

## بسمه تعالی

# آزمایش چهارم: راه اندازی کیبورد توسط پروتکل PS2

## هدف کلی:

هدف از این آزمایش اتصال کیبورد به برد FPGA توسط پروتکل PS2 و سپس خواندن اطلاعات ارسالی از آن است.

## ویژگی های جزئی هدف:

### ۱- راه اندازی پروتکل PS2

در شکل ۱ شمای کلی از پروتکل PS2 نشان داده شده است. در این آزمایش هدف طراحی بخشی است که با خطچین قرمز مشخص شده است.

با اتصال کیبورد به پروتکل PS2 دو ورودی از کیبورد دریافت می شود که شامل یک بیت کلاک کیبورد (ps2\_clk) و یک بیت داده (ps2\_data) است.

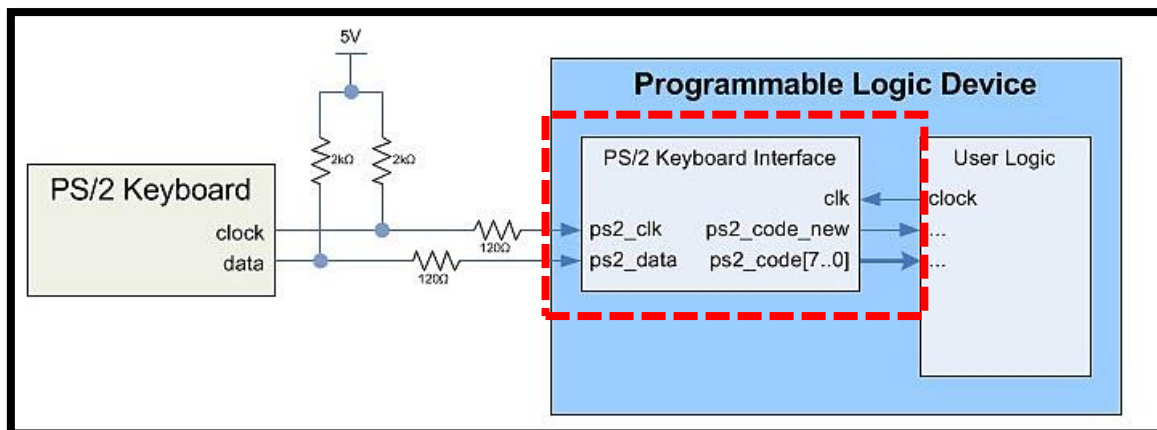
برای راه اندازی پروتکل PS2 توسط FPGA نیاز به یک بیت کلاک اسیلاتور (clk) به عنوان ورودی است.

در خروجی ۸ بیت داده (ps2\_code) که مشخصه ی کلید فشرده شده از کیبورد است و یک بیت خروجی (ps2\_code\_new) به نشانه ی آماده شدن کد جدید، دریافت خواهد شد.

در جدول ۱ توضیحات کامل مربوط به ورودی ها و خروجی ها نیز آورده شده است.

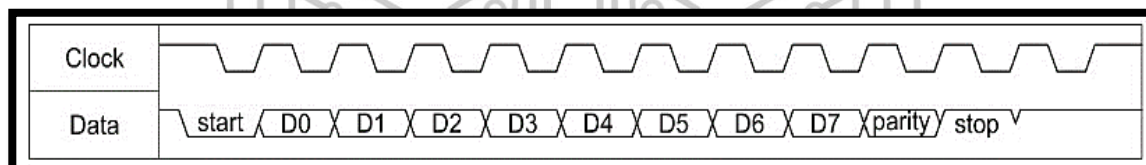
جدول ۱- مشخصه ی ورودی ها و خروجی های مازول راه اندازی پروتکل PS2

Port	Width	Mode	Data Type	Interface	Description
clk	1	in	standard logic	user logic	System clock.
ps2_clk	1	in	standard logic	PS/2 Keyboard	Clock signal from PS/2 keyboard.
ps2_data	1	in	standard logic	PS/2 Keyboard	Data signal from PS/2 keyboard.
ps2_code_new	1	out	standard logic	user logic	New code available flag. The flag is low during PS/2 transactions, and a low-to-high transition indicates that a new PS/2 code is available on the ps2_code bus.
ps2_code	8	out	standard logic vector	user logic	8-bit PS/2 code received from the keyboard.



