

تمرین کامپیوتری اول

VLSI

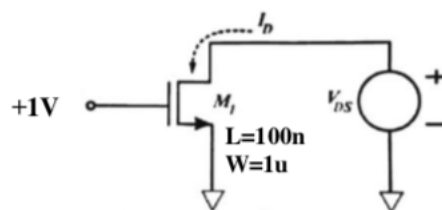
نگار میرگتی ۸۱۰۱۹۴۴۱۳

چکیده

هدف از این پروژه بررسی بعضی از خصوصیات عملکردی ترانزیستور های mofset می باشد. در بخش اول منحنی g_m بر حسب V_{ds} را رسم می کنیم. در بخش دوم نمودار تغییرات جریان ترانزیستور بر حسب تغییرات V_{ds} در V_{gs} های مختلف را رسم کرده و پارامتر های V_{t0} , λ , k را به کمک این نمودار بدست می آوریم. در بخش سوم تاثیر اثر بدنه را بر ولتاژ V_{th} ترانزیستور بررسی می کنیم.

بخش اول - بررسی عملکرد کیفی ترانزیستور های MOSFET (پوشه ی ۱ در کدها)

برای این کار، مدار نشان داده شده در شکل ۱ را بوسیله hspice طراحی می کنیم.



شکل ۱

1 - برای هر یک از نواحی خطی و اشباع، رابطه ی g_m به صورت های زیر خواهد بود :

در ناحیه ی اشباع داریم :

$$I_D = \frac{\mu C_{ox} W}{2L} (V_{GS} - V_T)^2 (1 + \lambda V_{DS})$$

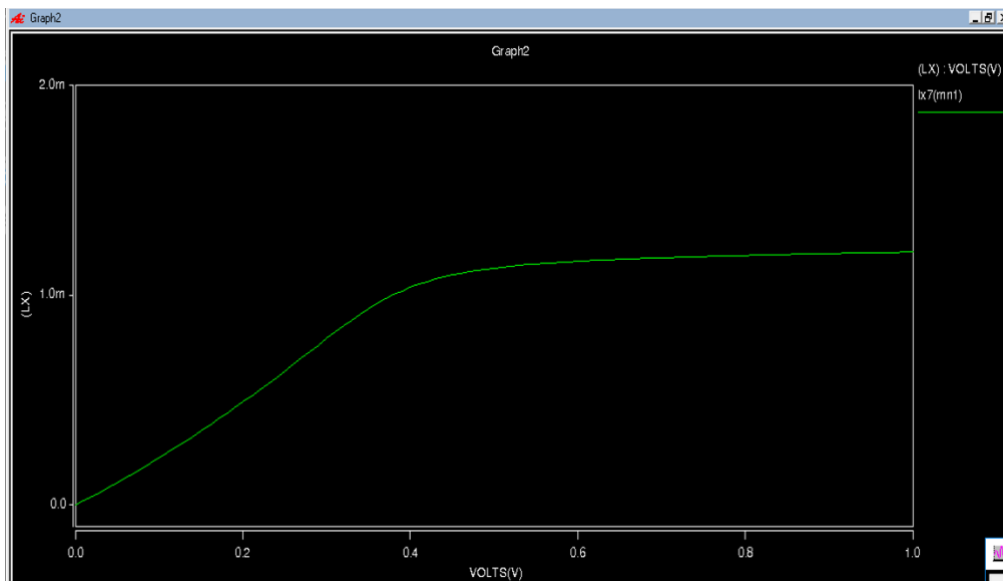
$$g_m = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} \approx \mu C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_T) \approx \frac{2I_D}{V_{GS} - V_T} \approx \sqrt{2\mu C_{ox} \frac{W}{L} I_D}$$

همچنین در ناحیه ی خطی داریم :

$$I_D = \mu C_{ox} \frac{W}{L} \left((V_{GS} - V_T) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right) (1 + \lambda V_{DS})$$

$$g_m = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} \approx \mu C_{ox} \frac{W}{L} V_{DS}$$

