

Soru 1:

- ❖ Birinci soruda verilen CMOS devresi için, 0-5V arasında DC analiz gerçekleştirilmesi için aşağıdaki kod yazılmış ve benzetim sonuçlarına ulaşılmıştır.

*Soru 1

```
.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
```

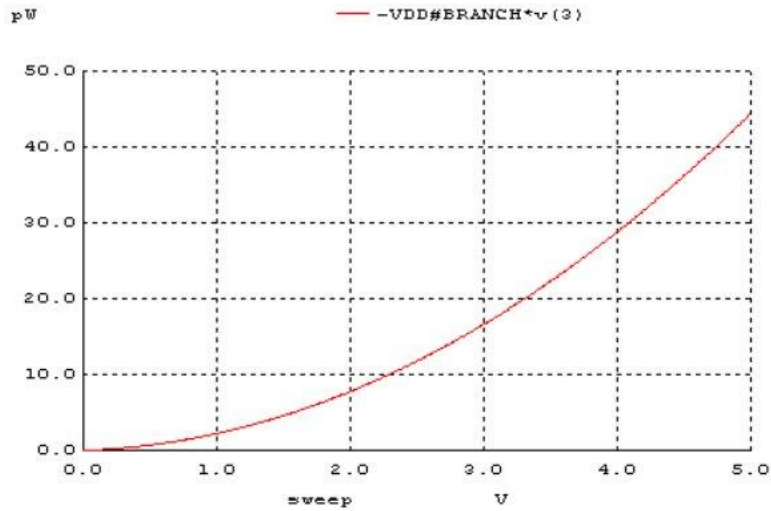
```
.MODEL MOSP PMOS LEVEL=2 LD=0.15U TOX=200.0E-10
+ NSUB=4.3318E+15 VTO=-0.738861 KP=2.70E-05 GAMMA=0.58
+ PHI=0.6 U0=261.977 UEXP=0.323932 UCRIT=65719.8
+ DELTA=1.79192 VMAX=25694 XJ=0.25U LAMBDA=0.0612279
+ NFS=1E+12 NEFF=1.001 NSS=1E+11 TPG=-1.0 RSH=120.6
+ CGDO=4.3E-10 CGSO=4.3E-10 CJ=0.0005 MJ=0.5052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

```
VDD 3 0 5
VIN 1 0 5
```

```
M1 2 1 0 0 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
```

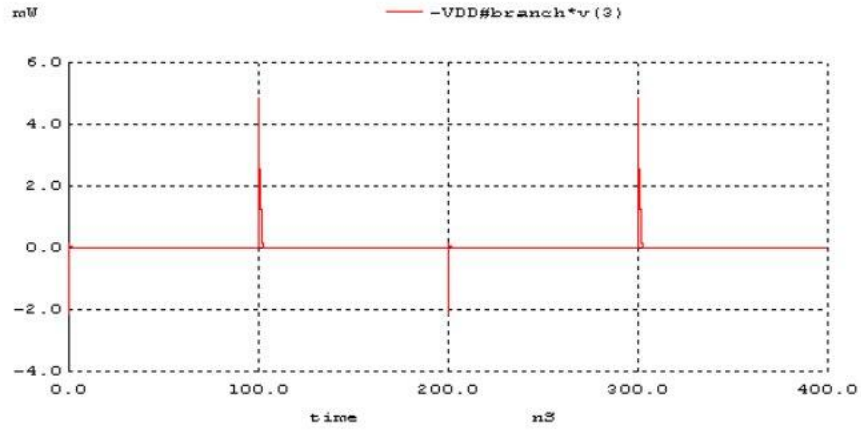
```
M2 2 1 3 3 MOSP W=5.4u L=1.2u NRS=0.333 NRD=0.333
+ AD=6.5p PD=9.0u AS=6.5p PS=9.0u
```

