

مدارهای الکتریکی و الکترونیکی

فصل یازدهم: ترانزیستور

استاد درس: محمود ممتازپور

ceit.aut.ac.ir/~momtazpour

فهرست مطالب

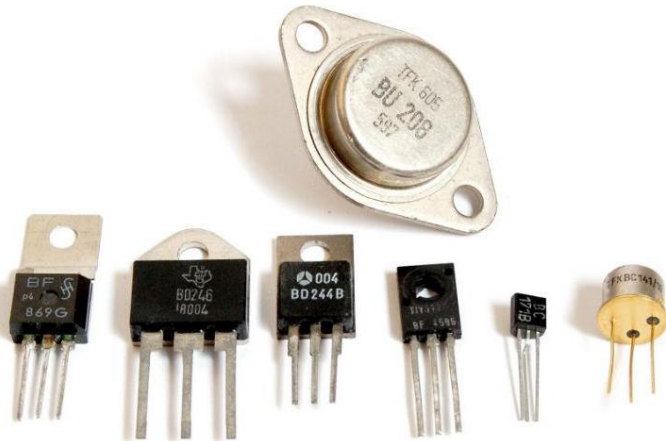
- انواع ترانزیستور
- کاربرد ترانزیستورها
- مدل ترانزیستور در مدارهای دیجیتال
- سوئیچ ایده‌آل

ترانزیستور

□ یک المان سه‌پایه، دارای دو نوع

BJT □

MOSFET □



- BJT: Bipolar Junction Transistor
- MOSFET: Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor

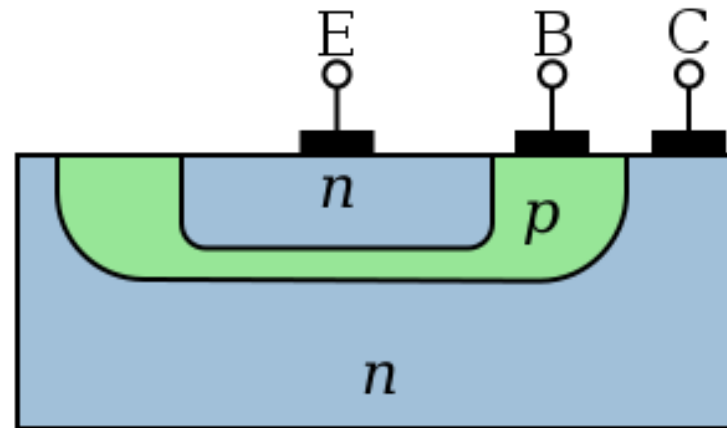
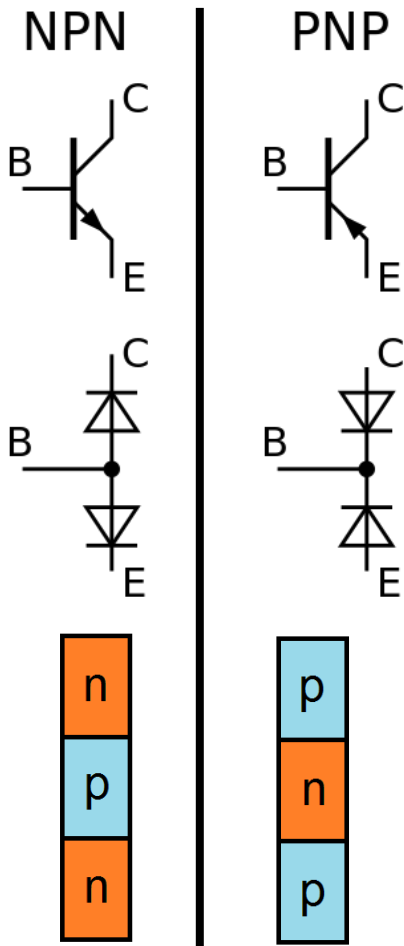
ترانزیستور BJT

□ دارای سه پایه به نام‌های:

□ B (Base)

□ C (Collector)

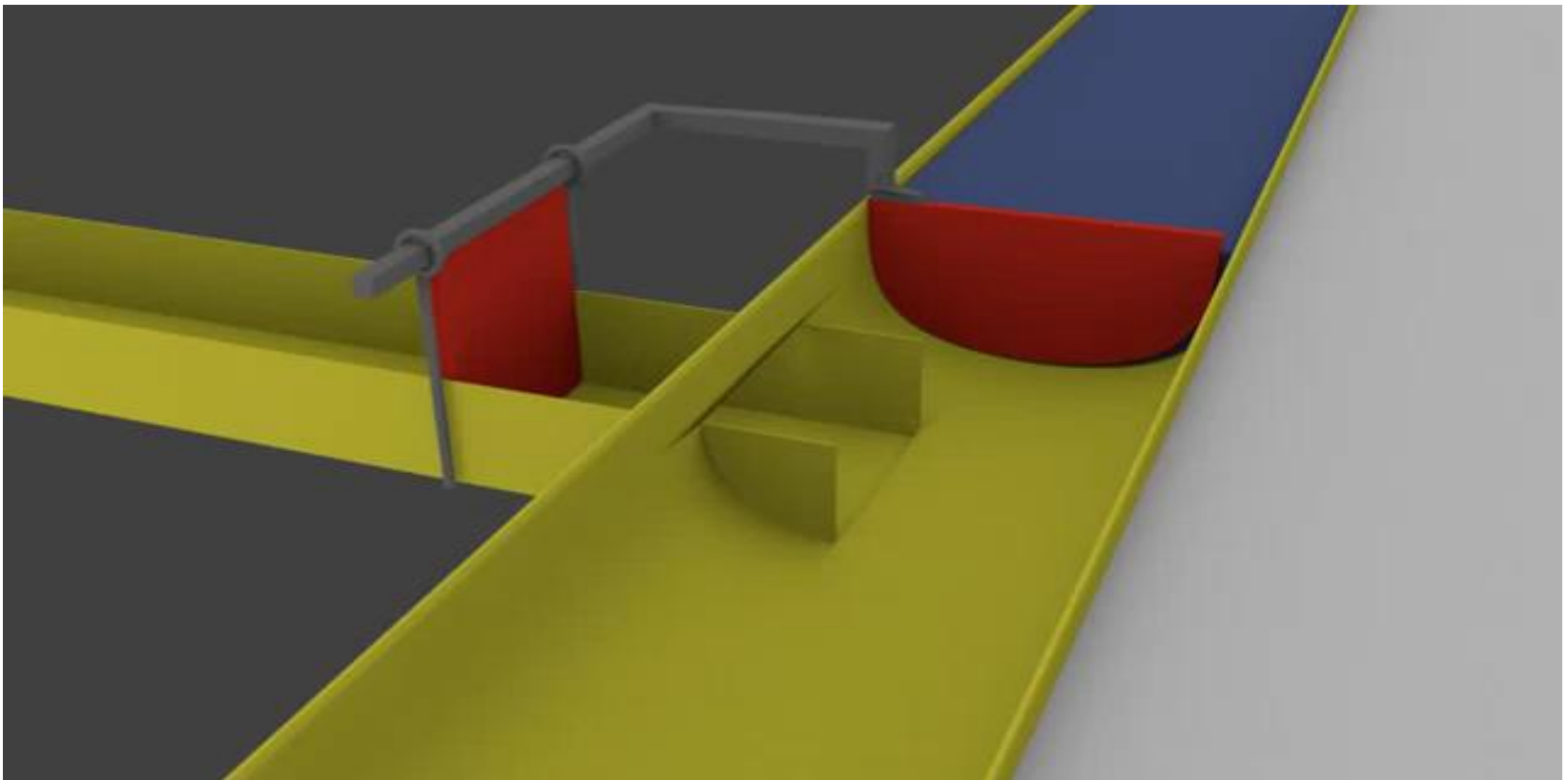
□ E (Emitter)