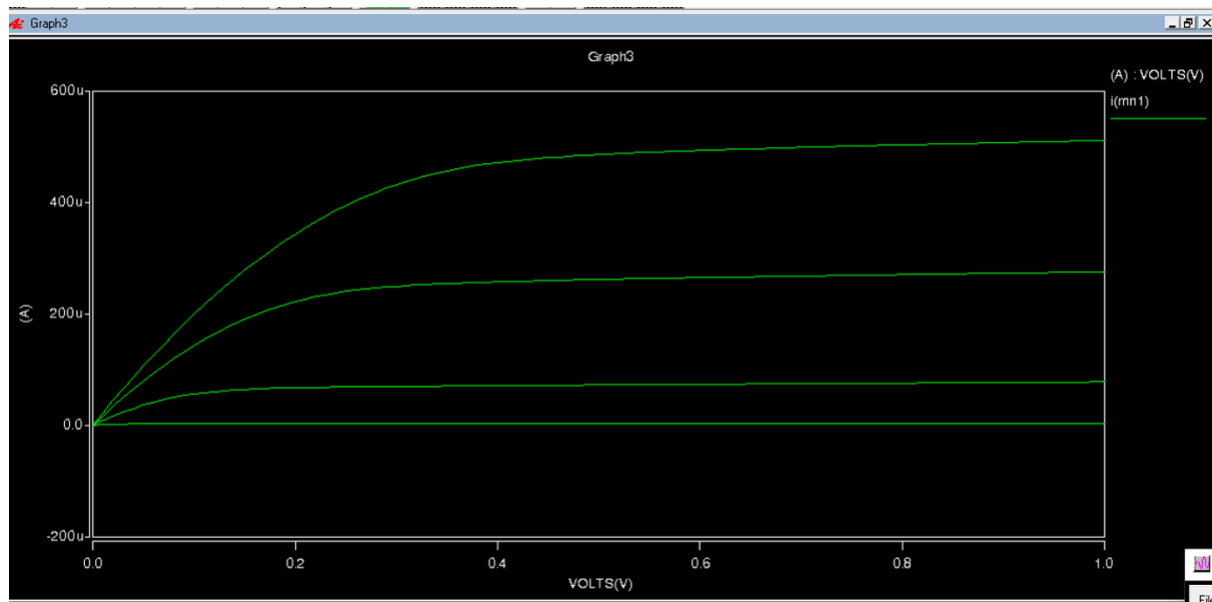
به کمک نرم افزار hspice، نمودار تغییرات g_m بر حسب V_{ds} را رسم می کنیم. این نمودار در شکل ۲ قابل مشاهده است.



شکل ۲: نمودار g_m بر حسب V_{ds}

بخش دوم – استخراج پارامتر های مدل از شبیه سازی (پوشه ی ۲ در کدها)

الف) در این بخش به کمک hspice، نمودار I_d بر حسب V_{ds} را در V_{gs} های مختلف رسم می کنیم. این نمودار در شکل ۳ قابل مشاهده است.