```
.CONTROL
DC VIN 0 5 0.1 VDD 0 5 1
PLOT -VDD#BRANCH*V(3) vs V(1)
.ENDC
.END
```



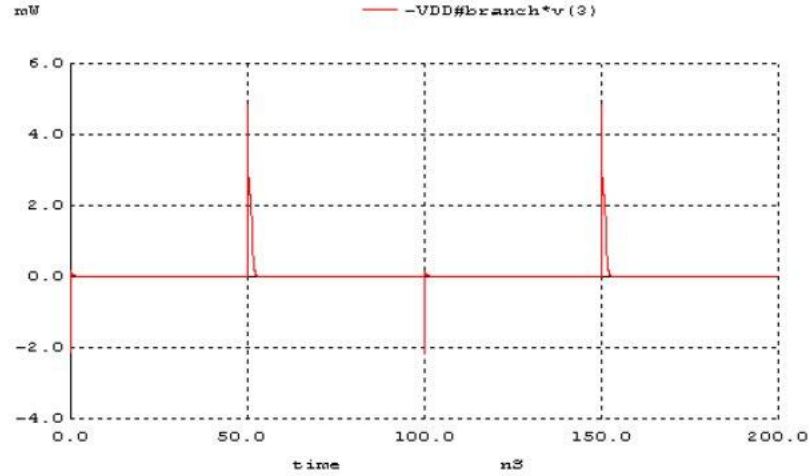
Grafikten anlaşılabileceği gibi devrenin harcadığı güç, V_{DD} değeri arttıkça artış göstermiştir. V_{DD} ile güç tüketimi doğru orantılıdır. Bu grafikte, V_{DD} voltajına bağlı olarak, güç tüketimi üstel bir artış göstermiştir.

- ❖ $C_L = 0.1\text{pF}$, $\text{Per} = 200\text{ns}$, $V_{DD} = 5\text{V}$ için geçici durum analizi incelenmiş ve aşağıdaki grafiğe ulaşılmıştır.



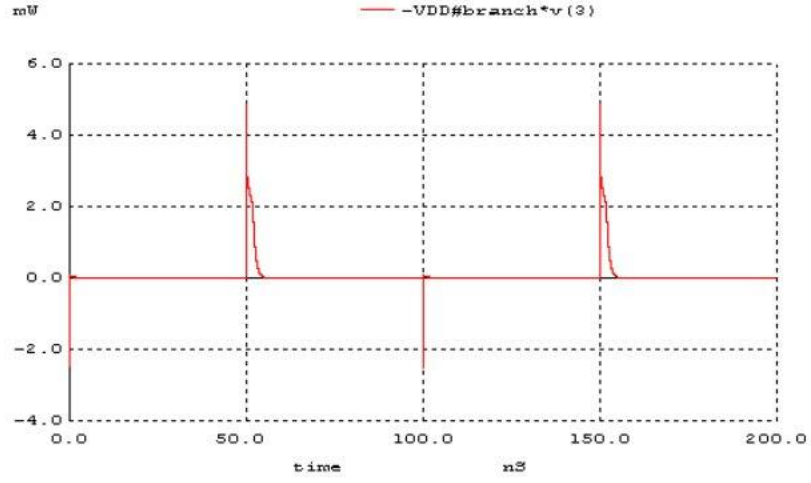
Devre, en çok gc tüketimini, low to high transition sırasında gerçekleştirmektedir. Devrede, anahtarlama sresinde ortalama $15.1\mu\text{W}$ 'lık gc harcanır.

- $C_L = 0.1\text{pF}$, $\text{Per} = 100\text{ns}$, $V_{DD} = 5\text{V}$ için geçici durum analizi incelenmiş ve aşağıdaki grafiğe ulaşılmıştır.



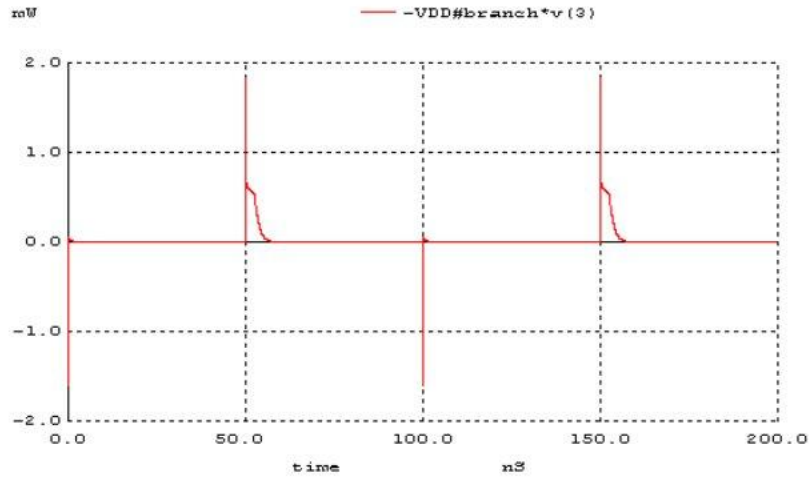
Ortalama gc tüketimi $30.14\mu\text{W}$ 'tır.

- ❖ $C_L = 0.2\text{pF}$, $\text{Per} = 200\text{ns}$, $V_{DD} = 5\text{V}$ için geçici durum analizi incelenmiş ve aşağıdaki grafiğe ulaşılmıştır.



Ortalama güç tüketimi $55.04\mu\text{W}$ 'tır.

- ❖ $C_L = 0.2\text{pF}$, $\text{Per} = 100\text{ns}$, $V_{DD} = 5\text{V}$ için geçici durum analizi incelenmiş ve aşağıdaki grafiğe ulaşılmıştır.



Ortalama güç tüketimi $20\mu\text{W}$ 'tır.

Soru 2:

- ❖ İkinci bölüm için aşağıdaki kod yazılmış ve istenilen benzetim sonuçlarına ulaşılmıştır.

