

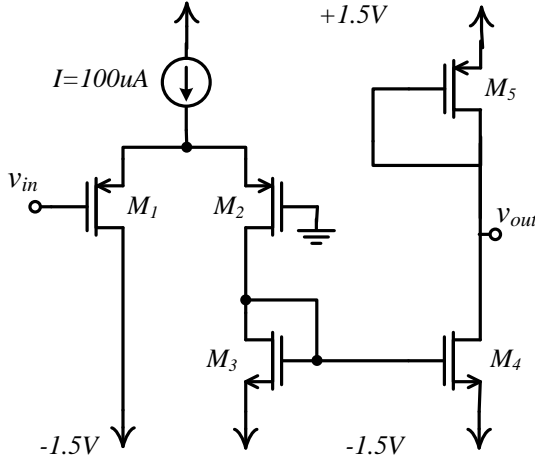
İsim:

Numara:

## EHB262 Elektronik II

### Ödev 3

Teslim tarihi: 16/04/2013 (dersten önce)



Transistor	L (μm)	W (μm)
M <sub>1</sub>	0.7	70
M <sub>2</sub>	0.7	70
M <sub>3</sub>	0.7	35
M <sub>4</sub>	0.7	35
M <sub>5</sub>	0.7	0.7

Gerilim Kuvvetlendiricisi

Yukarıda verilen devre için giriş ve çıkış DC çalışma noktalarının her ikisinin sıfır olduğunu ve bütün MOSFET'lerin doymalı çalıştığını kabul ediniz. Transistör parametreleri aşağıdaki gibi verilmiştir:

$$k_p' = \mu_p c_{ox} = 67 \mu A/V^2, k_n' = \mu_n c_{ox} = 205 \mu A/V^2, V_{An} = V_{Ap} = 100V, V_{T0,p} = -0.7V, V_{T0,n} = 0.55V.$$

a) Devrenin küçük işaret kazancını  $v_{out}/v_{in}$  hesaplayınız.

b) Hesapla elde ettiğiniz sonuçları doğrulamak için devrenin küçük işaret kazancı  $v_{out}/v_{in}$ 'yi SPICE yardımıyla bulunuz.

- Bu amaçla devredeki PMOS ve NMOS transistörleri için LTspice'ta TSMC35P ve TSMC35N adında iki model oluşturulacaktır. Bunun için EK-1'de verilen adımları takip ediniz.
- Küçük işaret gerilim kaynağı olarak tepeden tepeye genliği 1mV ve frekansı 1kHz olan bir gerilim kaynağı kullanınız.  $v_o/v_i$ 'yi ilgili sinusoidal kaynakların oranı olarak elde ediniz.

c) Her biri yukarıda analiz ettiğiniz kuvvetlendirici ile eşdeğer olan iki kuvvetlendiriciyi kaskad bağlayarak elde ettiğiniz yeni kuvvetlendiricinin  $v_o/v_i$  küçük işaret kazancını hesaplayınız.

d) Kaskad kuvvetlendiricinin  $v_o/v_i$  küçük işaret kazancını SPICE yardımıyla bularak sonuçlarınızı doğrulayınız.

Puanlama: a) 30%, b) 40%, c) 10%, d) 20%

Not: ödevinize SPICE çıkış dosyalarını (output files) eklemeyi unutmayın!

## EK-1

- PMOS ve NMOS tranzistörler için oluşturacağınız modeller aşağıdaki tabloda verilmiştir. Öncelikle **TSMC\_models.txt** isimli bir dosya oluşturunuz ve aşağıdaki tabloda verilen modelleri kopyalayarak bu dosyaya yapıştırınız. LTspice'in oluşturduğunuz **TSMC\_models.txt** dosyasını görebilmesi için bu dosyanın LTspice çalışma dizininiz ile aynı yerde bulunması gerekmektedir.

