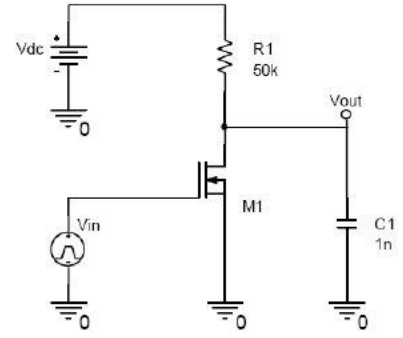
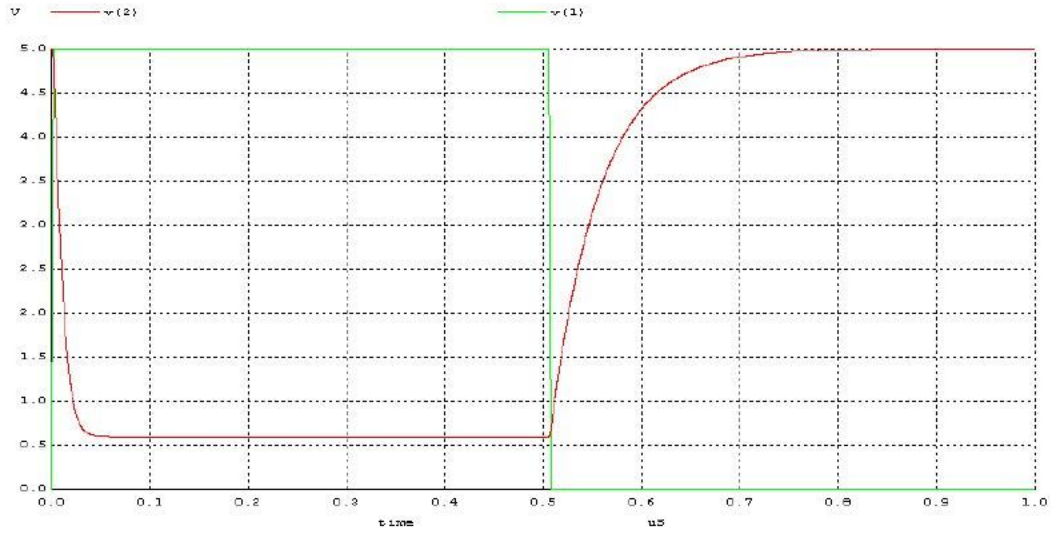


1) Soruda verilen devre için aşağıdaki kodu ön çalışmada oluşturdum. Ardından bu kodu Spice3 derleyicisinde çalıştırdığımda;

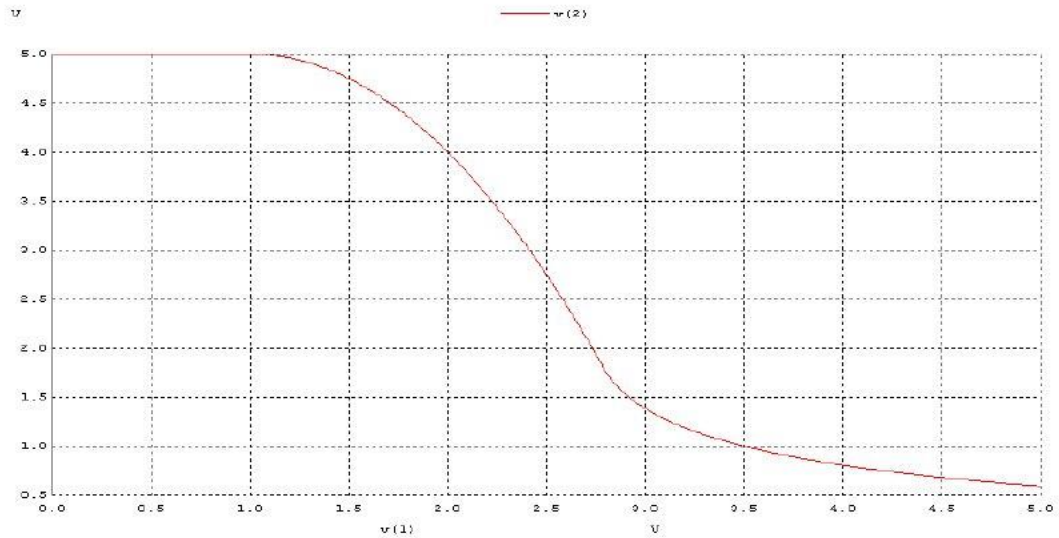
```
VDC 3 0 DC 5
VIN 1 0 PULSE(0 5 0 2NS 2NS 504NS 1US)
C1 2 0 1PF
R1 3 2 50K
M1 2 1 0 0 M1 L=5U W=10U
.MODEL M1 NMOS (VTO=1 KP=20U GAMMA=0.37 PHI=0.6 CBD=3.1E-15 CBS=3.1E-15)
.DC VIN 0 5 0.01
.TRAN 0.1NS 1US
.PLOT DC V(2) VS V(1)
.PLOT TRAN V(2) V(1)
.END
```