شکل ۳: نمودار I_d بر حسب V_{ds} در V_{gs} های مختلف

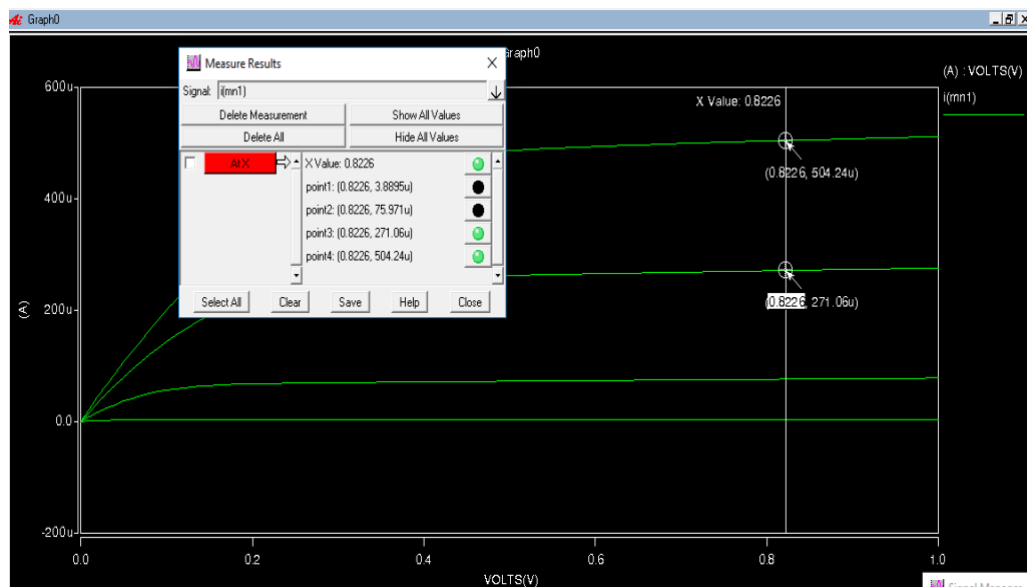
(ب) در ادامه، بوسیله این نمودار پارامترهای V_{t0} ، K_p و γ را بدست می آوریم.
 • بدست آوردن V_{t0} : شکل ۴

(0.8226, 271.06u)

(0.8226, 504.24u)

با کمک رابطه ی زیر مقدار V_{t0} برابر با 0.250 بدست می آید.

$$I_{DA} = \frac{1}{2} k_p \frac{W}{L} (V_{GSA} - V_{T0})^2 (1 + \lambda V_{DS4})$$



شکل ۴: بدست آوردن V_{th0}

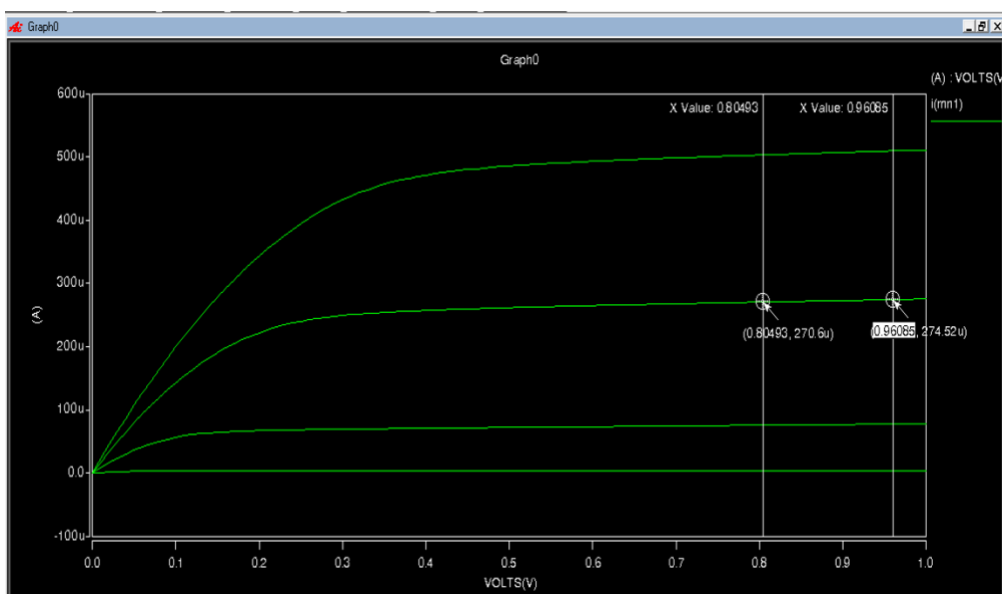
• بدست آوردن مقدار λ : با توجه به نقاط انتخاب شده در شکل ۵ مقدار λ برابر خواهد بود با:

$$\frac{274.52}{270.6} = \frac{0.9608x + 1}{0.8049x + 1}$$

$$x \in \mathbb{R}$$

↓

$$x = 0.100432$$



شکل ۵ : بدست آوردن Kp

- بدست آوردن مقدار k_p :

