



دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی برق
درس ساختار کامپیوتر و ریزپردازنده و آزمایشگاه
(۷۵۴-۲۵)

آزمایش شماره ۱

ضرب کننده‌ی سریال

نیمسال دوم ۹۴-۹۳

تهیه کنندگان:

مهندس سید محمد جواد سید طالبی
دکتر محمدرضا موحدین

بنام خدا

پیاده‌سازی و شبیه‌سازی ضرب‌کننده سریال^۱

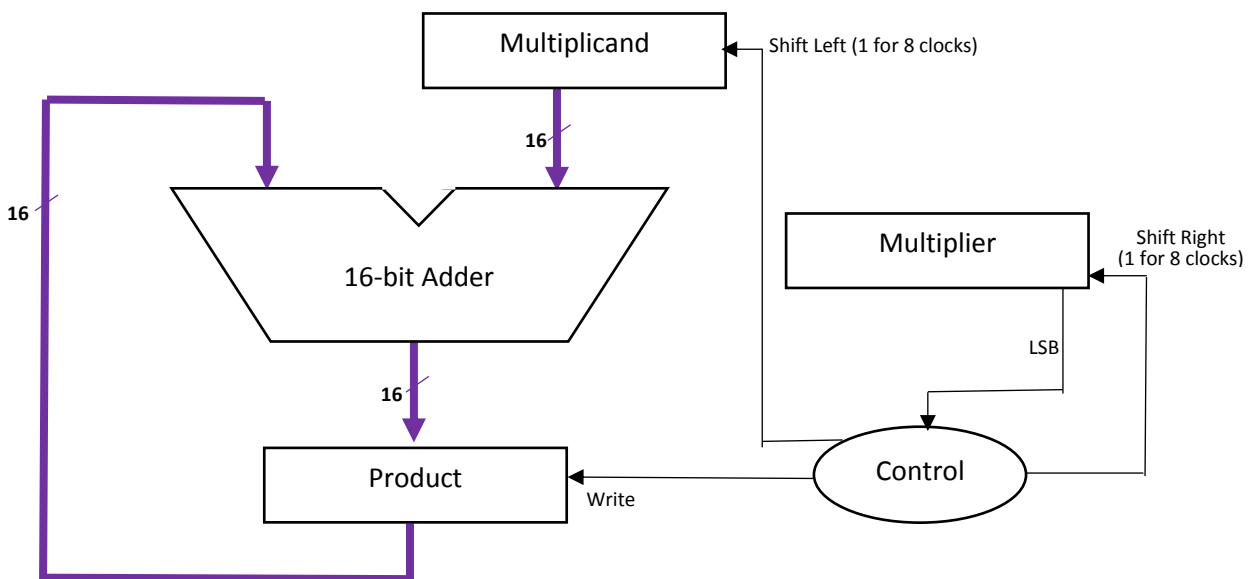
هدف از این آزمایش آشنایی با پیاده‌سازی سخت‌افزاری ضرب‌کننده‌ها و پیاده‌سازی سخت‌افزاری یک ضرب‌کننده سریال ۸ بیتی و توصیف آن توسط زبان توصیف سخت‌افزار^۲ Verilog و سپس شبیه‌سازی آن کد برای اطمینان از صحت عملکرد سخت‌افزار توصیف شده، می‌باشد.

پیش از آزمایشگاه :

الف) حتما پیش از حضور در آزمایشگاه نرم افزار ModelSim را بر روی لپ‌تاپ‌های خود نصب کنید.
ب) مطالب گفته شده در کلاس درس پیرامون ضرب‌کننده‌های سریال را مرور کنید.

۱- ضرب دو عدد بدون علامت

شکل (۱) نمودار بلوکی یک ضرب‌کننده ساده برای محاسبه حاصل ضرب دو عدد بدون علامت ۸ بیتی را نشان می‌دهد.