ساختار ترانزیستور BJT

نحوه عملکرد ترانزیستور BJT

□ عبور یک جریان کم از بیس، باعث عبور یک جریان زیاد بین کلکتور و امیتر می‌شود.



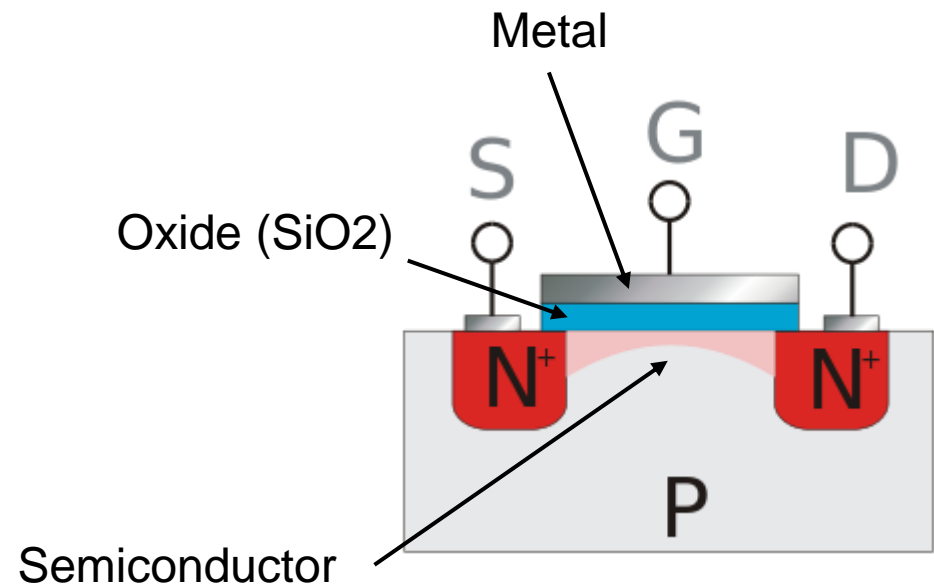
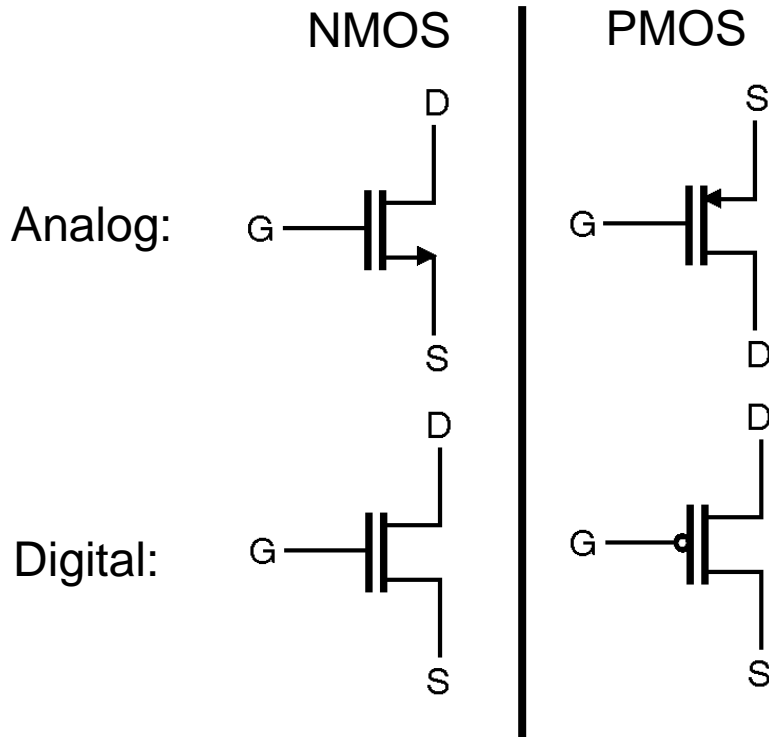
ترانزیستور MOSFET

□ دارای سه پایه به نام‌های:

(Gate) G □

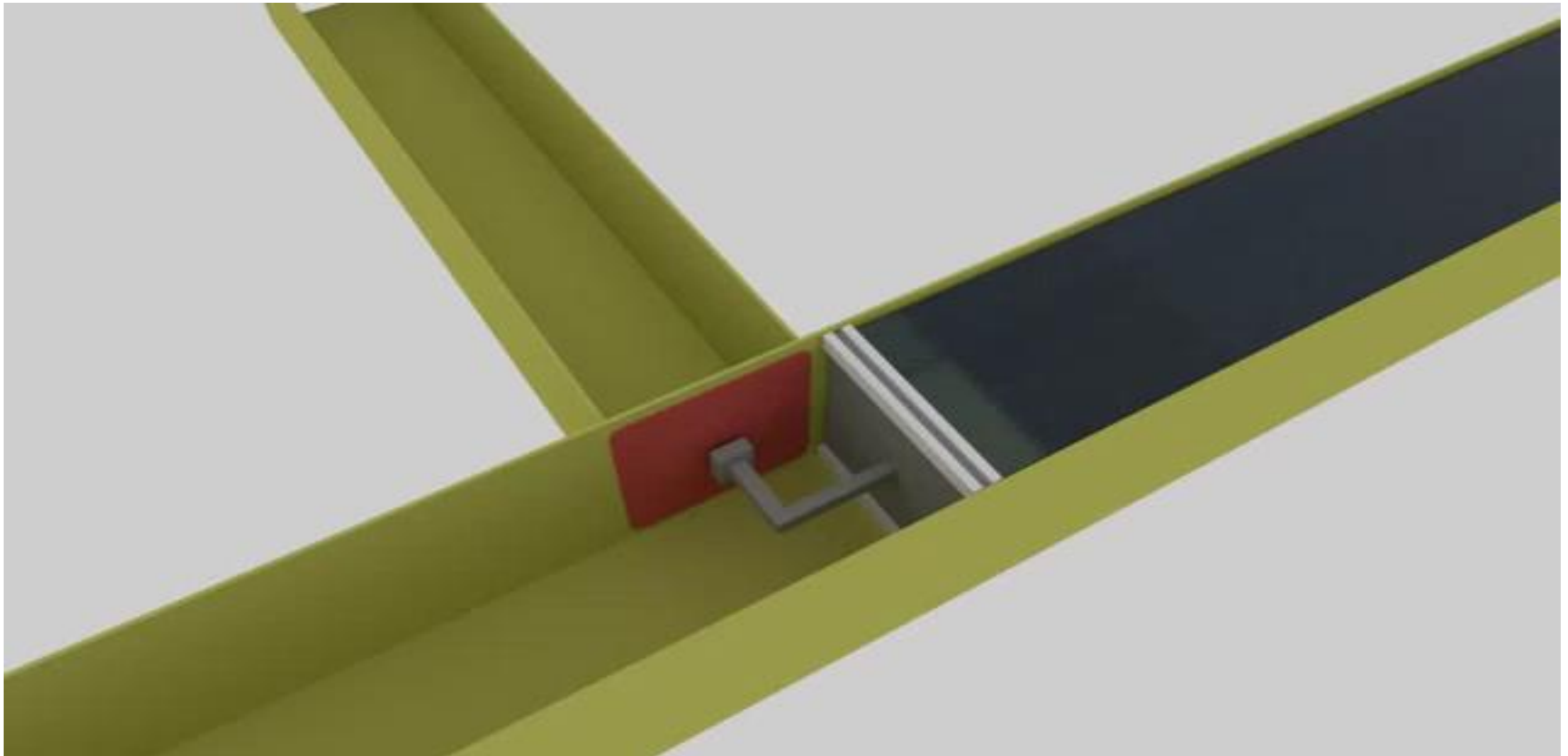
(Source) S □

(Drain) D □



نحوه عملکرد ترانزیستور MOSFET

□ اعمال یک ولتاژ کافی به گیت، باعث عبور جریان متناسب بین درین و سورس می‌شود.