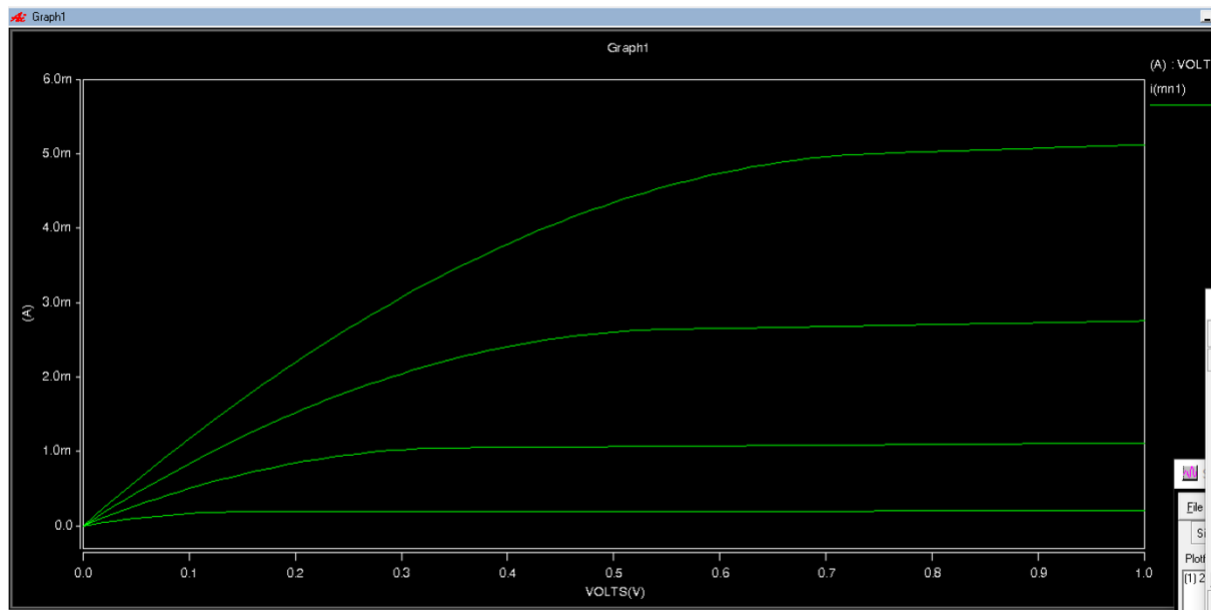
$$\frac{274.52}{10^6} = 0.5(1 + 0.1 \times 0.96085)(0.8 - 0.25)^2 x$$

$$x \in \mathbb{R}$$

↓

$$x = 0.0016559$$

در ادامه مدل خواسته شده تعریف شد و نمودار I_d - V_{ds} آن رسم شد که در شکل ۶ قابل مشاهده است.

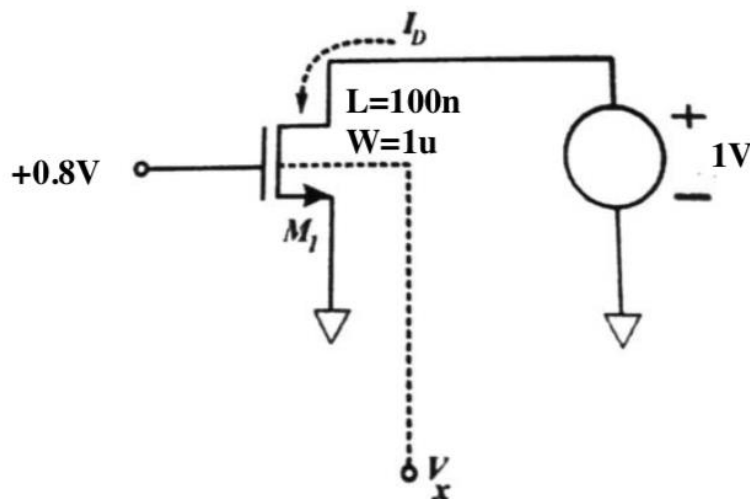


شکل ۶ : نمودار I_d - V_{ds} در V_{gs} های مختلف برای مدل ساده شده

همانطور که دیده می شود، مقدار جریان ها برای برای مدل ساده شده با مدل اصلی متفاوت است. همچنین مقدار V_{t0} در مدل اصلی 0.46 تعریف شده بود ولی در مدل ساده شده مقدار متفاوتی برای V_{t0} قرار داده شده است.