شکل ۱

^۱ Serial multiplier

^۲ Hardware Description Language

برای ساخت این ضرب‌کننده یک رجیستر^۳ ۸ بیتی برای قرار دادن مضروب‌فیه^۴، یک رجیستر ۱۶ بیتی برای نگهداری مضروب^۵ (و شیفت یافته‌های آن) و یک رجیستر ۱۶ بیتی برای نگهداری حاصل‌ضرب در نظر گرفته شده است. همچنین یک جمع‌کننده‌ی ۱۶ بیتی برای انجام عملیات جمع بکار گرفته شده است. یعنی در مجموع ۴۰ بیت رجیستر و یک جمع‌کننده ۱۶ بیتی برای پیاده‌سازی آن صرف شده است.

عملکرد طرح فوق به زبان ساده بدین صورت قابل بیان است:

(۱) با آغاز عملیات که توسط ورودی start کنترل می‌شود، مضروب‌فیه را در رجیستر Multiplier و مضروب را در ۸ بیت ابتدایی رجیستر Multiplicand بارگذاری می‌کنیم.

(۲) در هر سیکل کلاک Multiplier یک بیت به سمت راست و Multiplicand یک بیت به سمت چپ شیفت پیدا می‌کند.

(۳) با توجه به کم ارزش ترین بیت Multiplier تصمیم گرفته می‌شود که آیا نتیجه جدید در رجیستر Product نوشته شود یا همان مقدار قبلی را حفظ کند (به معنی صفر بودن Partial Product در حال محاسبه)

(۴) این کار به تعداد ۸ پالس ساعت تکرار می‌شود.

توجه: در شکل (۱) مسیر کنترل^۶ با رنگ مشکی و مسیر داده^۷ با رنگ بنفش نشان داده شده است.

۱-۱- بررسی کد Verilog طراحی بخش ۱

کد Verilog طراحی فوق به نام (multiplier1.v) بر روی کامپیوترهای آزمایشگاه قرار داده شده است.

الف) بخش‌های مختلف بلوک دیاگرام و نحوه پیاده‌سازی آن را در کد بررسی کنید. و آن را به دستیار آزمایشگاه توضیح دهید.

ب) توضیح دهید قسمت کنترل نشان داده شده در شکل (۱) چگونه پیاده‌سازی شده است؟

۱-۲- بررسی صحت کد بخش ۱-۱ با انجام شبیه‌سازی

همواره برای بررسی صحت عملکرد یک سخت افزار توصیف شده با Verilog باید با کمک گرفتن از یک نرم افزار شبیه‌ساز، ورودی‌های مختلفی را به طراحی بدهیم و بررسی کنیم که آیا خروجی‌هایی که طراحی ما تولید می‌کند همان خروجی‌های مورد انتظار هستند یا خیر. برای این منظور امکانات اضافی در زبان Verilog پیش‌بینی شده است تا بتوانیم کدهایی برای تست کردن سخت‌افزارهای تولید شده بنویسیم. به این کدهای تست (test-bench) گفته می‌شود. آنگاه با استفاده از یک نرم‌افزار شبیه‌ساز مانند ModelSim این test-bench را اجرا کرده و عملکرد مدار خود را شبیه‌سازی کنیم.

کد test-bench برای تست کد بخش ۱-۱ با نام (multiplier1_tb.v) بر روی کامپیوترهای آزمایشگاه قرار داده شده است.

الف) به کمک دستیار آزمایشگاه بخش‌های مختلف این کد را بررسی کنید.

ب) به کمک دستیار آزمایشگاه این test bench را به وسیله نرم افزار ModelSim اجرا کرده و از صحت عملکرد ضرب‌کننده اطمینان حاصل کنید.