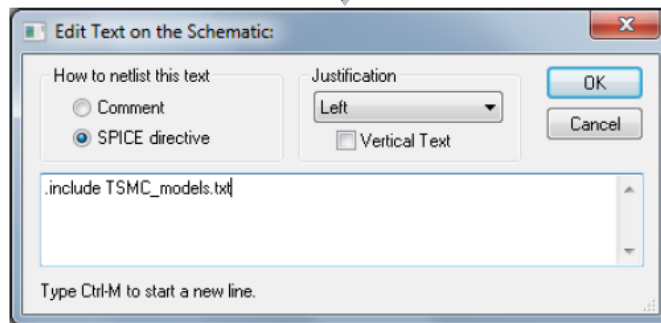
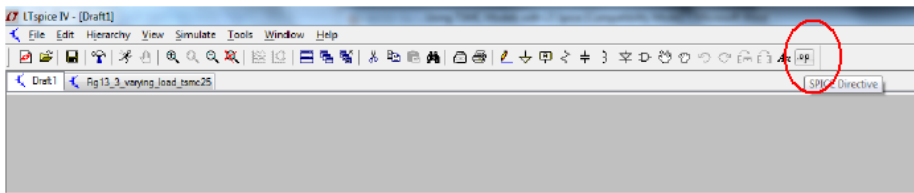
```
.MODEL TSMC35N NMOS (                                LEVEL = 3
+TOX      = 7.9E-9          NSUB      = 1E17          GAMMA    = 0.5827871
+PHI      = 0.7            VTO       = 0.5445549       DELTA    = 0
+UO       = 436.256147     ETA        = 0            THETA    = 0.1749684
+KP       = 2.055786E-4    VMAX   = 8.309444E4    KAPPA    = 0.2574081
+RSH      = 0.0559398     NFS      = 1E12          TPG      = 1
+XJ       = 3E-7          LD        = 3.162278E-11  WD       = 7.046724E-8
+CGDO     = 2.82E-10      CGSO     = 2.82E-10      CGBO     = 1E-10
+CJ        = 1E-3         PB        = 0.9758533    MJ       = 0.3448504
+CJSW     = 3.777852E-10 MJSW     = 0.3508721    )

.MODEL TSMC35P PMOS (                                LEVEL = 3
+ TOX      = 7.9E-9          NSUB      = 1E17          GAMMA    = 0.4083894
+ PHI      = 0.7            VTO       = -0.7140674    DELTA    = 0
+ UO       = 212.2319801    ETA        = 9.999762E-4  THETA    = 0.2020774
+ KP       = 6.733755E-5    VMAX   = 1.181551E5     KAPPA    = 1.5
+ RSH      = 30.0712458     NFS      = 1E12          TPG      = -1
+ XJ       = 2E-7          LD        = 5.000001E-13  WD       = 1.249872E-7
+ CGDO     = 3.09E-10      CGSO     = 3.09E-10      CGBO     = 1E-10
+ CJ        = 1.419508E-3    PB        = 0.8152753    MJ       = 0.5
+ CJSW     = 4.813504E-10  MJSW     = 0.5            )
```

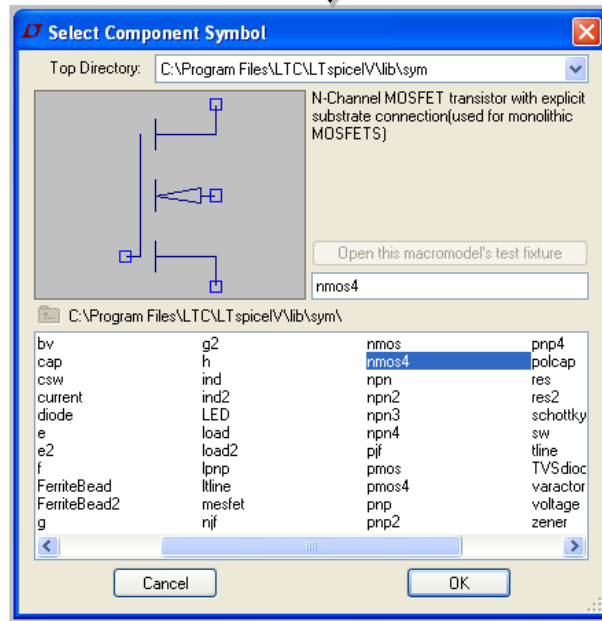
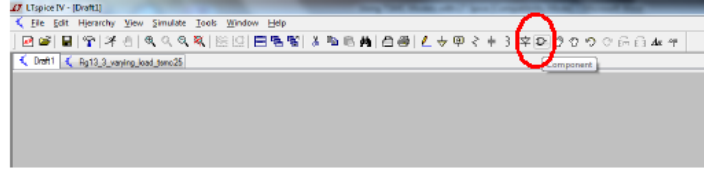
- Daha sonra LTspice schematic ekranında .op sekmesine basarak, açılan pencerede

**.include TSMC\_models.txt**

komutunu yazınız. Böylece LTspice modellerinizin tanımlı olduğu dosyayı içerecektir.



- Tranzistörleri çizime eklemek için component sekmesine tıklayarak açılan ekranda NMOS tranzistörler için “nmos4”, PMOS tranzistörler için ise “pmos4” tranzistörlerini seçiniz. Daha sonra tranzistörler üzerine sağ tıklayarak model adlarını **NMOS tranzistörler için TSMC35N, PMOS tranzistörler için ise TSMC35P** olarak değiştiriniz. Böylece LTspice NMOS ve PMOS tranzistörler için daha önce tanımlamış olduğunuz modelleri kullanacaktır.



Tranzistörü ekleyip sağ tıklayınız. Çıkan pencerede ilgili alanlara model adını ve tranzistörün W, L parametrelerini giriniz.