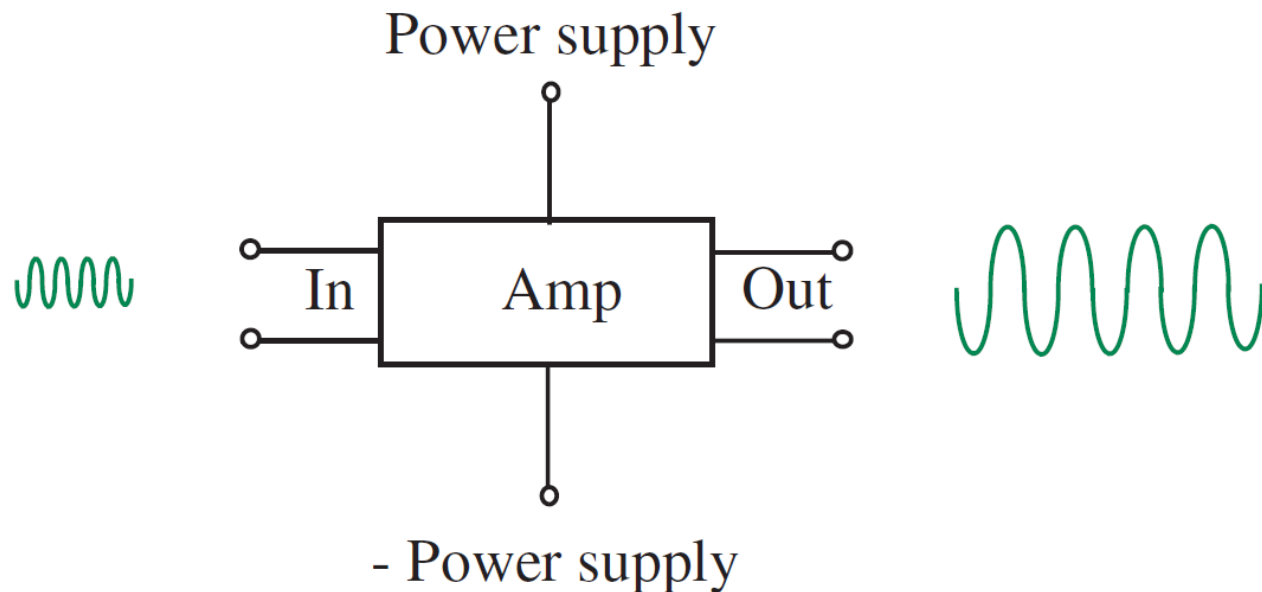


تفاوت‌های ترانزیستور BJT و MOSFET

MOSFET	BJT
ساختار متقارن	ساختار نامتقارن
ولتاژ گیت، جریان سورس-درین را کنترل می‌کند.	جریان بیس، جریان کلکتور-امیتر را کنترل می‌کند.
توان مصرفی کم و مناسب برای مدارها با تعداد بسیار زیاد ترانزیستور	توان مصرفی زیاد (به دلیل غیرصفر بودن جریان ورودی)
مناسب برای مدارهای آنالوگ و دیجیتال	مناسب برای مدارهای آنالوگ فرکانس بالا
وابستگی کم بهره به دما	وابستگی زیاد بهره به دما

کاربردهای ترانزیستور

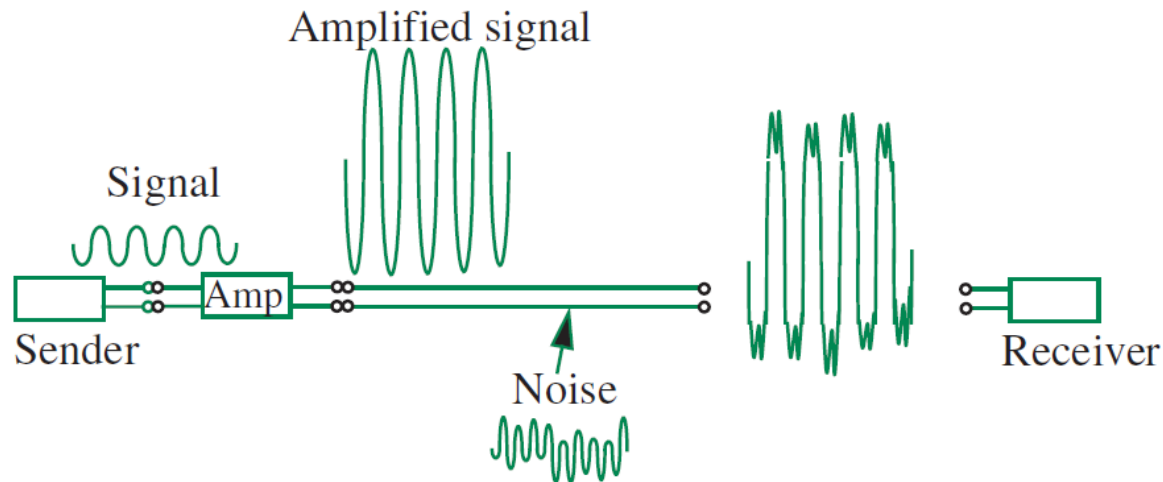
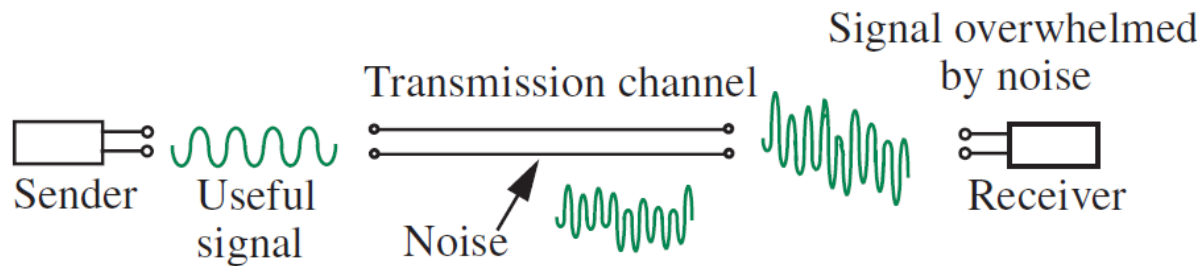
□ در مدارهای آنالوگ به عنوان تقویت کننده