Şekil 1 – Direnç yüklü NMOS devresi



Transient Analiz (Geçici Durum Analizi) Grafiği



DC Grafiği

1. Sorunun grafiklerinden okunan değerler:

$$V_{OL} = 0.7 \text{ V}$$

$$V_{OH} = 5 \text{ V}$$

$$V_{IL} = 1.5 \text{ V (eğimin 1 olduğu yer)}$$

$$V_{IH} = 2.8 \text{ V (eğimin 1 olduğu yer)}$$

$$V_M = 2.6 \text{ V (} V_{in} = V_{out} \text{)}$$

$$t_r = 200 \text{ ns (Sinyalin yukselmesi için geen sre)}$$

$$t_f = 30 \text{ ns (Sinyalin alalması için geen sre)}$$

$$t_{PHL} = 20 \text{ ns (ıkış sinyalinin high'dan low'a geçerken \%50'lik değişiminin olduğu sre)}$$

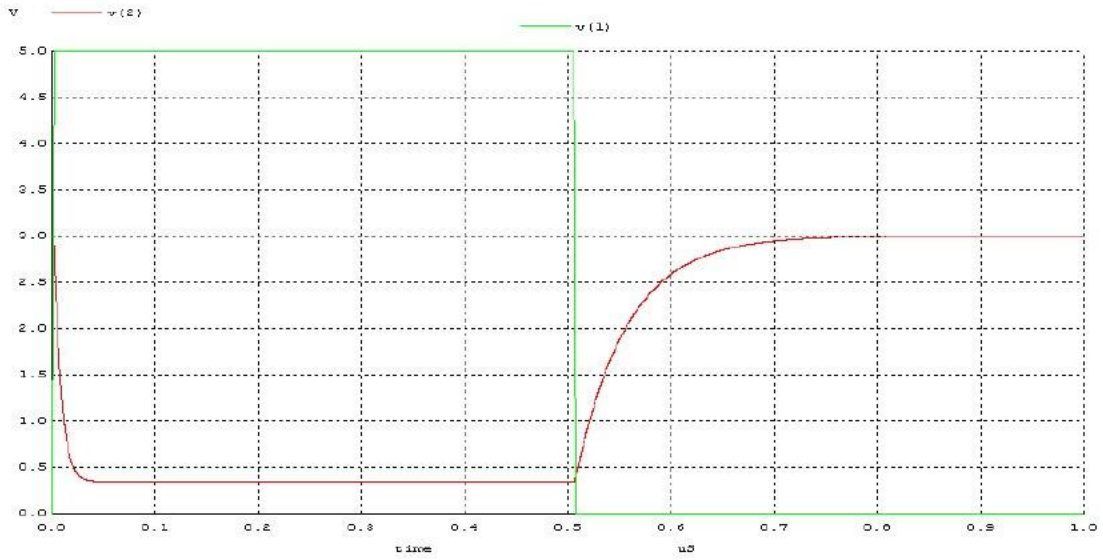
$$t_{PLH} = 40 \text{ ns (ıkış sinyalinin low'dan high'a geçerken \%50'lik değişiminin olduğu süre)}$$

