

به نام خدا



دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی کامپیوتر

آزمایشگاه طراحی سیستم‌های دیجیتال

آزمایش پنجم:
طراحی واحد ضرب کننده

محمدجواد هزاره، یاسین موسوی

تابستان ۱۴۰۰

فهرست مطالب

۲	۱	مقدمه
۲	۱.۱	هدف آزمایش
۲	۲.۱	مبانی تئوری
۳	۲	معماری مدار
۳	۱.۲	روش کار
۳	۲.۲	واحد کنترل
۴	۳.۲	مسیر داده
۵	۳	شبیه سازی عملکرد مدار

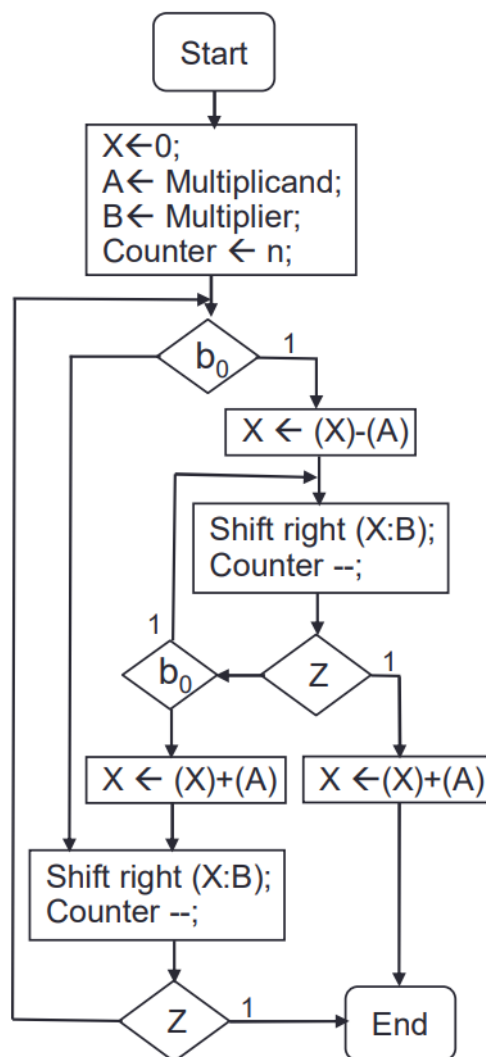
۱ مقدمه

۱.۱ هدف آزمایش

در این آزمایش هدف طراحی یک واحد ضرب‌کننده به روش الگوریتم Booth بود.

۲.۱ مبانی تئوری

الگوریتم Booth یک الگوریتم برای ضرب دو عدد n بیتی در یکدیگر بوده که براساس روش Add Shift & است. مراحل این الگوریتم در شکل ۱ آمده است.