مثال: تقویت کردن سیگنال صوتی دریافتی از میکروفن

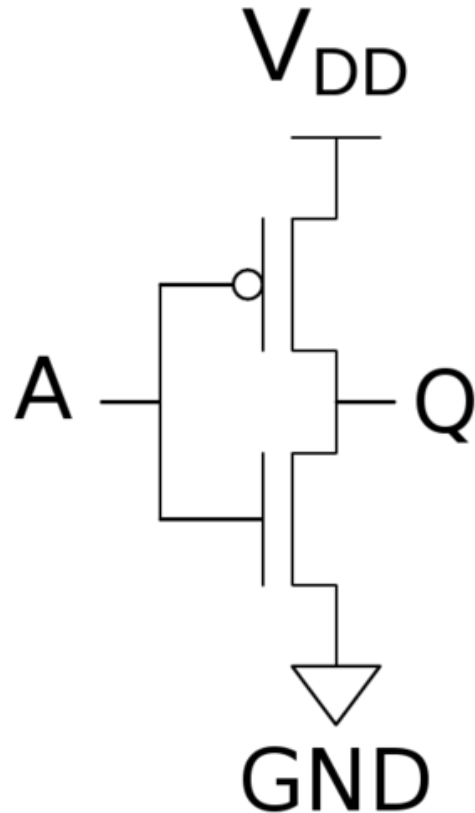
کاربردهای ترانزیستور

□ در مدارهای آنالوگ به عنوان تقویت‌کننده



کاربردهای ترانزیستور

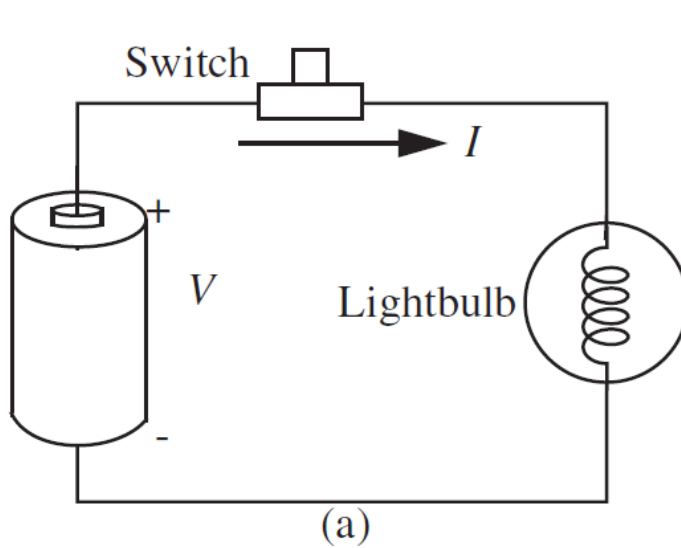
□ در مدارهای دیجیتال به عنوان سوئیچ



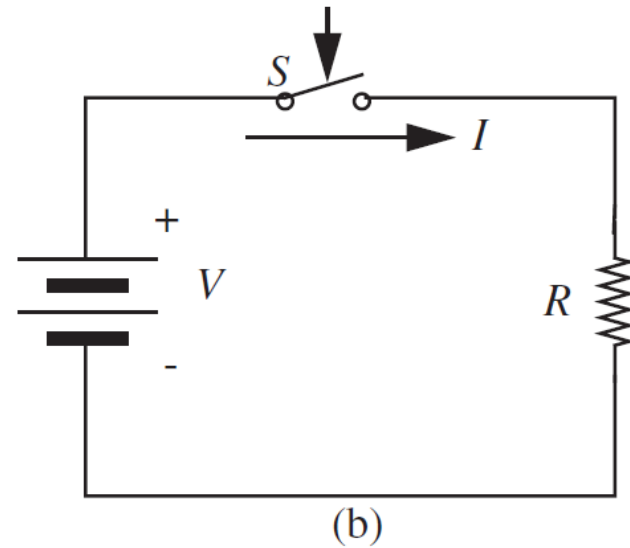
مثال: گیت اینورتر

مدل ترانزیستور به عنوان سوئیچ

□ مثال: روشن و خاموش کردن یک لامپ توسط یک سوئیچ



مدار فیزیکی



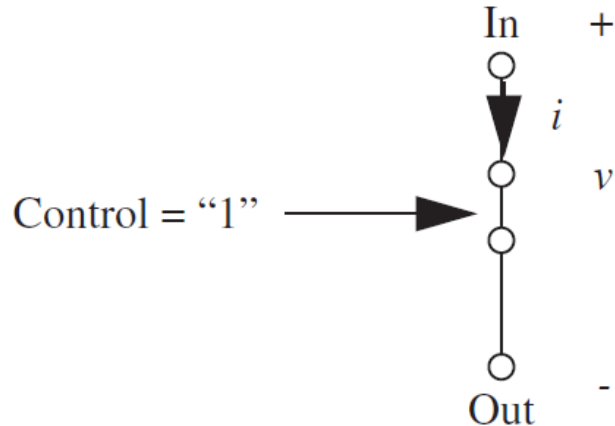
مدل الکتریکی

□ در بسیاری از کاربردها سوئیچی لازم داریم که بتوان خودش را با سیگنال الکتریکی کنترل کرد.

