command\_Type = 3 داده 32 بیتی است.

**2**. سیگنال Force\_CS = 1 و برنامه را برای مقدار 32 بیتی دو بار تکرار می کنیم.

**3**. برای تست مقدار 32 بیتی "FFAA5533" را به SPI اعمال می کنیم به شکل موج CS و MOSI و SCK که مطابق کاتالوگ می باشد. این تست نشان می دهد مدار درست کار می کند.



شکل فوق خروجی مدار است. بقیه شکل موج برای امکانات read و انتقال داده بیش از 32 بیت می باشد.