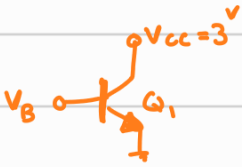
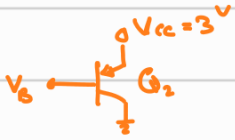
تمرین سری ششم - الکترونیک ۱ - (*) تحویل اختیاری (sp) با اسپایس هم تایید کنید

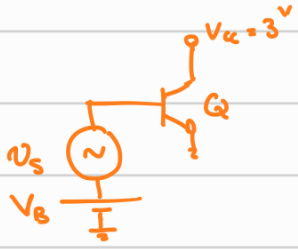


۱- برای ترانزیستور تک‌مدل روبرو $I_S = 10^{-5}A$ ، $V_A = \infty$ الف) I_C را برای $V_{BE} = \{0, 0.1, 0.2, .. 0.7\}$ محاسبه کنید و نمودار i_C-v_{BE} آن را رسم کنید. ب) مقادیر V_{BE} را به ازای $I_C = \{1, 2, 3\}^{mA}$ به دست آورید و نمودار i_C-v_{CE} را به ازای سه مقدار محاسبه شده V_{BE} در قسمت قبل رسم کنید (فرض کنید $V_{CE\,sat} = 0.2^V$ است)



د) مراحل بالا را برای ترانزیستور Q_2 (با همان مقادیر و جهت‌ها و با در نظر گرفتن علامت مناسب) تکرار کنید.

هـ) اگر $V_A = 30^V$ بود چه تفاوتی می‌کرد (تمام جواب‌ها)

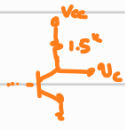


۲- (sp) در مدار شکل روبرو $I_S = 10^{-15}\,A$ ، V_B یک ولتاژ DC، $v_s = \hat{v}_s \sin \omega t$

الف) با فرض $\hat{v}_s = 0$ ، V_B را چنان بیابید تا $I_C = 1^{mA}$ باشد

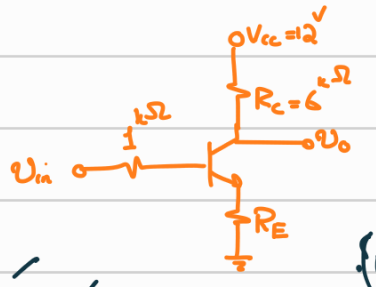
ب) با فرض $\hat{v}_s = 1^{mV}$ و V_B قسمت قبل، v_{BE} و i_c را برحسب زمان رسم کنید

ج) ب را با فرض $\hat{v}_s = 40^{mV}$ تکرار کنید

(*) حال یک مقاومت 1.5^k بین کلکتور Q و V_{cc} قرار دهید (

) ب و ج را تکرار کنید و v_c را هم رسم کنید.

۳- (sp) با اسپایس یک curve-tracer (مشخصه‌نگار) آنطور که در درس دیدید را عمل کنید و برای یک ترانزیستور npn و pnp مشخصه‌ای به دلخواه رسم کنید