مدل ترانزیستور NMOS به عنوان سوئیچ

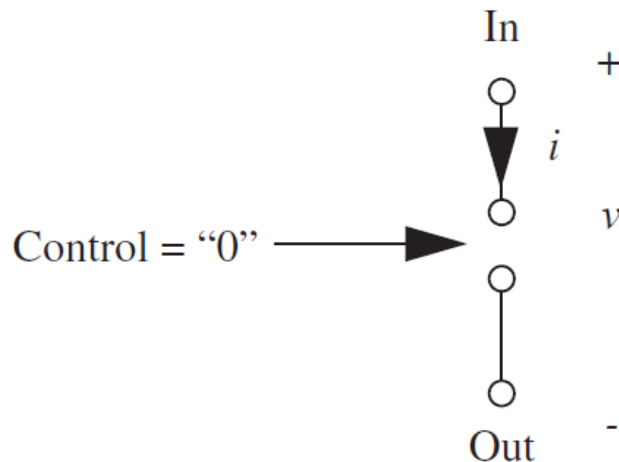
□ حالت روشن

$$\text{Control} = 1 \rightarrow v = 0 \quad \square$$

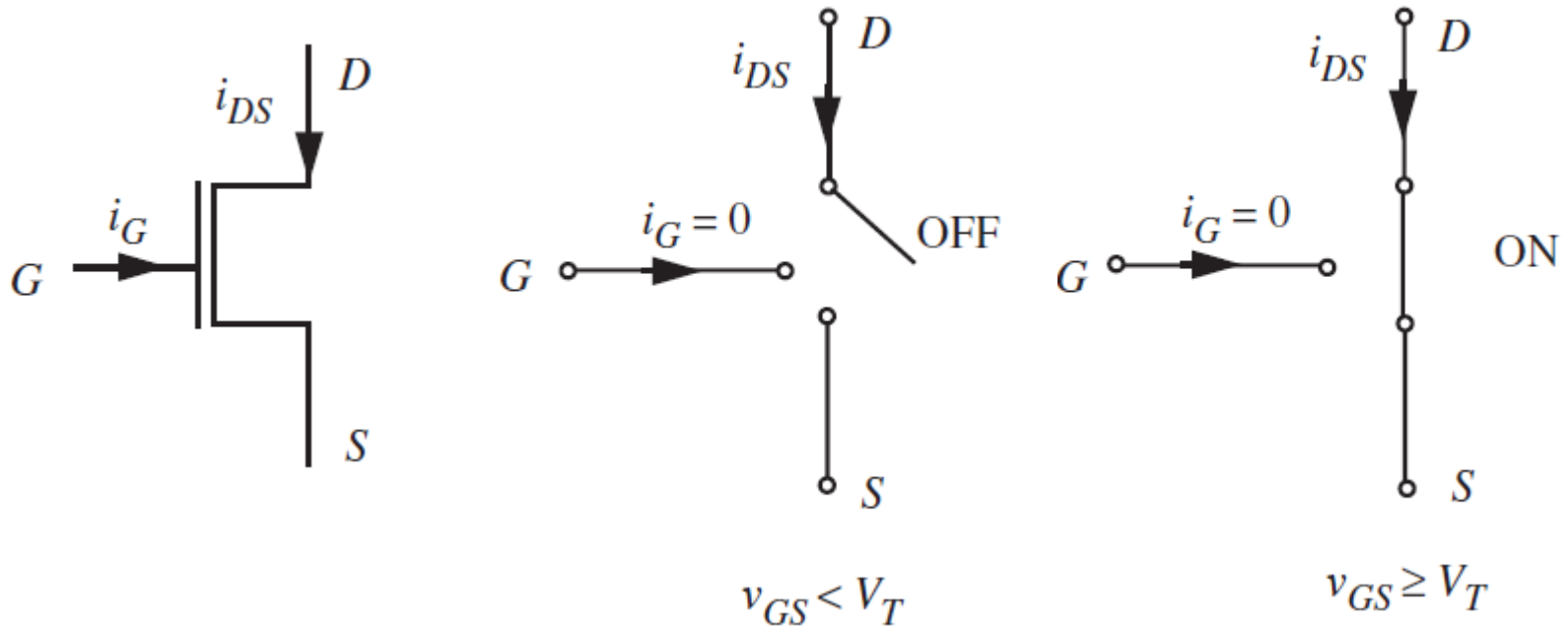


□ حالت خاموش

$$\text{Control} = 0 \rightarrow i = 0 \quad \square$$



ترانزیستور NMOS به عنوان سوئیچ



ترانزیستور NMOS

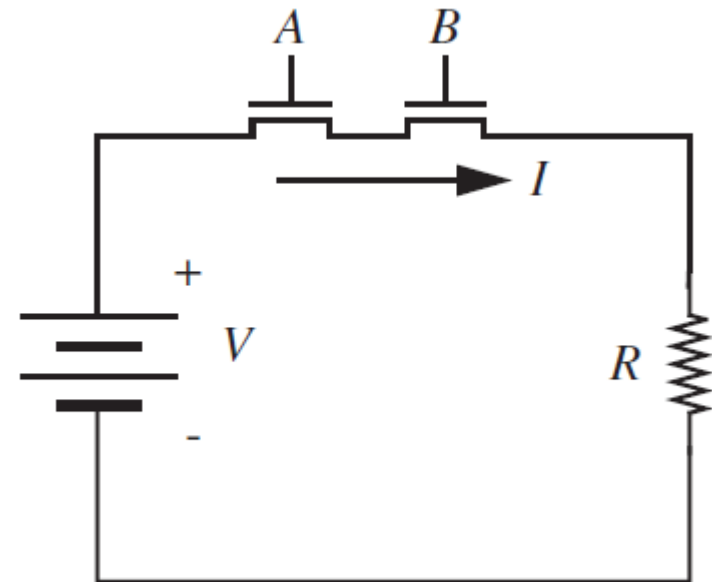
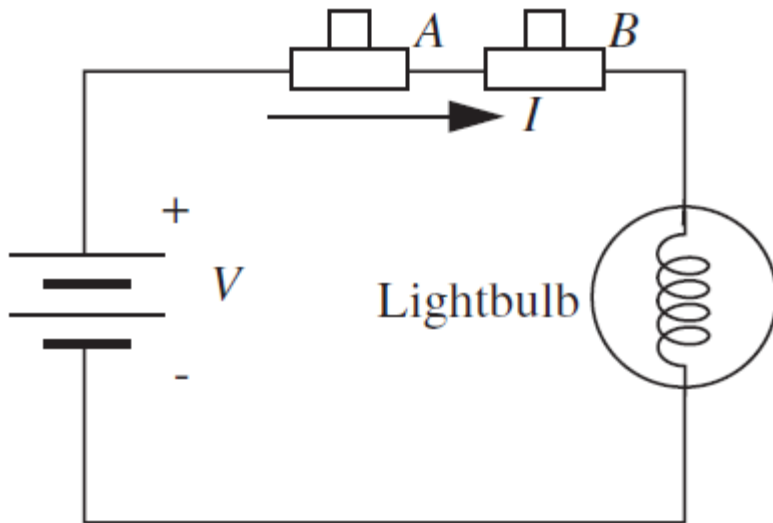
حالت قطع

حالت وصل

□ V_T ولتاژ آستانه ترانزیستور NMOS و یک عدد مثبت است.