```
*2.Bölüm

.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

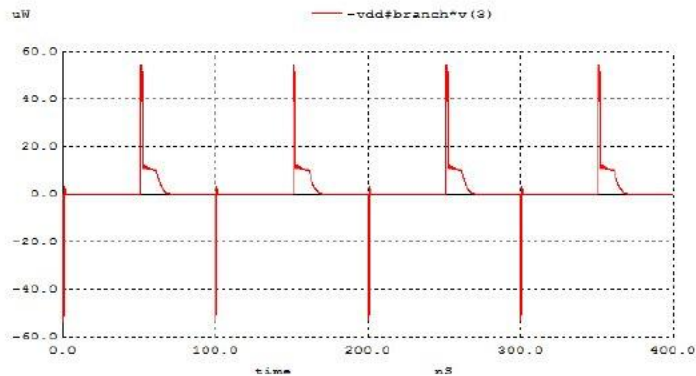
vdd 3 0 1
cl 2 0 0.1p
Vin 1 0 pulse (0 5 0 1n 1n 50n 100n)

M1 2 1 0 0 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

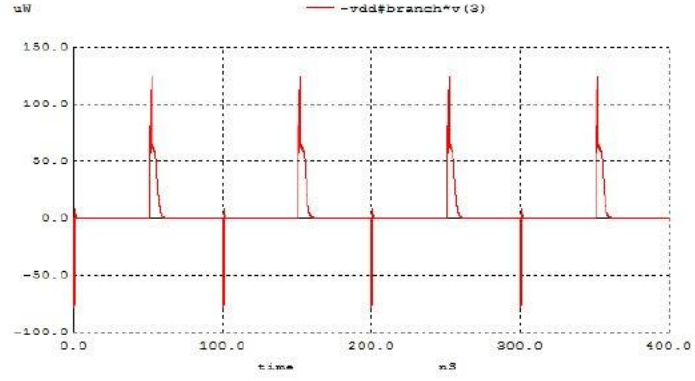
M2 2 1 3 3 MOSP W=5.4u L=1.2u NRS=0.333 NRD=0.333
+ AD=6.5p PD=9.0u AS=6.5p PS=9.0u