$$t_d = 30 \text{ ns (PHL ve PLH'nin aritmetik ortalaması)}$$

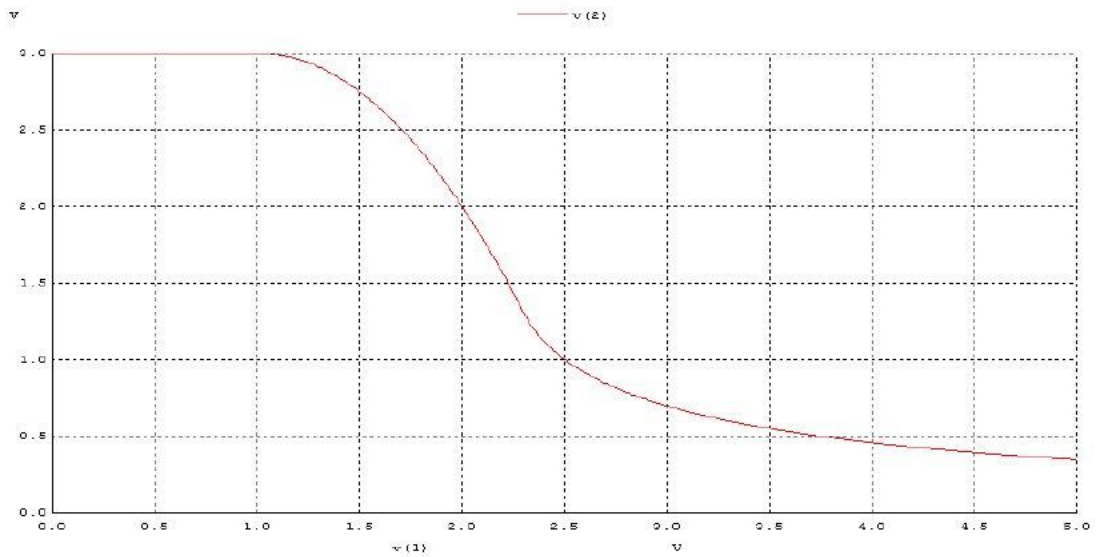
$$NMH = 2.2 \text{ V (} V_{OH} - V_{OL} \text{)}$$

$$NML = 0.8 \text{ V (} V_{OL} - V_{IL} \text{)}$$

2)



Transient Analiz (Geçici Durum Analizi) Grafiği



DC Grafiği

2. Sorunun grafiklerinden okunan değerler:

$$V_{OL} = 0.5 \text{ V}$$

$$V_{OH} = 3 \text{ V}$$

$$V_{IL} = 1.5 \text{ V (eğimin 1 olduğu yer)}$$

$$V_{IH} = 2.3 \text{ V (eğimin 1 olduğu yer)}$$

$$V_M = 2 \text{ V (} V_{in}=V_{out} \text{)}$$

$$t_r = 190 \text{ ns (Sinyalin yükselmesi için geçen süre)}$$

$$t_f = 25 \text{ ns (Sinyalin alçalması için geçen süre)}$$

$$t_{PHL} = 15 \text{ ns (Çıkış sinyalinin high'dan low'a geçerken \%50'lik değişiminin olduğu süre)}$$

$$t_{PLH} = 40 \text{ ns (Çıkış sinyalinin low'dan high'a geçerken \%50'lik değişiminin olduğu süre)}$$

$$t_d = 22.5 \text{ ns (PHL ve PLH'nin aritmetik ortalaması)}$$

$$NMH = 0.7 \text{ V (} V_{OH}-V_{OL} \text{)}$$

$$NML = 1 \text{ V (} V_{OL}-V_{IL} \text{)}$$

Genel bir değerlendirme yapmak için tablo oluşturup gözlemlersek;

	V_{OL}	V_{OH}	V_{IL}	V_{IH}	V_M	t_r	t_f	t_{PHL}	t_{PLH}	t_d
$V_{DC} = 5 \text{ V}$	0.7 V	5 V	1.5 V	2.8 V	2.6 V	200 nS	30 nS	20 nS	40 nS	30nS
$V_{DC} = 3 \text{ V}$	0.5 V	3 V	1.5 V	2.3 V	2 V	190 nS	25 nS	15 nS	40 nS	22.5nS

V_{DC} voltajını 5V'dan 3V'a düşürdüğümüzde, zaman ölçümlerine baktığımızda fazla bir değişim gözlemlenmiyor. DC voltaj değişikliğinin zaman üzerinde etkisi yoktur. Bunun aksine, V_{OL} ve V_{OH} , değerleri V_{DC} 'ye bağlı olduklarından bu değerlerde değişiklik olmuştur. Giriş ve çıkış gerilimleri birbirlerinin fonksiyonudur. Yani $V_{OH} = f(V_{OL})$ ve $V_{OL} = f(V_{OH})$. Giriş sinyali aynı olmasına karşın çıkış sinyalinin değeri düşmektedir. Çünkü çıkış voltajı bir direnç üzerinden V_{DC} kaynağına bağlıdır.

3) İdeal inverter'ın giriş empedansı sonsuz ve çıkış empedansı sıfırdır. Yanda ideal voltaj transfer karakteristiği grafiği görülüyor. Bu grafikte de gözlemleyebileceğimiz gibi, geçiş bölgesinde sonsuz gain verir. NMH ve NML V_{sw} voltajının yarısı kadardır. t_r ve t_f zamanları ideal inverter'da yoktur. Bu gibi gecikmeler devreyi yavaşlatır. İdeal inverter'da undefined region yoktur. Girişe uygulanan V_{in} sinyalinin ön çalışmada verilen parametrelerden zaman ile ilgili olanlara etkisi vardır. Diğer parametrelerle bir ilgisi yoktur, onları V_{DC} 'deki farklılıklar değiştirir.

