



## آزمایش سوم

### آشنایی با UART

#### هدف آزمایش:

- آشنایی با اصول ارسال و دریافت اطلاعات به صورت سریال
- آشنایی با نحوه ارسال و دریافت به صورت تفاضلی
- آشنایی با آرایه‌ها

#### پیش گزارش:

- در مورد تفاوت‌های UART و USART تحقیق کنید.
- پیرامون مبحث Clock Recovery تحقیق کرده و در مورد نحوه پیاده سازی آن در FPGA توضیح دهید.
- شیوه‌ی کار گیرنده و فرستنده‌ی استاندارد UART را تشریح کنید.

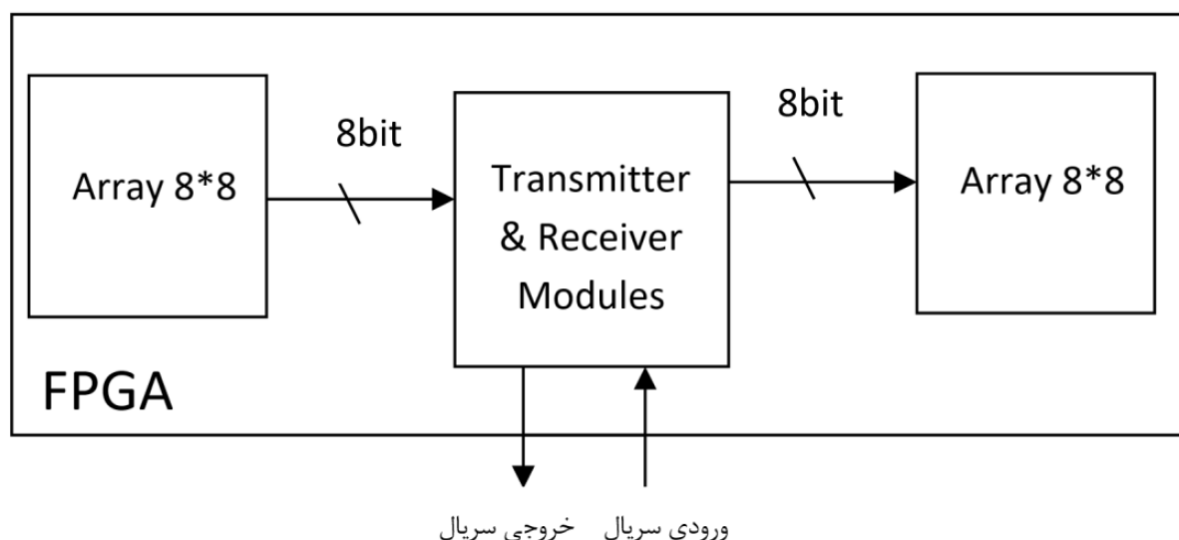
#### دستور کار:

برای انجام این آزمایش ابتدا ماژول‌ها را برای عملکردهایی که در ادامه خواسته می‌شود بنویسید. سپس در نرم افزار ISE در حالت simulation برای تست عملکرد ماژولی که نوشته‌اید testbench بنویسید. در testbench اتصالات لازم را برقرار کنید، ورودی و خروجی مناسب بدهید و در چند سناریوی مختلف ماژول خود را تست کنید. نتایج شبیه سازی را در Isim ببینید و در گزارش کار درج کنید (برای تمام

قسمت‌های دستورکار). پس از اطمینان از صحت عملکرد ماژول، آن را برای تست روی برد FPGA آماده کنید. برای آشنایی با نحوه‌ی آماده سازی پروژه برای تست روی برد، فایل fpga1.mp4 را ببینید.

۱- ماژولی بنویسید که با دریافت یک عدد ۸ بیتی از کلیدهای کشویی موجود بر روی بردهای آزمایشگاه، آن را به صورت سریال با استاندارد UART از طریق یکی از پین‌های آزاد روی FPGA به خارج از بُرد فرستاده و سپس از یکی از پین‌های آزاد دیگر مجدداً دریافت نماید. عدد ۸ بیتی نمایش داده شده را بر روی LEDها نشان دهید و از عملکرد صحیح کد اطمینان حاصل کنید. توجه: حتماً برای فرستنده و گیرنده دو ماژول مجزا طراحی کنید. می‌توانید در فایل fpga3.mp4 حاصل کار یکی از دانشجویان را برای تست این قسمت روی بردهای آزمایشگاه ببینید.

۲- برنامه مربوط به ماژول تصویر زیر را به نحوی طراحی کنید که ویژگی‌های زیر را داشته باشد.