شکل ۱- شمای کلی پروتکل PS2

با فشردن هر کلید، کیبورد داده‌ای به صورت سریال می‌کند و زمانی که هر داده به صورت یک بسته‌ی ۱۱ بیتی تکمیل شود مشخصه‌ی آن معین می‌گردد. در شکل ۲ نمای کلی از ارسال داده‌ها آورده شده است.



شکل ۲- نمای کلی از ارسال داده‌ها در کیبورد

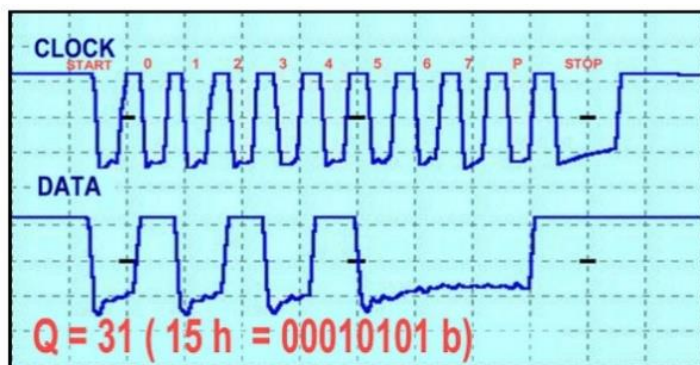
همانطور که در شکل ۲ مشخص است، ارسال هر بیت داده همزمان با لبه بالا رونده کلاک کیبورد صورت می‌گیرد. یعنی با فشردن و پا رها کردن هر کلید، کلاک آن فعال شده و داده‌های آن کلید در قالب بسته‌های ۱۱ بیتی ارسال می‌گردند. در ابتدا یک بیت شروع (سطح منطقی صفر) و در ادامه ۸ بیت داده از کم ارزش به با ارزش، سپس بیت Parity برای مقایسه و در نهایت بیت پایان (سطح منطقی یک) ارسال می‌شود.

**نکته ۱:** به هنگام خواندن بیت‌های داده، از لبه پایین رونده کلاک کیبورد استفاده می‌شود؛ زیرا در آن لحظه، داده در شرایط پایداری قرار دارد و این عمل خواندن درست داده را تضمین می‌کند.

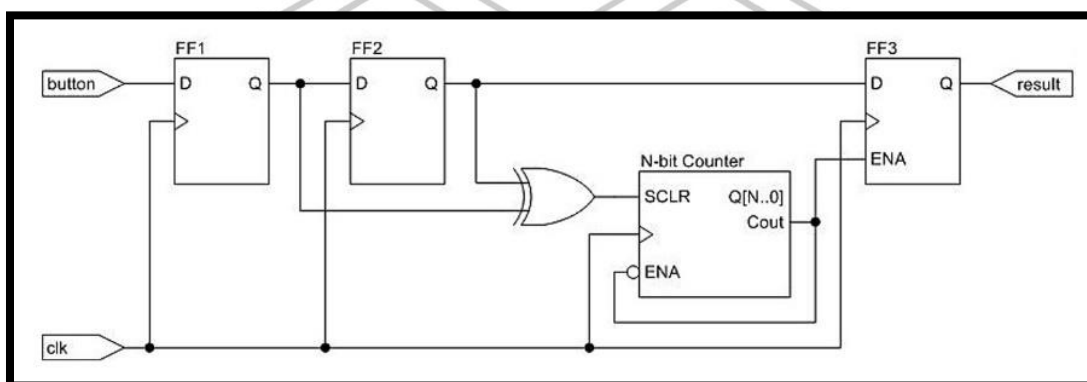
**نکته ۲:** برای چک کردن بیت Parity، باید حاصل xor تمام ۸ بیت داده را حساب کرده سپس اگر not این مقدار برابر بیت Parity باشد خطایی وجود ندارد و داده معتبر است؛ در غیر این صورت داده پذیرفته نمی‌شود.

**نکته ۳:** در واقعیت زمانی که کلید کیبورد فشرده می‌شود پالس‌های دریافتی از ps2\_clk و ps2\_data به صورت شکل ۲ نبوده و مانند شکل ۳ سطح کاملاً صافی ندارد و سطح آن در محدوده‌ای دارای نوسان یا بانس (Bounce) است؛ بنابراین برای جلوگیری از خطا و دریافت درست داده‌ها نیاز به مدار دیبانشر خواهد بود که در شکل ۴ نمای درونی آن آورده و کد مربوط به آن در پیوست دستورکار ضمیمه شده است.