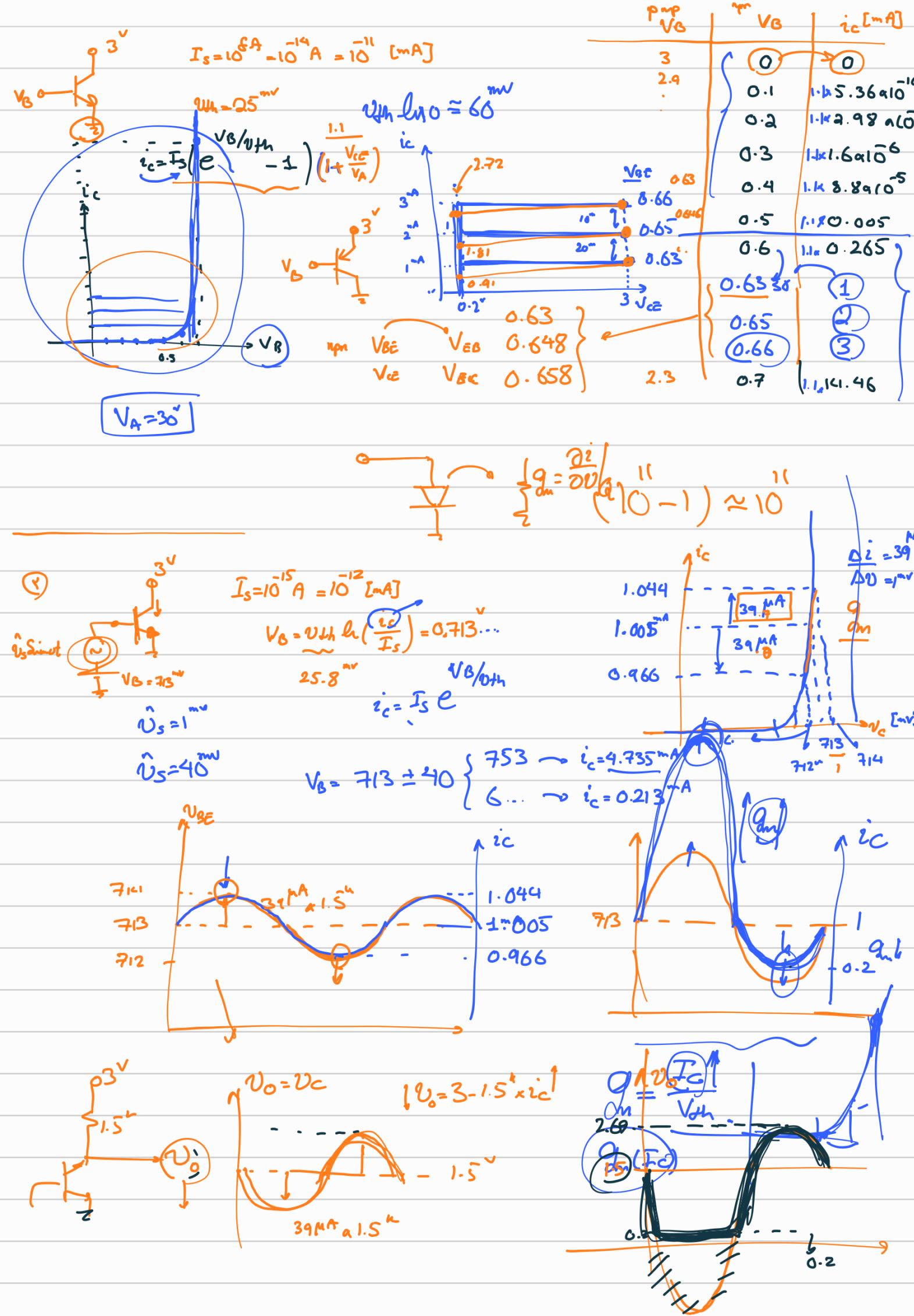
۴- (sp) در مدار روبرو ترانزیستوری با $I_S\big|_{T=20^\circ} = 10^{-14}\,A$ ، $\beta_F = 100$ داریم.

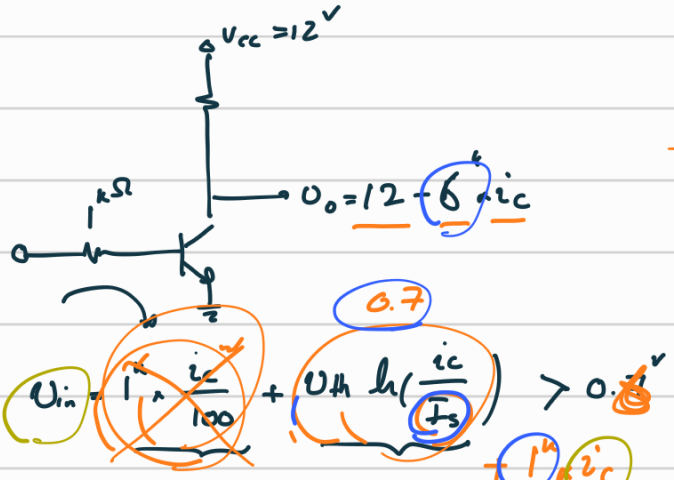
الف) منحنی مشخصه $v_o - v_{in}$ را (با مشخص کردن ناحیه کاری ترانزیستور) برای $\begin{cases} v_{in} \in [-2, 12] \\ R_E = \{0, 1\}^{k\Omega} \end{cases}$ رسم کنید