- هرکدام از حافظه‌ها دارای ۸ خانه‌ی ۸ بیتی باشند. انتخاب بین ماتریس دوبعدی یا هسته‌ی حافظه برای خانه‌های حافظه‌ی موجود در شکل فوق اختیاری و برعهده‌ی شماست. (ماژول ROM نیز باید در ابتدا مقداره‌ی شود. برای آشنایی با نحوه‌ی استفاده از هسته‌های حافظه فایل fpga3.mp4 را ببینید.)

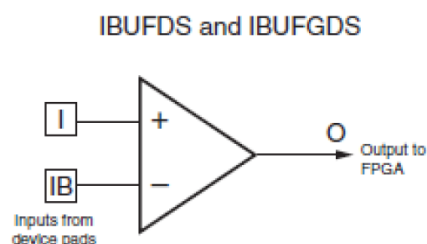
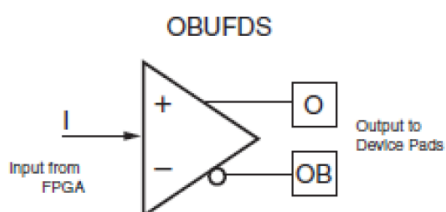
- ماژول اصلی دارای یک فرمان تک بیتی Start است که از کاربر برای شروع عملیات سریال کردن داده‌ها دریافت می‌کند.

- از کلاک اصلی بورد به عنوان سیگنال پالس ساعت استفاده نمایید. (فرکانس کلاک اصلی برد 24MHz است. در testbench هم، همین فرکانس را تولید کرده و به عنوان کلاک اصلی استفاده کنید.) Baudrate را ۹۶۰۰ در نظر بگیرید.

- پس از اتمام عملیات باید مقادیر موجود در خانه‌های با آدرس یکسان در هر دو حافظه با یکدیگر مقایسه و از صحت عملکرد برنامه اطمینان حاصل شود. خانه‌ها باید تک به تک مقایسه شوند. در testbench می‌توانید از هر روش دلخواهی برای مقایسه استفاده کنید ولی برای حالتی که برنامه قابل تست روی برد باشد، از LEDها برای نشان دادن صحت این مقایسه استفاده کنید. به این صورت که با استفاده از کلیدهای کشویی آدرس داده شود و با یکسان بودن محتوای دو خانه‌ی مقایسه شده، LED مربوط روشن شود.

۳- در این قسمت یک داده‌ی ۸ بیتی را که از ورودی کلیدهای کشویی دریافت می‌کنید با استفاده از ماژول فرستنده‌ی UART و از طریق بلوک OBUFDS به صورت تفاضلی از طریق دو پین به خارج FPGA فرستاده و با استفاده از بلوک IBUFDS این دو پین را خوانده و مجدداً وارد FPGA نمایید و به ماژول گیرنده بدهید. مقداری که ماژول گیرنده دریافت می‌کند را روی LED های بُرد آزمایشگاه نمایش دهید تا از صحت عملکرد فرستنده و گیرنده از طریق ارسال تفاضلی اطمینان حاصل نمایید. توجه کنید که برای انتخاب پین‌های تفاضلی باید به اعداد و پلاریته‌ی ذکر شده در دیتاشیت ug381.pdf توجه کنید. بلوک‌های تفاضلی که در این قسمت استفاده می‌کنید، اصطلاحاً Primitive نام دارند. Primitive ها به طور خلاصه بلوک‌هایی هستند که به طور بهینه روی سخت افزار FPGA وجود دارند و هرچند می‌توان از طریق کدنویسی همان عملکرد را ایجاد کرد، اما بهتر است در صورت نیاز از آن‌ها استفاده شود. نحوه‌ی استفاده از Primitive ها در کد به این صورت است که مانند ماژول‌های دیگر با استفاده از نام بلوک و مقدار دهی به ورودی‌ها و خروجی‌ها به صورت زیر فراخوانی می‌شوند:

```
OBUFDS o1 (
    .I (Tx),
    .O (OTx),
    .OB (OB)
);
IBUFDS o2 (
    .I (IRx),
    .IB (IB),
    .O (Rx)
);
```



### نحوه‌ی تحویل:

- فایلی که در سامانه آپلود می‌کنید باید یک فایل فشرده حاوی پیش‌گزارش، گزارش کار و فولدر کامل پروژه باشد.
- فایل ارسالی را با حروف انگلیسی و با فرمتی مشابه myname\_9511111\_exp1 نام‌گذاری کنید.
- گزارش کار باید حاوی توضیحات لازم در مورد کدهای نوشته شده و مراحل انجام کار و نتایج شبیه‌سازی‌ها باشد. کیفیت گزارش کار به طور جدی در نمره اثرگذار است.
- پیش‌گزارش و گزارش کار را به صورت تایپ شده با قلم B Nazanin اندازه‌ی ۱۴ بنویسید.
- سعی کنید کدهای خود را خوانا و مرتب نوشته و کامنت گذاری کنید.
- آزمایش‌ها باید به صورت انفرادی انجام و تحویل داده شود.