**نکته ۴:** فرکانس ارسال داده توسط کیبورد بین ۱۰ تا ۲۵ کیلوهرتز متغیر است.



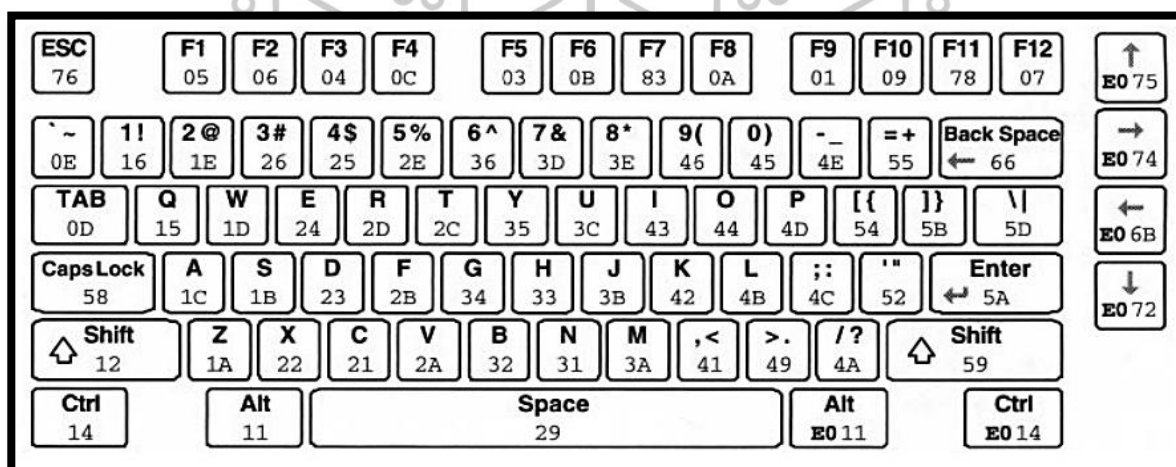
شکل ۳- نمای اصلی داده‌های ارسال شده توسط کیبورد



شکل ۴- مدار دیپانسر

**نکته ۴:** با فشردن و یا رها شدن هر کلید کیبورد، یک یا چند بایت فرستاده می‌شود که در این آزمایش هدف نمایش بایت آخر بر روی سون سگمنت به صورت یک عدد دو رقمی است.

در شکل ۵ بر روی هر کلید مشخصه‌ی آن نیز آورده شده است. در واقع انتظار می‌رود بعد از فشردن هر کلید کد مشخصه‌ی مربوطه بر روی سون سگمنت ظاهر گردد.



شکل ۵- نمایش مشخصه‌ی کلیدهای کیبورد

## جهت انجام این آزمایش مراحل زیر را طی کرده و پاسخ هر کدام را بنویسید:

### مرحله ۱-۱

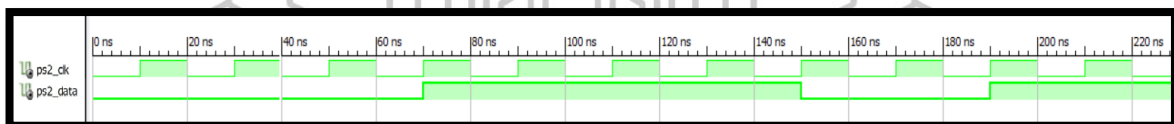
۱- کد دیبانسری که در اختیارتان گذاشته شده است را به صورت کامل توضیح دهید.

۲- کد مربوط به راهاندازی پروتکل PS2، در حالتی که دو ورودی ps2\_clk و ps2\_data و دو خروجی ps2\_code[7..0] و ps2\_code\_new دارد را بنویسید.

### مرحله ۲-۱

برای کد مربوط به راه اندازی پروتکل PS2 که در سوال ۲ مرحله ۱-۱ نوشته اید یک Test bench در نرم افزار ISE بنویسید و نتیجه‌ی شبیه‌سازی را در حالتی که ورودی‌های کلاک و داده به صورت زیر باشند نمایش دهید.

