

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
Mühendislik Fakültesi - Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
EEM 312 – Sayısal Elektronik
Yazılım Laboratuvarı

Deney No: Y3

Deney Adı: CMOS tersleyici karakteristiği

Amaç:

- CMOS tersleyici karakteristik eğrisinin elde edilmesi
- Dinamik ve statik etkilerinin benzetim sonuçları ile gözlemlenmesi
- CMOS tersleyicinin temel özelliklerinin incelenmesi

Laboratuvar Çalışması:

1. Şekil-1’de dört farklı geçit (tersleyici - inverter) yapısı verilmiştir. Verilen devreler için VTC (gerilim geçiş karakteristiği - voltage transfer characteristics) eğrisini benzetim sonuçları ile elde edin ve Tablo 1’de uygun olan boşlukları elde edilen eğrileri okuyarak doldurun. Eğriyi elde edebilmek için gereken örnek Spice3 kontrol satırları ve gerekli olan tanımlamalar aşağıdaki program parçasında hatırlatmak amacıyla verilmiştir. VTC eğrisini elde edebilmek için tersleyicinin girişine darbe kaynağı uygulanmış ve bu kaynak için DC analizi gerçekleştirilmiştir. Devrenizde Vdd ve Vss gerilimlerini 3.1V ve 0V alın. Yük olarak 1ff’lık bir kapasitör kullanın.

```
.MODEL MOSN NMOS LEVEL=2 LD=0.15U TOX=200.0E-10
+ NSUB=5.36726E+15 VTO=0.743469 KP=8.00059E-05 GAMMA=0.543
+ PHI=0.6 U0=655.881 UEXP=0.157282 UCRIT=31443.8
+ DELTA=2.39824 VMAX=55260.9 XJ=0.25U LAMBDA=0.0367072
+ NFS=1E+12 NEFF=1.001 NSS=1E+11 TPG=1.0 RSH=70.00
+ CGDO=4.3E-10 CGSO=4.3E-10 CJ=0.0003 MJ=0.6585
+ CJSW=8.0E-10 MJSW=0.2402 PB=0.58
```

```
.MODEL MOSP PMOS LEVEL=2 LD=0.15U TOX=200.0E-10
+ NSUB=4.3318E+15 VTO=-0.738861 KP=2.70E-05 GAMMA=0.58
+ PHI=0.6 U0=261.977 UEXP=0.323932 UCRIT=65719.8
+ DELTA=1.79192 VMAX=25694 XJ=0.25U LAMBDA=0.0612279
+ NFS=1E+12 NEFF=1.001 NSS=1E+11 TPG=-1.0 RSH=120.6
+ CGDO=4.3E-10 CGSO=4.3E-10 CJ=0.0005 MJ=0.5052
+ CJSW=1.349E-10 MJSW=0.2417 PB=0.64
```

* Örnek eş büyüklükteki mosfet tanımlamaları

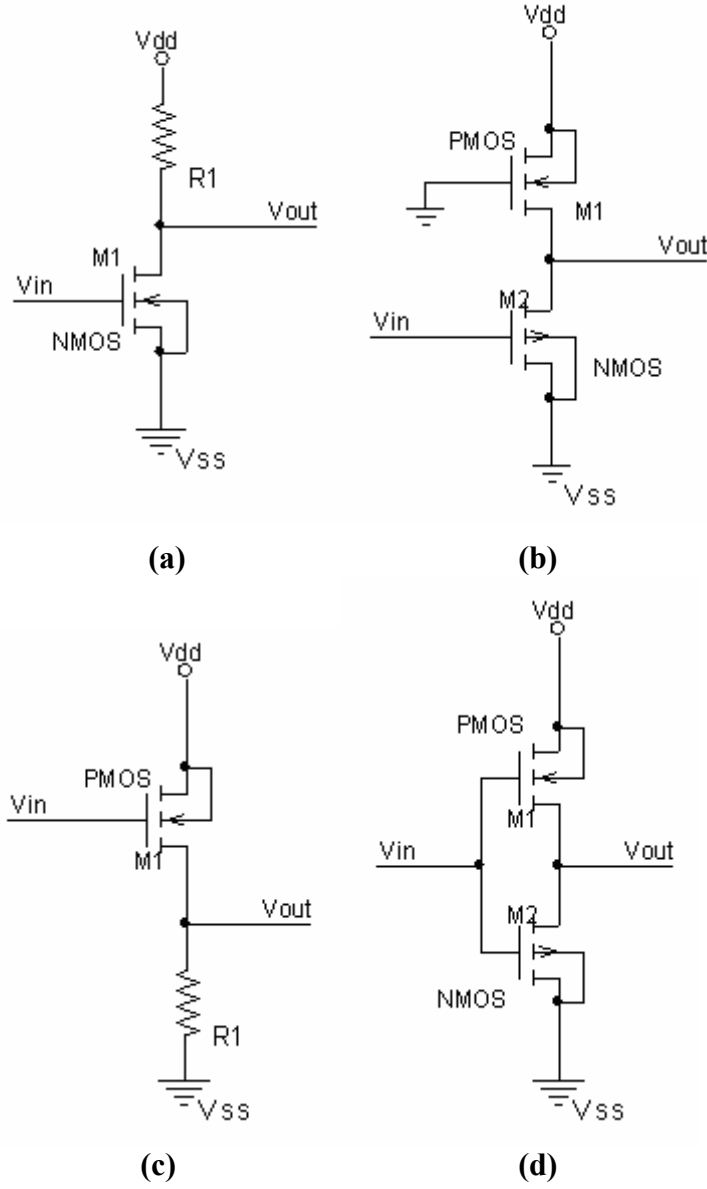
```
M1 D G S B MOSN W=1.8u L=1.2u NRS=0.333 NRD=0.333
+ AD=6.5p PD=9.0u AS=6.5p PS=9.0u
```

```
M1 D G S B MOSP W=1.8u L=1.2u NRS=0.333 NRD=0.333
+ AD=6.5p PD=9.0u AS=6.5p PS=9.0u
```