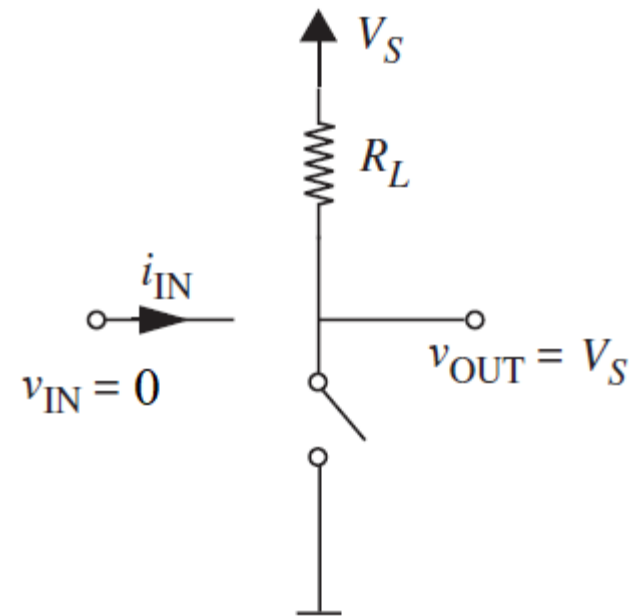
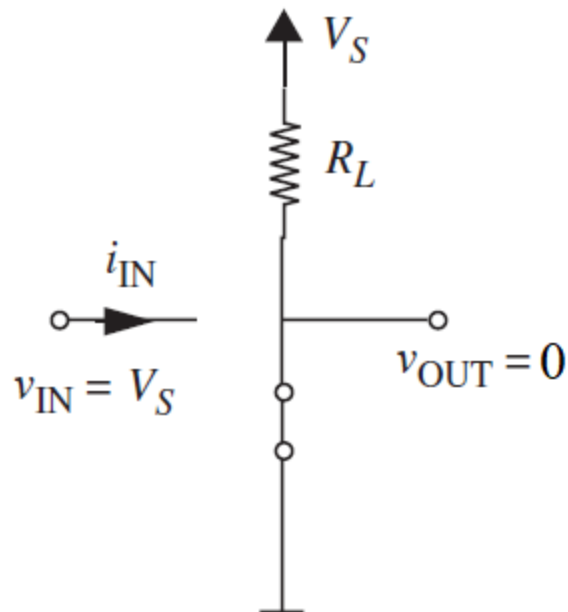
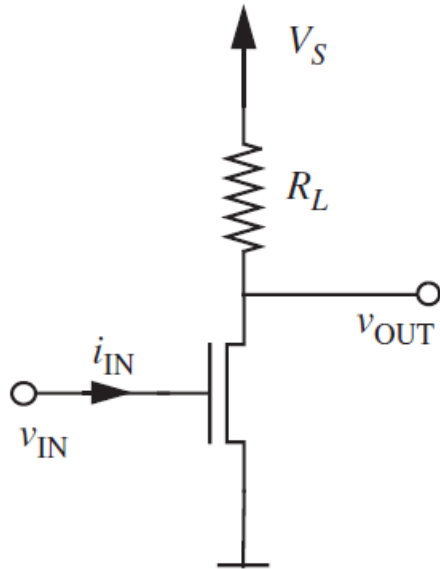
ساخت گیت‌های منطقی

