

تمرین سری دوازدهم - اصول ادوات حالت جامد - موعد تحویل ۲۶ خرداد - تحویل ستاره دارها (\*) الزامی نیست

۱- در یک ترانزیستور دوقطبی npn با بایاس مستقیم فرض کنید  $N_B = 5 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$  و  $N_C = 2 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$  و عرض متالورژیکی بیس  $0.7 \mu\text{m}$  می باشد. الف) تغییرات عرض بیس را وقتی ولتاژ C-B از  $2V$  به  $10V$  افزایش می یابد.

ب) اگر  $D_B = 25 \text{cm}^2/\text{s}$  و  $V_{BE} = 0.6V$  باشد، با استفاده از نتایج قسمت الف ولتاژ ارلی را پیدا کنید.

۲- در یک ترانزیستور دوقطبی npn با  $N_{DE} = 10^{19} \text{cm}^{-3}$  و  $N_{AB} = 10^{17} \text{cm}^{-3}$  و  $N_{DC} = 10^{16} \text{cm}^{-3}$  و عرض فیزیکی بیس  $W_B = 1 \mu\text{m}$ ، در شرایط تعادل در دمای اتاق قرار دارد.

الف) به دقت نوارهای انرژی را برای افزاره در تعادل رسم کنید با نشان دادن مقادیر عددی مهم (نظیر عرض بیس  $W$  و  $|E_F - E_i|$  در نواحی مختلف) ب) نمودارهای بار، میدان و ولتاژ الکتریکی را بر حسب مکان با نشان دادن مقادیر رسم کنید.

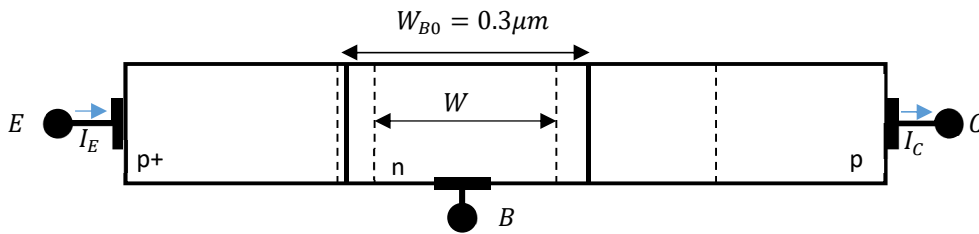
ج) حال با فرض  $V_{BE} = 0.5V$  و  $V_{BC} = -1V$  نمودارهای نوارهای انرژی را رسم کنید. عرض بیس چه تغییری کرده است؟ نمودارهای قسمت ب) را بر روی نمودارهای قبلی (شرایط تعادل) رسم کنید.

۳- یک ترانزیستور دوقطبی با پارامترهای کنترل بار زیر موجود است:  $\tau_N = 10\text{ns}$ ;  $\beta_N = 100$ ;  $\tau_R = 40\text{ns}$ ;  $\beta_R = 5$

الف)  $Q_N$  (بار جمع شده در حالت مستقیم) را با فرض این که  $I_C = 2\text{mA}$  و ترانزیستور در لبه‌ی ناحیه اشباع  $V_{CB} = 0V$  کار می کند را محاسبه کنید.

ب) اگر  $I_C = 2\text{mA}$  و  $I_B = 0.5\text{mA}$  باشد، بارهای جمع شده در حالت مستقیم ( $Q_N$ ) و معکوس ( $Q_R$ ) را محاسبه و با جواب‌های قسمت قبل مقایسه کنید.

۴- یک ترانزیستور دوقطبی pnp مطابق شکل داریم:



$$N_E = 10^{20} \text{cm}^{-3}$$

$$\mu_{nE} = 90 \text{cm}^2/\text{Vs}$$

$$\tau_{nE} = 1\text{ns}$$

$$N_B = 10^{18} \text{cm}^{-3}$$

$$\mu_{nB} = 150 \text{cm}^2/\text{Vs}$$

$$\tau_{pB} = 50\text{ns}$$

$$N_C = 10^{16} \text{cm}^{-3}$$

$$\mu_{nC} = 1000 \text{cm}^2/\text{Vs}$$

$$\tau_{nC} = 1\text{ns}$$

الف) به ازای  $V_{EB} = 0.6V$  و  $V_{BC} = 6V$  و  $W_B$  را محاسبه کنید.

ب)  $\alpha_T = \beta$  و  $\gamma_E = 1$  و  $\alpha_T = 1$  در محاسبه‌ی  $\beta$  چقدر است؟

۵- (\*) یک ترانزیستور  $p^+ - n - p^+$  متقارن در چهار آرایش مختلف به عنوان یک المان دو سر "دیود" استفاده شده. فرض کنید  $V \gg kT/q$ . نمودار حامل‌های اقلیت در بیس را

در هر حالت رسم کنید. کدام آرایش برای دیود مناسب‌تر است؟ چرا؟