بخش سوم – بررسی اثر بدنه (پوشه ی ۳ در کدها)

در این بخش برای بررسی این اثر، مدار شکل ۷ را در hspice شبیه سازی می کنیم.



شکل ۷ : مدار برای بررسی اثر بدنه

برای اینکه جریان ترانزیستور صفر شود، باید $V_{gs} < V_{th}$ بشود تا ترانزیستور در ناحیه ی cutoff قرار گیرد.
در نتیجه :

$$V_{gs} < v_{th} \Rightarrow V_{th} > 0.8$$

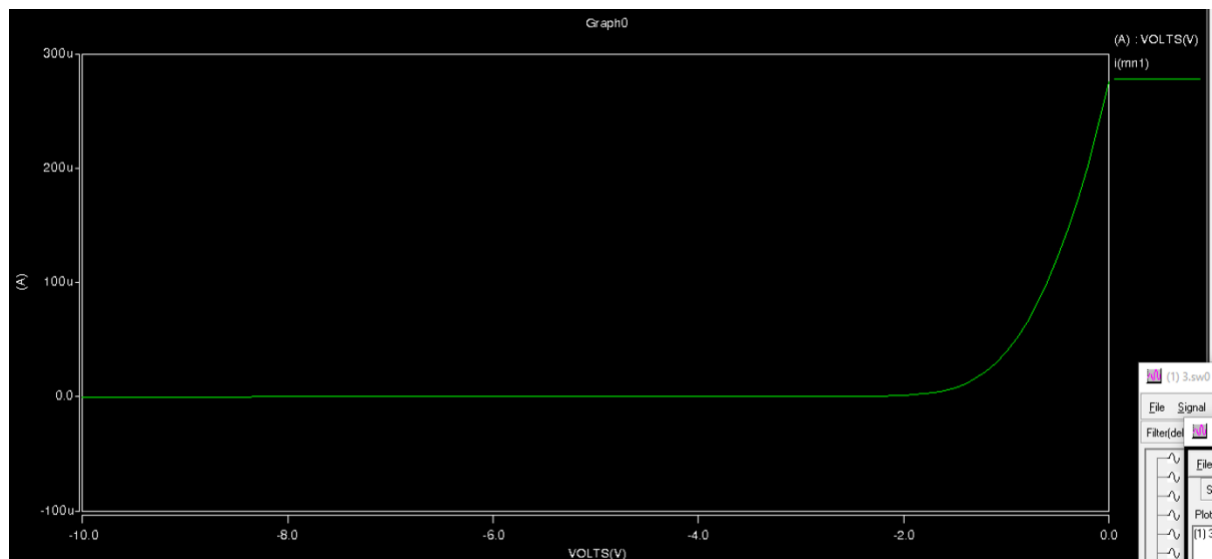
$$V_T = V_{T0} + \gamma(\sqrt{-2\phi_F + V_{SB}} - \sqrt{-2\phi_F})$$

$$\phi_F = -\phi_T \ln\left(\frac{N_A}{n_i}\right)$$

در نتیجه با جایگذاری اعداد داده شده خواهیم داشت :

$$V_{sb} = 2.44 \Rightarrow 0 - V_b = 2.44 \Rightarrow V_b = -2.44$$

همچنین منحنی تغییرات جریان I_d بر حسب V_x در شکل ۸ قابل مشاهده است.



شکل ۸ : منحنی تغییرات I_d بر حسب V_x بین -۱۰ تا ۰ ولت