دوره تناوب کلاک برابر ۲۰ نانوثانیه بوده و یک بسته‌ی ۱۱ بیتی به ورودی داده اعمال گشته است.



### ۲- نمایش سون سگمنت دو رقمی به کمک خواندن از فایل تکست

برای نمایش عدد دو رقمی بر روی دو سون سگمنت که باس داده مشترک دارند می‌توانید از کد مربوط به آزمایش ۲ که برای این هدف نوشته‌اید استفاده نمایید اما در این آزمایش یک تفاوت وجود دارد.

**در این آزمایش اجازه وارد کردن مستقیم مقادیر معادل ۸ بیتی هر عدد 7seg در برنامه خود را ندارید.**

در این آزمایش ابتدا باید مقادیر معادل ۸ بیتی هر عدد 7seg را در یک فایل تکست ذخیره نمایید. در گام بعد با نوشتن یک زیر برنامه، عمل خواندن از فایل تکست را انجام داده و مقادیر آن را در یک حافظه‌ی ۱۶ خانه‌ای که هر خانه ۸ بیت دارد، ذخیره نمایید به طوریکه مقدار خانه‌ی صفرم حافظه معادل 7seg عدد 0، خانه اول معادل عدد یک و به همین ترتیب خانه‌ی ۱۵ ام معادل F باشد. در نهایت هر ورودی ۴ بیتی (۰ الی ۱۵) که اعمال می‌شود معادل 7seg آن از حافظه خوانده می‌شود و به خروجی می‌رود.

ماژول مورد نظر یک بیت کلاک، دو ورودی ۴ بیتی یکی برای یکان و یکی برای دهگان، ۸ بیت خروجی دیتای سون سگمنت و ۴ بیت برای com دارد.



جهت انجام این آزمایش مراحل زیر را طی کرده و پاسخ هر کدام را بنویسید:

### مرحله ۲-۱

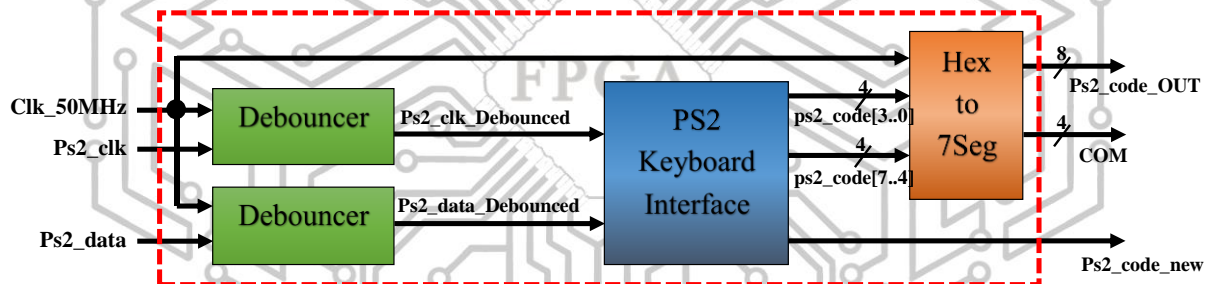
کد مربوط به این آزمایش را بنویسید.

### مرحله ۲-۲

با نوشتن یک Test bench در نرم افزار ISE پاسخ شبیه سازی را در حالتی که یکان برابر 0110 و دهگان 1000 باشد، نمایش دهید.

### ۳- طراحی ماژول اصلی

در این قسمت هدف نهایی تحقق می یابد و قصد داریم تا پیاده سازی ماژول راه انداز پروتکل PS2 را توسط FPGA انجام دهیم و مشخصه ی هر کلید کیبورد را بر روی سون سگمنت نمایش دهیم. برای این منظور طبق بلوک دیاگرام رسم شده در شکل ۶ تمام ماژول هایی که در بخش های قبل طراحی کرده اید را به هم متصل کنید.



شکل ۶- بلوک دیاگرام کلی راه اندازی کیبورد با پروتکل PS2

جهت انجام این آزمایش مراحل زیر را طی کرده و پاسخ هر کدام را بنویسید:

### مرحله ۳-۱

کد ساختاری مربوط به این آزمایش را بنویسید.

### مرحله ۳-۲

کد UCF این طراحی را جهت پیاده سازی سخت افزاری بر روی برد آزمایشگاه بنویسید.

موفق باشید.