* DİKKAT ! : Nmos ile Pmos tanımlamasında drain ve source tanımlamasına dikkat edin

* Girişe uygulanan dalga kaynağı (madde 2’de verilen değerlere göre doldurun)
VIN N1 N2 pulse (v1 v2 td tr tf pw per)

```
....
.control
....
dc VIN 0 5 0.1
....
.endc
```



Şekil 1 – CMOS geçit (inverter) devreleri

Tablo 1 – DC analiz sonuçları

	V_{OH}	V_{OL}	V_{IH}	V_{IL}	V_M	NM_H	NM_L
(a)							
(b)							
(c)							
(d)							

2. Spice3 kontrol satırlarındaki DC analizi kaldırarak devreye geçici durum analizi (transient analysis) uygulayın ve tablo 2'yi doldurun. Uygulayacağınız darbenin periyodu 10ns seçin. Darbenin tr ve tf sürelerini 1ns alın.

Tablo 2 – Dinamik durumu için ölçüm sonuçları

	tr	tf	t _{pLH}	t _{pHL}	td
(a)					
(b)					
(c)					
(d)					

3. Tablo 1 ve Tablo 2’de elde edilen sonuçlardan fayadalanarak aşağıdaki soruları yanıtlayın.
 - a. Hangi devre tersleyici için en iyi sonuçları vermektedir? Neden? Detaylı biçimde açıklayın.
 - b. Şıklarda verilen devreler simetrik midir? Simetrik değil ise simetrik olması için hangi parametrelerin değişmesi gerekmektedir?
4. Aşağıda büyüklükleri eşit olmayan N ve P tipinde Mosfet tanımlamaları verilmiştir. Bu mosfetlerin büyüklüklerini L ve W değerlerine göre kıyaslayın. Büyüklüklerinin neden bu şekilde değiştirildiğini model parametrelerinde verilen değerleri kullanarak ispatlayın. Sonuçlarınızın doğruluğunu göstermek için laboratuvar çalışması madde 1’de kullandığınız Spice ağ listesini güncelleyecek VTC grafiğini elde edin ve bu eğri üzerinden elde edilen değerler ile değerlendirmelerinizi yapın.

Tablo 3 – Mosfet Tanımlamaları

M1 D G S B MOSN W=1.8u L=1.2u NRS=0.333 NRD=0.333 + AD=6.5p PD=9.0u AS=6.5p PS=9.0u
M1 D G S B MOSP W=5.4u L=1.2u NRS=0.111 NRD=0.111 + AD=16.2p PD=11.4u AS=16.2p PS=11.4u

Değerlendirme:

Değerlendirme ile ilgili bilgileri ilgili web sayfasında bulabilirsiniz. Raporlarınızı laboratuvar web sayfasına teslim süresinden önce yüklemeniz gerekmektedir. Yükleme ile ilgili detaylar web sayfasında yer almaktadır

<http://www.baskent.edu.tr/~engcif>