³ Register

⁴ Multiplier

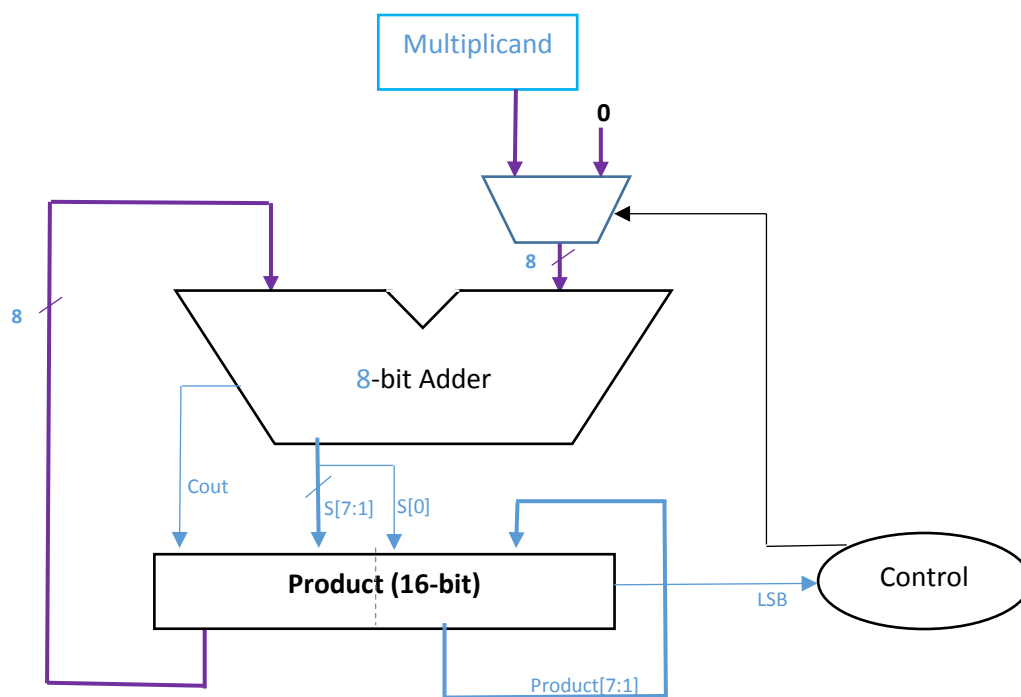
⁵ Multiplicand

⁶ Control path

⁷ Data path

۳-۱- بهبود ضرب کننده بخش ۱

در اختیار گرفتن ۴۰ بیت رجیستر و جمع کننده ۱۶ بیتی برای ضرب اعداد بدون علامت ۸ بیتی، اسراف منابع می باشد. طرح بهینه شده ضرب کننده در شکل (۲) نمایش داده شده است.



شکل ۲

الف) یک کد وریلاگ جدید به نام (multiplier2.v) ایجاد کنید و کد قبلی را تغییر داده و ساختار شکل (۲) را پیاده سازی کنید.
 ب) با تغییر کد test bench قسمت قبل کد (multiplier2__tb.v) را برای بررسی صحت کد خود ایجاد کنید و آن را در نرم افزار ModelSim اجرا کنید.

۲- ضرب اعداد علامت دار

الف) طراحی شکل (۲) را به نحوی تغییر دهید که اگر Multiplier و Multiplicand اعداد علامت دار مکمل دو باشند، عملیات ضرب دو عدد به صورت علامت دار محاسبه گردد. کد وریلاگ آن را در فایل (multiplier3.v) قرار دهید.
 ب) با تغییر کد test bench قسمت قبل کد (multiplier3__tb.v) را برای بررسی صحت کد خود ایجاد کنید و آن را در نرم افزار ModelSim اجرا کنید.

۳- عمومی سازی تعداد بیت های ضرب کننده علامت دار (در صورت عدم تکمیل در زمان آزمایشگاه، بعداً تحویل گردد)

ضرب کننده اعداد علامت دار قسمت پیش را به شکلی تغییر دهید که تعداد بیت ورودی های آن را بتوان با پارامتر nb مشخص نمود.

موفق باشید