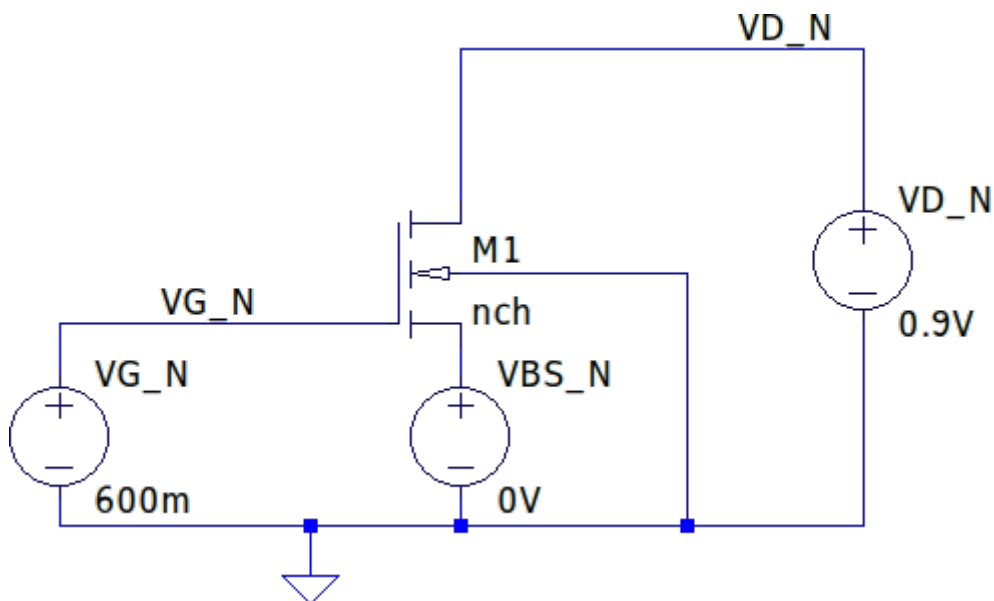


<b>Mikroelektronika a technologie součástek</b> <b>Ústav mikroelektroniky</b> <b>FEKT VUT v Brně</b>			<b>Jméno</b> <b>Jakub Charvot</b>	<b>ID</b> <b>240844</b>
			<b>Ročník</b> <b>3.</b>	<b>Obor</b> <b>MET</b>
<b>Spolupracoval</b> –	<b>Měřeno dne</b> 5.12. 2023	<b>Odevzdáno dne</b> 5.12. 2023	<b>Hodnocení</b>	
<b>Název zadání</b> <b>Měření a nastavování rezistorů</b>				<b>Č. úlohy</b> <b>1</b>

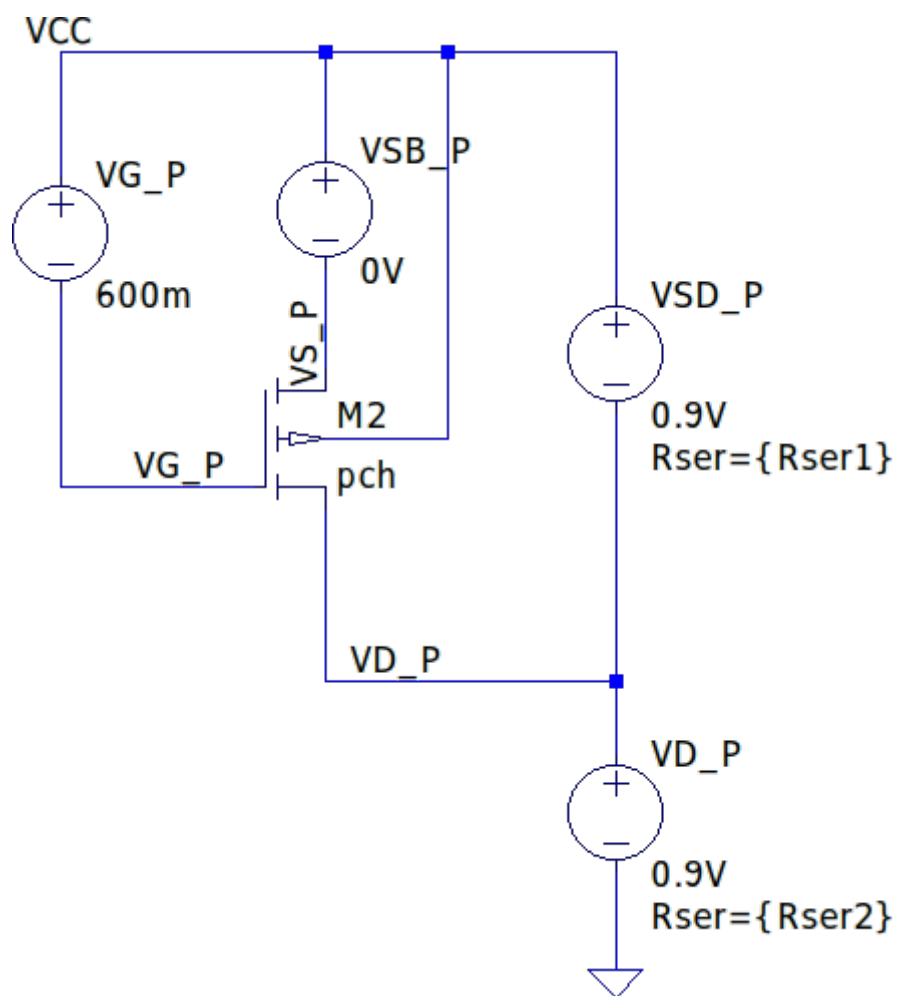
## 1 Vypracování

Pro provedení všech simulací jsem použil dvě zapojení, jedno pro tranzistor typu NMOS (viz Obr. 1), druhé pak pro typ PMOS (Obr. 2). Napájecí uzly jsem definoval pro obě zapojení stejně, jako je vidět na třetím schématu na Obr. 3.

