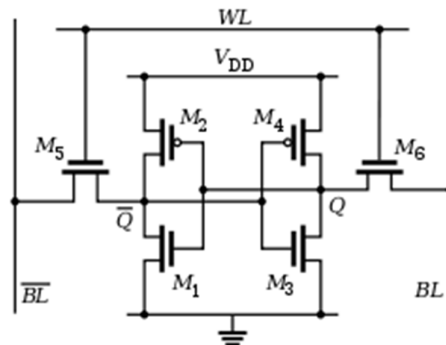




**دانشگاه صنعتی امیرکبیر**  
**دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات**  
**پروژه پایانی درس الکترونیک دیجیتال**  
**نیمسال اول (۹۵-۹۶)**

در این نوشتار پروژه درس الکترونیک دیجیتال توصیف شده است. این پروژه برای انجام انفرادی در نظر گرفته شده است. توجه داشته باشید که این پروژه باید توسط نرم افزار HSPICE و با فایل تکنولوژی 180nm انجام شود که در اختیار شما قرار داده می شود. تاریخ تحویل پروژه روز سه شنبه ۹۵/۱۰/۲۸ خواهد بود. پروژه ها فقط به صورت حضوری و بر اساس زمان بندی مشخص (که متعاقباً اعلام خواهد شد) تحویل گرفته می شوند. در زمان تحویل، تمام فایل های مورد نیاز شامل کد، پرینت گزارش پروژه، و یادداشت های مربوط به مراحل طراحی خود را همراه داشته باشید. پروژه های مشابه به منزله تقلب محسوب شده و با همه افراد درگیر برخورد شدید خواهد شد. قبل از موعد تحویل (حداکثر تا ساعت ۱۷ روز دوشنبه ۹۵/۱۰/۲۷)، کد و گزارش خود را به صورت rar شده به آدرس ایمیل تدریس یار درس (rahmani.m93@aut.ac.ir) ارسال نمایید. برای رفع هرگونه اشکال می توانید با تدریس یار درس یا خود من تماس بگیرید.

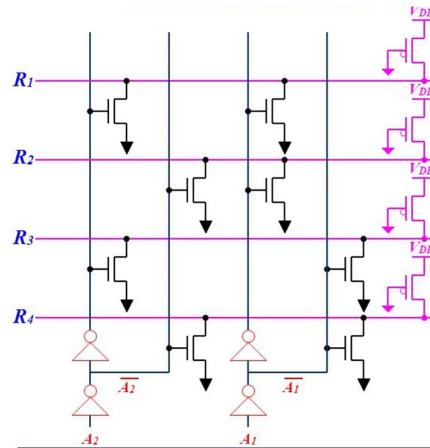
موضوع پروژه درس الکترونیک دیجیتال طراحی حافظه SRAM و یادگیری نحوه عملکرد آن است. یک سلول SRAM با ۶ ترانزیستور در شکل ۱ نشان داده شده است. برای ذخیره سازی هر بیت اطلاعات به ۴ عدد ترانزیستور ( $M_1$  تا  $M_4$ ) که دو وارون کننده را تشکیل می دهند نیاز است. دو ترانزیستوری که به خطوط بیت متصل شده اند ( $M_5$  و  $M_6$ ) برای خواندن از حافظه و نوشتن در آن به کار می روند. دسترسی به سلول حافظه با سیگنال خط کلمه (wordline یا WL) ممکن می شود.



شکل ۱: یک سلول SRAM با ۶ ترانزیستور

برای انجام پروژه ابتدا لازم است که سلول SRAM شکل ۱ را با HSPICE شبیه سازی کنید. پس از اطمینان از صحت عملکرد سلول، حافظه ای با ۴ خط آدرس (۱۶ کلمه) و ۴ بیت در هر کلمه طراحی و شبیه سازی خواهید کرد. به عبارت دیگر، با کنار هم قرار دادن سلول شکل ۱ می بایست یک حافظه  $16 \times 4$  را طراحی کنید.

قابل ذکر است که هر حافظه ای نیاز به یک دیکدر آدرس دارد تا خطوط آدرس را دیکد کرده و سیگنال WL را تولید کند تا سطری که قرار است یک کلمه در آن نوشته یا از آن خوانده شود مشخص و فعال گردد. بنابراین برای طراحی این حافظه نیز به یک دیکدر آدرس نیاز است. در واقع خروجی های دیکدر به خطوط کلمه هر سطر حافظه متصل می شوند و سطر مورد نظر انتخاب می گردد.



شکل ۲: دیکدر ۲ به ۴

یک دیکدر ۲ به ۴ رایج با تعداد کمی ترانزیستور در شکل ۲ نشان داده شده است. برای حافظه  $16 \times 4$  می‌بایست دیکدر آدرس مناسب را تشخیص داده و بر اساس مدار شکل ۲ آن را طراحی و شبیه‌سازی کنید و پس از اطمینان از صحت عملکرد آن مدار، آن را به سلول حافظه متصل نمایید. پس از کامل شدن طراحی می‌توانید با قرار دادن مقادیر مورد نظر ذخیره‌سازی بر روی خطوط بیت و فعال نمودن یک خط آدرس خاص، آن مقدار را در آدرس مورد نظر در حافظه ذخیره کنید و یا از حافظه بخوانید.

## مراحل انجام پروژه:

۱. ابتدا اندازه ترانزیستورهای یک سلول SRAM را با ذکر دلیل تعیین نمایید (راهنمایی: ابتدا فقط تحلیل کنید که کدام ترانزیستورها باید بزرگ‌تر و کدام‌ها کوچک‌تر باشند. سپس اندازه آن‌ها را پیشنهاد دهید).
۲. سلول SRAM را بر اساس اندازه‌های پیشنهادی در مرحله قبل با HSPICE شبیه‌سازی کنید. شبیه‌سازی شما باید شامل یک سیکل کامل از نوشتن مقدار صفر و یک سیکل کامل از نوشتن مقدار یک در حافظه باشد. همچنین، دو سیکل کامل خواندن محتوای حافظه (یک بار با مقدار صفر و یک بار با مقدار یک در حافظه) نیز می‌بایست شبیه‌سازی گردد. نمودارهای خواندن و نوشتن در هر سیکل را از خروجی HSPICE به‌دست بیاورید و گزارش کنید. در مورد تأثیر ابعاد ترانزیستورها بر روی کیفیت فرایندهای نوشتن و خواندن بحث کنید.
۳. دیکدر آدرس مناسب را طراحی و شبیه‌سازی کنید و با چند مثال صحت عملکرد آن را نشان دهید. نمودارهای خروجی HSPICE را در گزارش قید نمایید.
۴. حافظه  $16 \times 4$  را طراحی کنید و دیکدر طراحی شده در مرحله قبل را به آن متصل نمایید. با ذخیره‌سازی اطلاعات متفاوت بر روی چند خانه مختلف از حافظه و خواندن صحیح آن‌ها از صحت عملکرد مدار تا حدی اطمینان حاصل کنید. نمودارهای خواندن و نوشتن را از خروجی HSPICE به‌دست بیاورید.
۵. نتایج به دست آمده در مراحل قبل را تحلیل کنید.

موفق باشید

صدیقی