

「参考」

```
.dc V2 0 2 0.01  
.tran 0 4m 0 100n
```

```
M1 OUT IN 0 0 NMOS l=0.5 w=600  
M2 N001 N002 OUT N001 PMOS l=2 w=50
```

```
C1 OUT 0 1p  
R1 IN OUT 100k  
R2 OUT 0 1Meg
```

```
V1 N001 0 2  
V2 IN 0 SINE(0.7 0.01 1k)  
V3 N002 0 1.3
```

```
.MODEL NMOS NMOS (LEVEL=1 VTO=0.6 GAMMA=0.45 PHI=0.9 NSUB=9E+14  
+ LD=0.08E-06 UO=350 LAMBDA=0.1 TOX=1E-8 PB=0.9 CJ=0.56e-3  
+ CJSW=0.35e-11 MJ=0.45 MJSW=0.2 CGDO=0.4e-9 JS=1e-8)
```

```
.MODEL PMOS PMOS (LEVEL=1 VTO=0.6 GAMMA=0.4 PHI=0.8 NSUB=5E+14  
+ LD=0.09E-06 UO=100 LAMBDA=0.2 TOX=1E-8 PB=0.9 CJ=0.94e-3  
+ CJSW=0.32e-11 MJ=0.5 MJSW=0.3 CGDO=0.3e-9 JS=0.5e-8)  
.end
```

VTO : V_{SB} がゼロのときのしきい値電圧 (単位 : V)

GAMMA : 基板バイアス効果係数 (単位 : $V^{1/2}$)

PHI : $2\phi_F$ (単位 : V)

TOX : ゲート酸化膜厚 (単位 : m)

NSUB : 基板不純物濃度 (単位 : cm^{-3})

LD : ソース/ドレインの側壁拡散長 (単位 : m)

UO : チャネル移動度 (単位 : $cm^2/V/s$)

LAMBDA : チャネル長変調係数 (単位 : V^{-1})

CJ : ソース/ドレイン底面の単位面積あたりの接合容量 (単位 : F/ m^2)

CJSW : ソース/ドレイン側壁の単位長あたりの接合容量 (単位 : F/m)

PB : ソース/ドレイン接合のビルトインポテンシャル (単位 : V)

MJ : CJ の解析式の指数 (単位 : なし)

MJSW : CJSW の解析式の指数 (単位 : なし)

CGDO : 単位長あたりのゲート-ドレインのオーバーラップ容量 (単位 : F/m)

CGSO : 単位長あたりのゲート-ソースのオーバーラップ容量 (単位 : F/m)

JS : 単位面積あたりのソース-ドレインのリーク電流 (単位 : A/ m^2)

(SPICE を行えない方)

II-A. 図 3 のようにバイアスされた NMOS トランジスタがある。

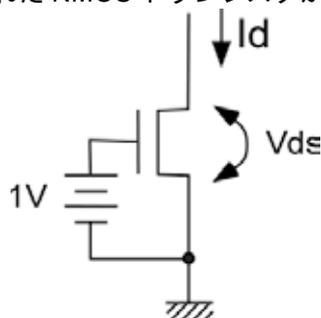


図 3

- このトランジスタが飽和領域で動作する為には、 V_{ds} は何 V 以上でなければならないか？
- この時、 I_d の電流値はいくつになるか？
- $I_d - V_{ds}$ の特性曲線を概略でグラフで示せ。

ただし、 $\mu_n=350$ [cm²/V/sec], $C_{OX}=7$ [fF/ μm^2], $V_{TH}=0.7$ [V], $L=1$ [μm], $W=10$ [μm]、チャネル長変調は無し($\lambda=0$) とする。

II-B. 図 4 に示したソース接地回路があり、 $(W/L)_1=50/0.5$, $(W/L)_2=10/0.5$, $V_{th1}=0.7$ V, $V_{th2}=-0.8$ V かつ $I_{D1}=I_{D2}=0.5$ mA とし、その他の条件は II-A と同じとする。

- (a) M1 及び M2 の gm の値を求めよ。
 (b) 電圧増幅率を求めよ。

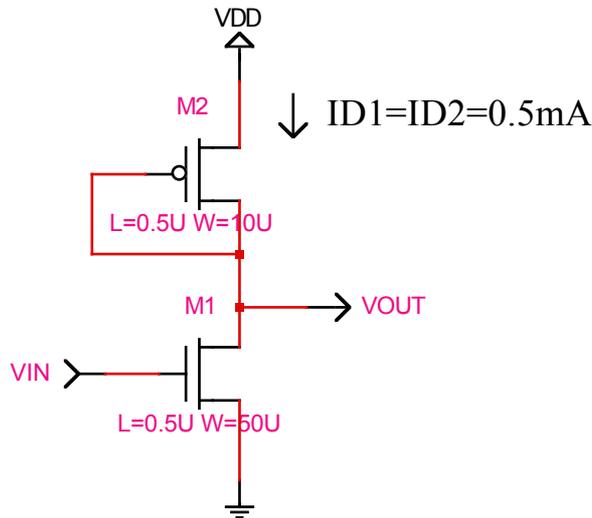


図 4

II-C. 図 5 のようなパルス発生器、抵抗、線路(Transmission Line)からなる回路がある。ここでパルス発生器の電圧源は、インピーダンス 0 オームの理想電源とする。

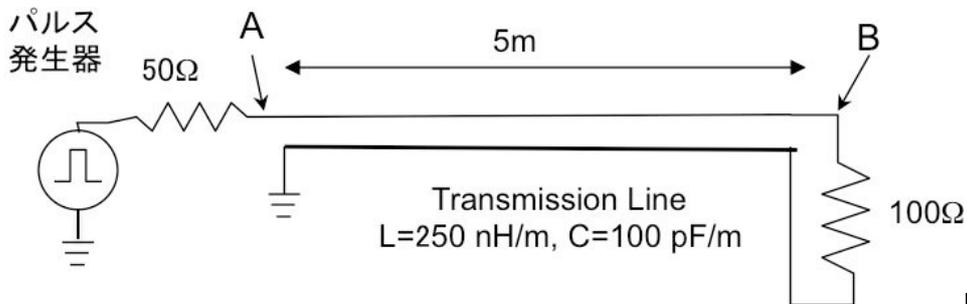


図 5

- (a) この線路の特性インピーダンスを求めよ。
 (b) 50 オームの出力駆動能力を持つパルス発生器で信号を発生させた時、この線路を伝わって A 点から B 点に信号が届くまでの伝搬遅延時間を求めよ。
 (c) 遠端での反射係数を求めよ
 (d) 時刻 $t=0$ で波高 2V、パルス幅 80ns のパルスをパルス発生器で発生させた時の、A 点及び B 点で観測した波形をグラフで示せ。

 (全員)

II-A. この 40 年間くらいの中で日本人が発明・開発したエレクトロニクス関連の機器・デバイスについて調べて、あなたが興味を持ったものを 1 点簡単にまとめて紹介せよ。

III-B. 今回の講義に関して感想、意見がありましたら記して下さい。