

EHB 231 – Elektronik I

Ödev #4

Prof. Dr. Ali Toker

Araş. Gör. Mustafa Saygıner

Teslim Tarihi: Yılsonu Sınavı.

Öğrenci No:

Ad-Soyad:

İmza:

Ders saati dışında ve e-posta ile ödev teslimi kabul edilmeyecektir.

Ortak yapılan ödevler değerlendirme dışı tutulacaktır.

El analizleri bu kağıtların arka yüzleri kullanılarak yapılacaktır.

Bu ödevde SPICE programı öğrenilecektir. Diyot, BJT ve MOS tranzistorlu devrelerin SPICE programı kullanılarak kutuplama analizi (*Bias point analysis*) gerçekleştirilecektir. Basitleştirilmiş gerçekçi modelleri (*Diyot ve BJT için üstel, MOS için karesel*) kullanarak el analiziyle çözülen devreler bilgisayar ortamında doğrulanacaktır.

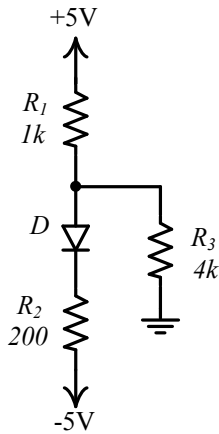
Analizi yapılacak devreler Şekil 1, 2 ve 3’de gösterilmiştir. Kullanılan aktif elemanlar için *i-v* uç bağıntıları (basit gerçek modelleri) SPICE kullanım karşılıklarıyla birlikte Tablo 1’de gösterilmiştir.

Gene kullanılacak elemanlara ilişkin fiziksel büyüklükler ile SPICE model parametreleri Tablo 2’de verilmiştir.

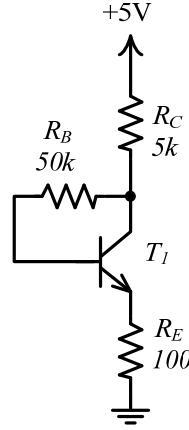
Buna göre oda sıcaklığında $V_T=25.8\text{mV}$ alındığında,

1) Şekil 1, 2 ve 3’de gösterilen devreleri el ile analiz ederek diyot, bipolar ve MOS tranzistorlar için çalışma noktası akım ve gerilim değerlerini elde ediniz.

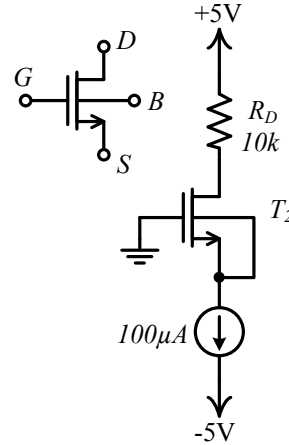
2) Devreleri SPICE ortamında çalıştırarak el analiziyle elde ettiğiniz değerleri doğrulayınız. Bunun için SPICE programında analiz sonuçlarının yazılı rapor şeklinde bulunduğu *Output File* dosya çıktısını ve SPICE ortamında kurulan devrenin ekran görüntüsünü ödevinize mutlaka ekleyiniz.



Şekil 1.



Şekil 2.



Şekil 3.

Not: Çözümler SPICE çekirdeğini içeren herhangi bir program kullanılarak yapılabilir. (Örn. OrCAD PSpice, LTSpice, Proteus vs.) Programların nasıl kullanılacağı hakkında internet başta (Google, YouTube) olmak üzere çok sayıda yazılı ve görsel kaynak mevcuttur.

Yardımcı kaynak: <http://web.itu.edu.tr/~saygıner/spice.htm>

Tablo 1. Diyot, Bipolar ve MOS tranzistorlar için basitleştirilmiş gerçek i - v modelleri ve SPICE karşılıkları.

	<i>Basitleştirilmiş gerçek modeli</i>	<i>SPICE kullanımı</i>
Diyot	$I_D \cong I_S \cdot e^{\frac{V_D}{nV_T}}$	$I_D \cong IS \cdot e^{\frac{V_D}{NF \cdot V_T}}$
Bipolar tranzistor	$I_C \cong I_S \cdot e^{\frac{V_{BE}}{nV_T}}$	$I_C \cong IS \cdot e^{\frac{V_{BE}}{NF \cdot V_T}}$
	$I_C = \beta \cdot I_B$	$I_C = BF \cdot I_B$
MOS tranzistor (Doymada)	$I_D \cong \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \frac{W}{L} \cdot (V_{GS} - V_{TH})^2 \cdot (1 + \lambda \cdot V_{DS})$	$I_D \cong \frac{1}{2} \cdot KP \cdot \frac{W}{L} \cdot (V_{GS} - VTO)^2 (1 + LAMBDA \cdot V_{DS})$

Tablo 2. Ödevde verilen Diyot, Bipolar ve MOS tranzistorlar için eleman fiziksel değerleri ve SPICE model kullanımı.

	<i>Eleman fiziksel değerleri</i>	<i>SPICE model kullanımı [1]</i>
Diyot	$I_S = 5 \times 10^{-14} A$ $n = 1$.model Diyot_odev4 D + IS=5e-14 + N=1
Bipolar Tranzistor (NPN)	$I_S = 2 \times 10^{-15} A$ $\beta = h_{FE} = 120$ $n = 1$.model NPN_odev4 NPN + IS=2e-15 + BF=120 + NF=1
MOS Tranzistor (N-kanallı, NMOS)	$V_{TH} = 0.5V$ $K_P = \mu C_{OX} = 800 \times 10^{-6} A/V^2$ $\lambda = 0$ $W = 1 \mu m$ $L = 1 \mu m$.model NMOS_odev4 NMOS + VTO=0.5 + KP=800e-6 + LAMBDA=0 + W=1e-6 + L=1e-6