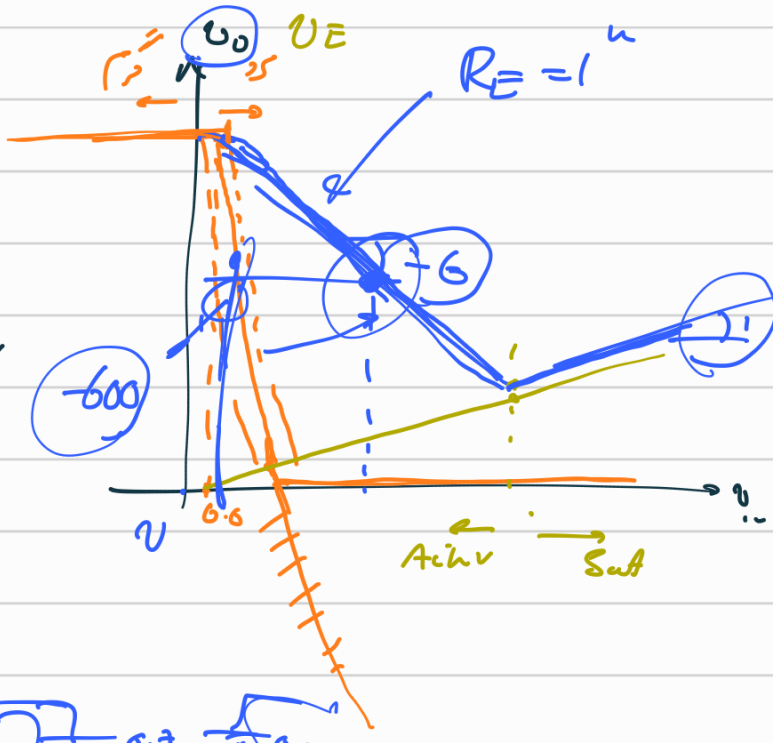
ب) با استفاده از الف) فرض کنید $v_{in} = V_B + \hat{v}_{in} \sin \omega t$

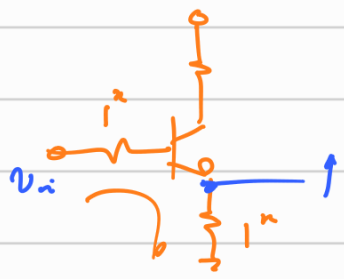
مقدار V_B و $\hat{v}_{in}$ برای آنکه وتاری با بیشترین دامنه در خروجی باشد را معین کنید (هر دو حالت $R_E = \{0, 1\}^{k\Omega}$)

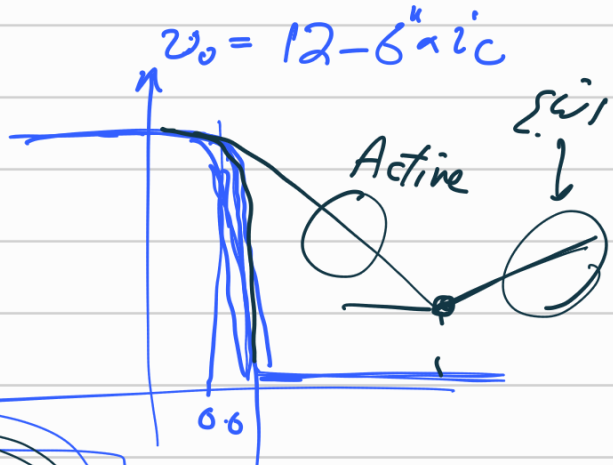
ج) حال اگر دمای محیط را از $0^\circ C$ تا $100^\circ C$ تغییر دهید منحنی مشخصه قسمت الف) چگونه تغییر می‌کند. مقدار V_B و $\hat{v}_{in}$ محاسبه شده در ب) چگونه تغییر می‌کنند.