.control
tran 0.1ns 400ns
plot -vdd#branch*v(3)
.endc
.end
```

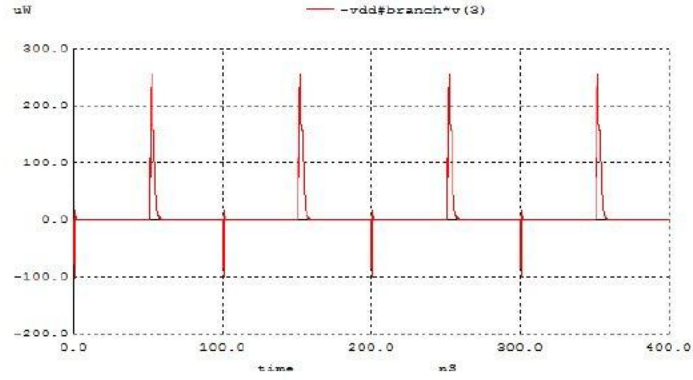
- ❖ $C_L = 0.1\text{pF}$, $\text{Per} = 100\text{ns}$, $V_{DD} = 1\text{V}$ için geçici durum analizi incelenmiş ve aşağıdaki grafiğe ulaşılmıştır.



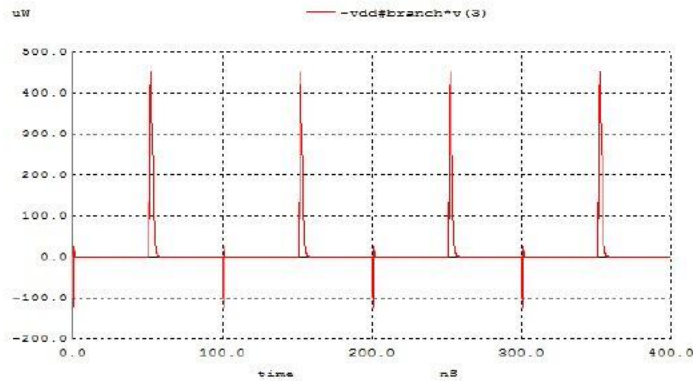
- ❖ $C_L = 0.1\text{pF}$, $\text{Per} = 100\text{ns}$, $V_{DD} = 1.5\text{V}$ için geçici durum analizi incelenmiş ve aşağıdaki grafiğe ulaşılmıştır.



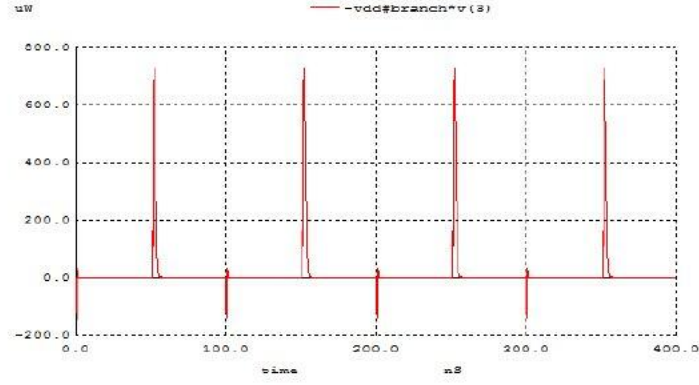
- ❖ $C_L = 0.1\text{pF}$, $\text{Per} = 100\text{ns}$, $V_{DD} = 2\text{V}$ için geçici durum analizi incelenmiş ve aşağıdaki grafiğe ulaşılmıştır.



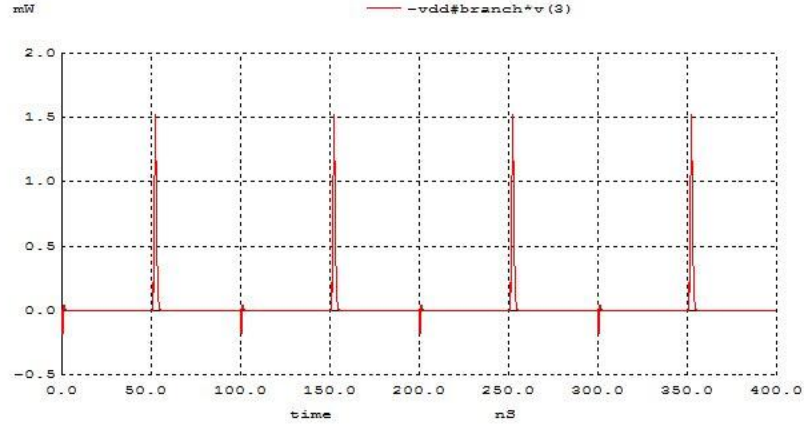
- ❖ $C_L = 0.1\text{pF}$, $\text{Per} = 100\text{ns}$, $V_{DD} = 2.5\text{V}$ için geçici durum analizi incelenmiş ve aşağıdaki grafiğe ulaşılmıştır.



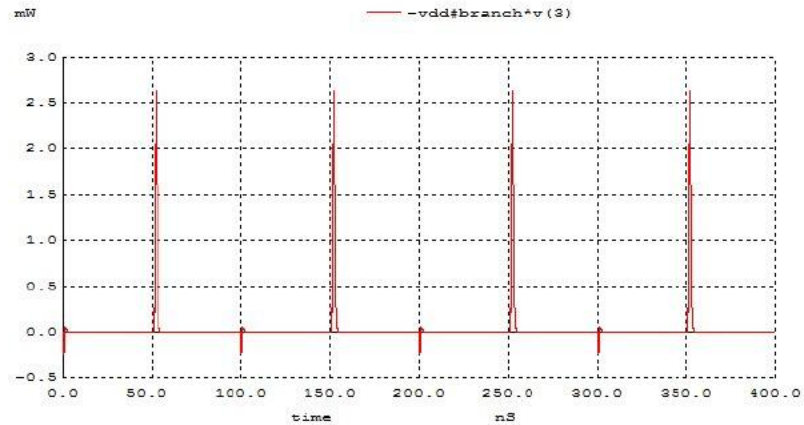