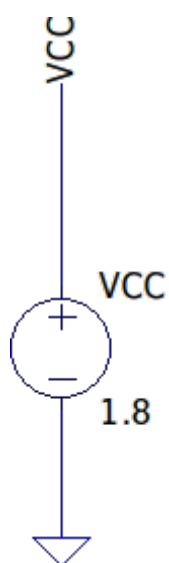
SPICE kód potřebný pro simulace jsem rozdělil do několika bloků (viz Obr. 4) a vždy přepínal mezi komentářem a spustitelným kódem. Díky tomu jsem omezil duplicitní kód a mohl využít obě schémata jednoduše pro všechny tři simulace, vždy s výběrem vhodné kombinace bloků. Bohužel s tímto konceptem možná drobně klesá přehlednost.



Obr. 1: Zapojení s tranzistorem NMOS.



Obr. 2: Zapojení s tranzistorem PMOS.



Obr. 3: Definice uzlů napájení pro zbylé obvody.

```

        .lib ../models/cmos018.txt
        ;

        NMOS .dc VG_N 0 1 1m          PMOS .dc VG_P 0 1 1m

1.1.1
.param lset=0.18u wset='5*lset'
.param Rser1=0 Rser2=1G

.STEP param lset list 0.18u, 0.3u, 0.5u, 0.8u, 1u, 2u, 3u, 5u, 10u

.meas DC UTHo_N FIND V(VG_N) WHEN Id(M1)=100n*wset/lset
.meas DC UTHo_P FIND V(VG_P) WHEN Id(M2)=100n*wset/lset
1.2
.param lset=1u wset=30u

.STEP VBS_N 0 500m 50m

.meas DC UTH_N FIND V(VG_N) WHEN Id(M1)=100n*wset/lset
.meas DC UTH_P FIND V(VG_P) WHEN Id(M2)=100n*wset/lset

1.3
NMOS

.dc VD_N 0 1.8 1m

.param lset=1u wset=5*lset
.param Rser1=1G Rser2=0

.STEP PARAM lset 0.2u 10u 1u
.meas DC ID1_N FIND Id(M1) WHEN V(VD_N)=0.5
.meas DC ID2_N FIND Id(M1) WHEN V(VD_N)=1.3
.meas DC ID0_N FIND Id(M1) WHEN V(VD_N)=0.9
.meas rout param (1.3-0.5)/(ID2_N-ID1_N)
.meas lambda param 1/(ID0_N*rout)

PMOS

.dc VD_P 0 1.8 1m

.param lset=1u wset=5*lset
.param Rser1=1G Rser2=0

.STEP PARAM lset 0.2u 10u 1u
.meas DC ID1_P FIND Id(M2) WHEN V(VD_P)=0.5
.meas DC ID2_P FIND Id(M2) WHEN V(VD_P)=1.3
.meas DC ID0_P FIND Id(M2) WHEN V(VD_P)=0.9
.meas rout param (1.3-0.5)/(ID2_P-ID1_P)
.meas lambda param 1/(ID0_P*rout)

```

Obr. 4: Všechny použité bloky SPICE kódy.

L [ $\mu\text{m}$ ]	W/L	$U_{TH0N}$ [mV]	$U_{TH0P}$ [mV]
0,18	5	417,456	470,74
0,3	5	434,41	465,15
0,5	5	418,739	458,1
0,8	5	396,187	448,17
1	5	386,941	443,4
2	5	368,024	432,03
3	5	362,038	428,07
5	5	357,358	425,05
10	5	353,717	423,13

Tabulka 1: Prahové napětí podle 1.1.1.

W [ $\mu\text{m}$ ]	L [ $\mu\text{m}$ ]	W/L	$U_{TH0N}$ [mV]	$U_{TH0P}$ [mV]
0,22	0,18	1,22	417,456	470,74
1	0,5	2	434,41	465,15
2	0,5	4	418,739	458,1
2	1	2	396,187	448,17
5	1	5	386,941	443,4
5	2	2,5	368,024	432,03
10	5	2	362,038	428,07
10	10	1	357,358	425,05
40	10	4	353,717	423,13

Tabulka 2: Prahové napětí podle 1.1.2.

### 1.1 Prahové napětí $U_{TH0}$

### 1.2 Závislost prahového napětí $U_{TH}$ na napětí bulku

### 1.3 Závislost modulační délky kanálu ( $\lambda$ ) na délce kanálu $L$

## 2 Závěr

### 3 Závěr