$I_S = 10^{fA} = 10^{-14} A = 10^{-11}$ [mA]
$V_{th} = 25^{mV}$
$V_{th} \ln 10 \simeq 60^{mV}$
$i_C = I_S\left(e^{V_B/V_{th}} - 1\right)\left(1 + \frac{V_{CE}}{V_A}\right)$
1.1
$V_A = 30^{V}$
3 V
V_B
i_C
0.5
V_B
2.72
1.81
0.91
0.2
3 V_{CE}
V_{BE} 0.63
8.66
0.65
0.63
0.646
18 mV
20 mV
3 mA
2 mA
1 mA
npn V_{BE} V_{EB} 0.648
V_{CE} V_{BC} 0.658
2.3
pnp V_B | npn V_B | i_C [mA]
3 | 0 | 0
2.9
0.1 | 1.1k 5.36a10^-10
0.2 | 1.1k 2.98a10^-8
0.3 | 1.1k 1.6a10^-6
0.4 | 1.1k 8.8a10^-5
0.5 | 1.1k 0.005
0.6 | 1.1k 0.265
0.63 | 38 | 1
0.65 | 2
0.66 | 3
0.7 | 1.1k 1.46
$g_m = \frac{\partial i}{\partial v}$
$\frac{11}{10} - 1 \simeq 10^{11}$
2)
3 V
$\hat{v}_s$ sinωt
$V_B = 713^{mV}$
$I_S = 10^{-15} A = 10^{-12}$ [mA]
$V_B = V_{th} \ln\left(\frac{i_C}{I_S}\right) = 0{,}713\ldots$ V
25.8 mV
V_B/V_{th}
$i_C = I_S e$
$\hat{v}_s = 1^{mV}$
$\hat{v}_s = 40^{mV}$
$V_B = 713 \pm 40$
753 → $i_C = 4.735$ mA
6… → $i_C = 0.213$ mA
i_C
1.044
1.005 mA
0.966
39 μA
39 μA
$\frac{\Delta i}{\Delta v} = 39^{M}$
$\Delta v = 1^{mV}$
g_m
v_C [mV]
713
712 V
1
714
v_{BE}
i_C
714
713
712
39 μA a 1.5 kΩ
1.044
1.005
0.966
3 V
1.5 kΩ
v_o
$v_o = v_C$
$v_o = 3 - 1.5^{k} \times i_C$
1.5 V
39 μA a 1.5 kΩ
$g_m = \frac{I_C}{V_{th}}$
2.68
$g_m(I_C)$
0.2



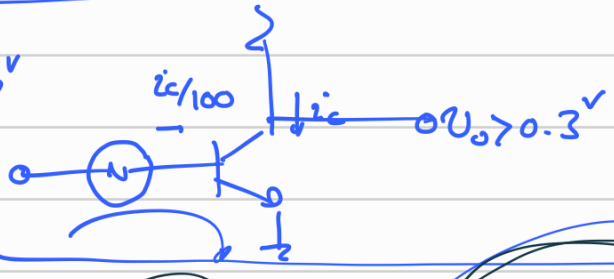






$v_{in} < 0.7^V \longrightarrow i_c \approx 0$

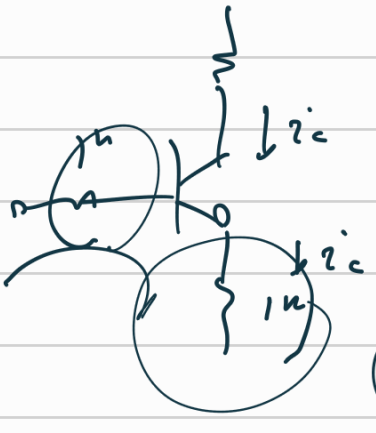
$v_{in} > 0.7^V$



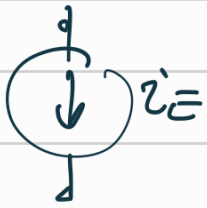
$$v_{in} = 1^k \cdot \frac{i_c}{100} + v_{BE_{on}} + v_{th} \ln\left(\frac{i_c}{I_s}\right)$$

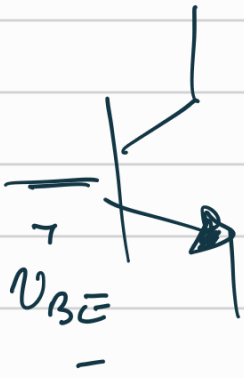
$i_c \propto e^{v_{in}}$

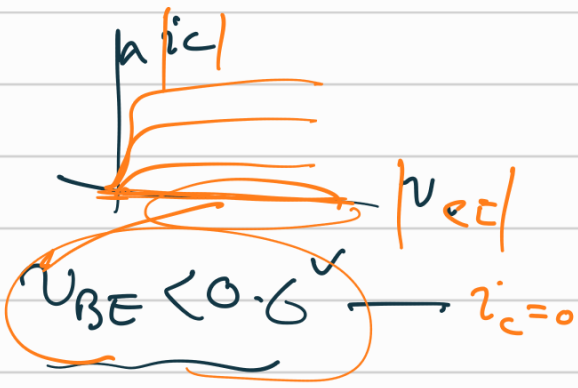
$I_s(T)$



$$v_{in} = 1^k \cdot \frac{i_c}{100} + \underbrace{v_{BE_{on}}}_{0.7} + \underbrace{R_E \propto 1^k}_{I_s}$$







V_{BE} V_{EB}

V_{CE} V_{EC}