- ❖ $C_L = 0.1\text{pF}$, $\text{Per} = 100\text{ns}$, $V_{DD} = 3\text{V}$ için geçici durum analizi incelenmiş ve aşağıdaki grafiğe ulaşılmıştır.



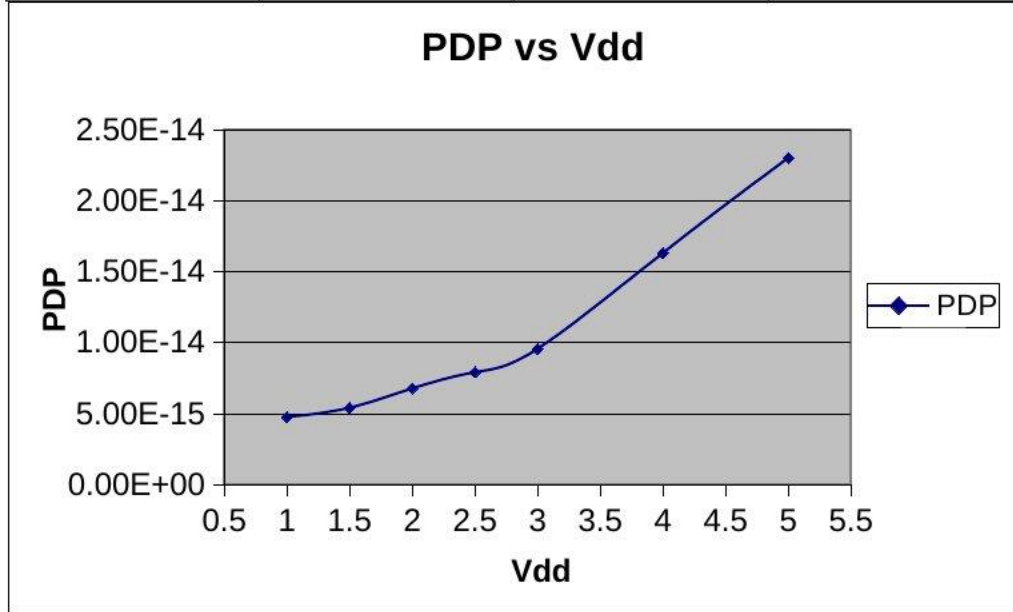
- ❖ $C_L = 0.1\text{pF}$, $\text{Per} = 100\text{ns}$, $V_{DD} = 4\text{V}$ için geçici durum analizi incelenmiş ve aşağıdaki grafiğe ulaşılmıştır.



- ❖ $C_L = 0.1\text{pF}$, $\text{Per} = 100\text{ns}$, $V_{DD} = 5\text{V}$ için geçici durum analizi incelenmiş ve aşağıdaki grafiğe ulaşılmıştır.



Vdd	Pav	tp	PDP
1V	1.354μW	3540ps	4.79fJ
1.5V	2.91μW	1862ps	5.4fJ
2V	5.05μW	1339ps	6.762fJ
2.5V	7.78μW	1020ps	7.93fJ
3V	11.1μW	860ps	9.55fJ
4V	19.5μW	835ps	16.3fj
5V	30.14μW	764ps	23fJ



Devrede Kısa kanallı mosfet kullanılsaydı tp değeri yani gecikme de azalır.Kısa kanallı transistörlerin dirençlerinin azalması bu duruma sebep olarak gösterilebilir.Ayrıca ortalama güç değerleri sabit kalacağından güç-gecikme çarpanı bu durumda azalırdı.