□ مثال: اتصال سری دو سوئیچ



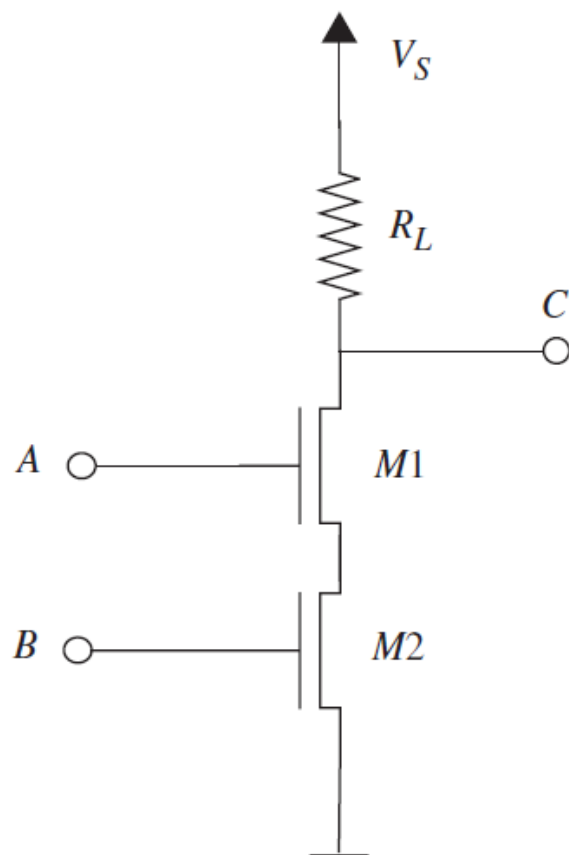
ساخت گیت‌های منطقی

گیت NOT □

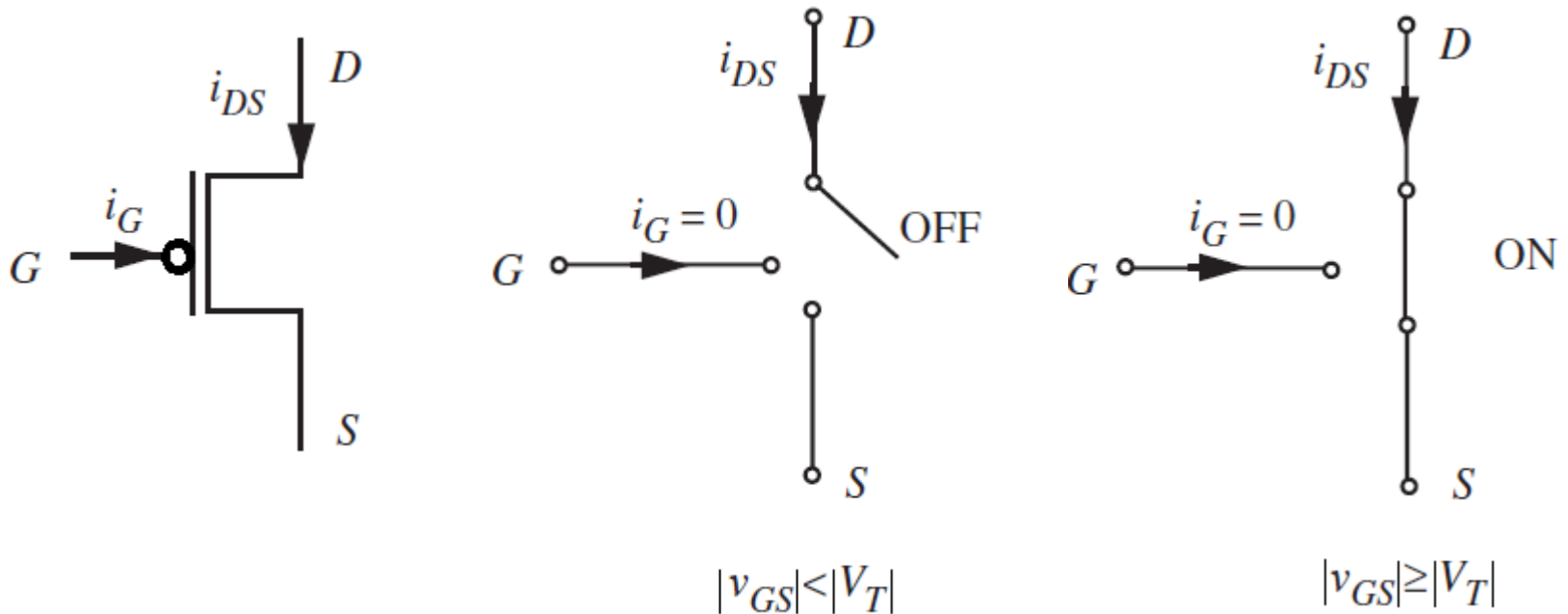


مثال:

□ گیت منطقی زیر چیست؟



ترانزیستور PMOS به عنوان سوئیچ



ترانزیستور PMOS

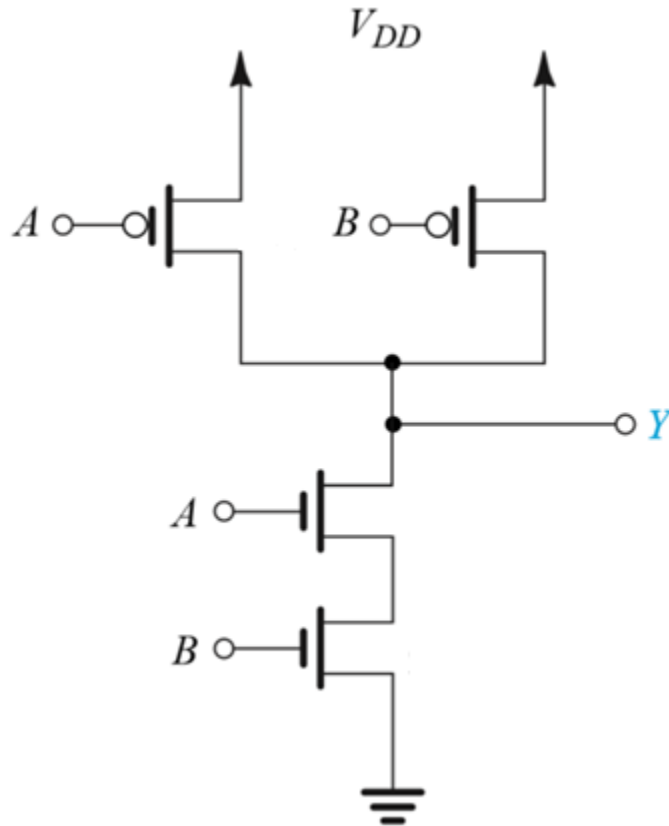
حالت قطع

حالت وصل

□ در V_T ترانزیستور PMOS یک عدد منفی است.

فناوری CMOS

□ استفاده از ترانزیستورهای NMOS در طبقه پایین و گیت‌های PMOS در طبقه بالا

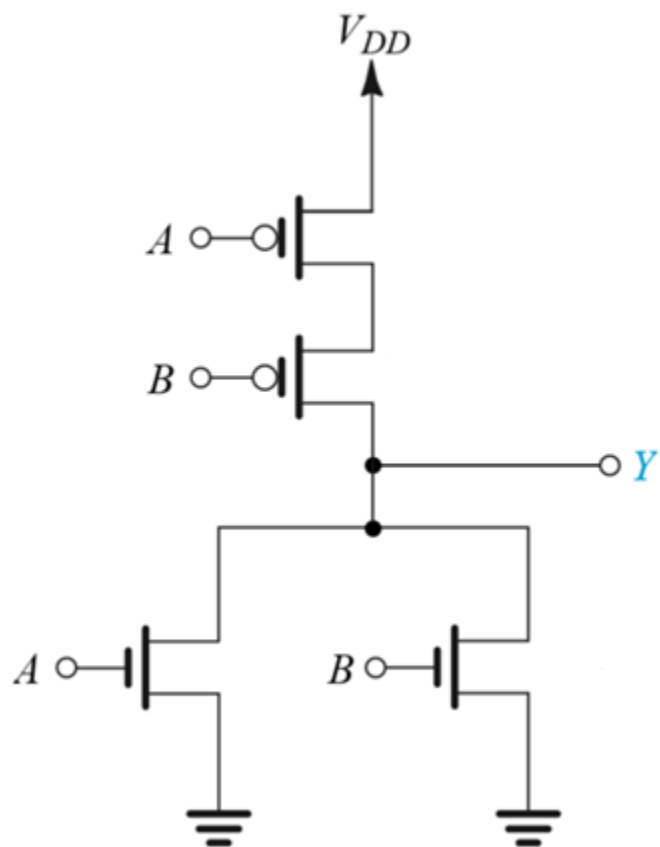


□ مدار روبرو چه گیتی است؟

□ چه مزیتی نسبت به پیاده‌سازی با NMOS و مقاومت دارد؟

تمرین کلاسی 1

□ مدار زیر بیان‌گر چه گیتی است؟



تمرین کلاسی 2

□ تابع $Y = \overline{A(B + CD)}$ را پیاده‌سازی کنید.

□ فقط با استفاده از NMOS و مقاومت

□ با استفاده از ساختار CMOS