شکل ۱: مراحل الگوریتم Booth

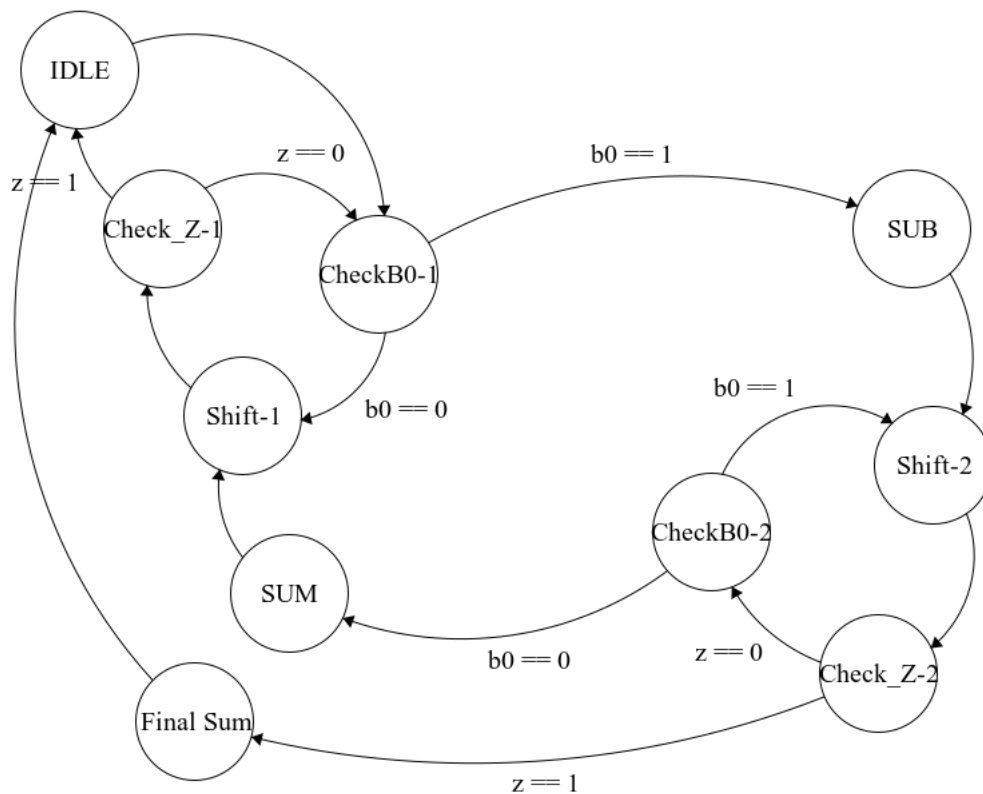
۲ معماری مدار

۱.۲ روش کار

برای پیاده‌سازی الگوریتمی که در شکل ۱ نشان داده شد، دو واحد مسیر داده و واحد کنترل در نظر می‌گیریم. واحد کنترل در واقع یک ماشین حالت است که حالت‌های مختلفی که در الگوریتم داریم را طی کرده و مسیر داده نیز با توجه به حالتی که این ماشین در آن قرار داد، داده‌ها را جمع و یا تفریق کرده و شیفت می‌دهد.

۲.۲ واحد کنترل

همانطور که گفته شد این واحد یک ماشین حالت است که نمودار آن را در شکل ۲ می‌توان دید.



شکل ۲: ماشین حالت واحد کنترل

با توجه به تقارن نمودار، می‌توان حالت‌هایی که زیروند دارند را با استفاده از یک متغیر دیگر تشخیص داد و برای آن‌ها حالت جدیدی در نظر نگرفت.

ورودی‌های این واحد نیز سیگنال‌های `data_ready` و `b0` هستند که به ترتیب نشان دهنده آماده بودن اعداد و شروع به کار واحد ضرب‌کننده و بیت اول ضرب‌کننده می‌باشند. خروجی‌های آن نیز `o_subtract`، `o_result_ready` و `o_state` هستند که سیگنال اول نشان‌دهنده نوع عملیات

محاسباتی ای است که باید صورت بگیرد (تفریق یا جمع ضرب شونده) و کاربرد سیگنال‌های دیگر نیز از اسم آن‌ها مشخص است.

۳.۲ مسیر داده

این قسمت با استفاده از حالتی که واحد کنترل دارد، تصمیم به جمع یا تفریق ضرب‌شونده با رجیستر کمکی X می‌گیرد. ورودی‌های آن اعداد A و B به همراه سیگنال‌های $state$ و $subtract$ که از واحد کنترل می‌آیند می‌باشد. خروجی‌های آن نیز $b0$ و $result$ هستند که $b0$ در واحد کنترل استفاده شده و $result$ نیز جواب ضرب را نشان می‌دهد.

۳ شبیه‌سازی عملکرد مدار

در شکل ۳ شبیه‌سازی مدار برای ضرب اعداد ۳ و ۱۳ آورده شده که در آن می‌توان حالت ماشین واحد کنترل و عملکردی که مسیر داده داشته است را مشاهده کرد.

```
# time:      0, A:  3, B: 13, result: 00001101 -( 13), result_ready: 0, state:000, counter:0
# time:      5, A:  3, B: 13, result: 00001101 -( 13), result_ready: 0, state:001, counter:0
# time:      7, A:  3, B: 13, result: 11011101 -(221), result_ready: 0, state:010, counter:0
# time:      9, A:  3, B: 13, result: 11101110 -(238), result_ready: 0, state:011, counter:1
# time:     11, A:  3, B: 13, result: 11101110 -(238), result_ready: 0, state:001, counter:1
# time:     13, A:  3, B: 13, result: 00011110 -( 30), result_ready: 0, state:010, counter:1
# time:     15, A:  3, B: 13, result: 00001111 -( 15), result_ready: 0, state:011, counter:2
# time:     17, A:  3, B: 13, result: 00001111 -( 15), result_ready: 0, state:001, counter:2
# time:     19, A:  3, B: 13, result: 11011111 -(223), result_ready: 0, state:010, counter:2
# time:     21, A:  3, B: 13, result: 11101111 -(239), result_ready: 0, state:011, counter:3
# time:     23, A:  3, B: 13, result: 11101111 -(239), result_ready: 0, state:010, counter:3
# time:     25, A:  3, B: 13, result: 11110111 -(247), result_ready: 0, state:011, counter:4
# time:     27, A:  3, B: 13, result: 11110111 -(247), result_ready: 0, state:100, counter:4
# time:     29, A:  3, B: 13, result: 00100111 -( 39), result_ready: 1, state:000, counter:0
# finished
```

شکل ۳: ضرب ۳ در ۱۳