

# Capitolul I. PREZENTARE - UTILIZARE PROGRAM SPICE

## 1.1. Istoric, repere SPICE

# 1.1. Istoric SPICE

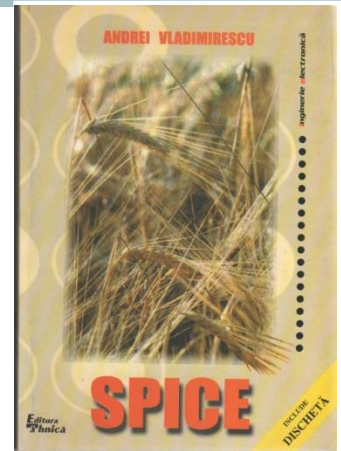
- Denumirea SPICE -> acronimul:  
Simulated Program Integrated Circuit Emphasis
- Programul SPICE , apare in **1960**, ca proiect de cercetare in Universitatea California-Berkeley, grup. A. Vladimirescu.
- In **1972** -> I produs comercial, ca SPICE1.
- În **1975** -> SPICE2, care cunoaște cea mai largă utilizare.
- Azi lucrăm cu SPICE2...16... . Fiecare versiune de SPICE are la randul ei diverse nivele - **LEVEL**: ex. Level 1 ... Level 6 pentru SPICE3.
- Aceste nivele definesc modelele adoptate pt tranzistoare /componentele active -> **Modele SPICE** ale componentelor active – miezul salturilor evolutiei programului SPICE.

# 1.1. Istoric SPICE

- Cartea – SPICE, Andrei Vladimirescu , Ed. Tehnica, Bucuresti, 1999:
- Cap.1. Introducere
- Cap.2. Descrierea elementelor pasive de circuit (R, C etc)
- Cap.3. Dispozitive semiconductoare
  - Diode
  - TB: modele de cc, modele de c.a, Parameterii de model
  - TECJ , -TECMOS: modele de cc, modele de c.a, Parameterii de model

...alte capitole....

Anexe: Pe Level-uri sunt prezentate toate modelele finale ale diodelor, TB si MOSFET.



# 1.1. Istoric SPICE

Cursul actual de Modele SPICE \* prezinta:

- Cursul 1: Presentare-utilizare SPICE

Declaratiile pentru comp. pasive.

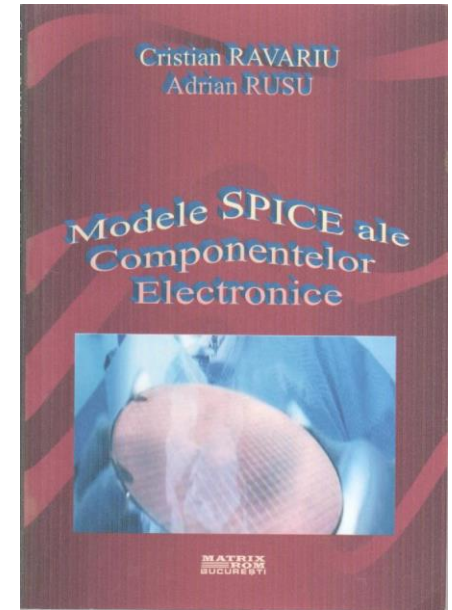
Exemple de analize.

- Cursul 2: Model SPICE pentru diode; aplicatii

- Cursul 3 : Model SPICE pentru TB; rezumat

- Cursul 4 – 6: Modele SPICE pentru T MOS

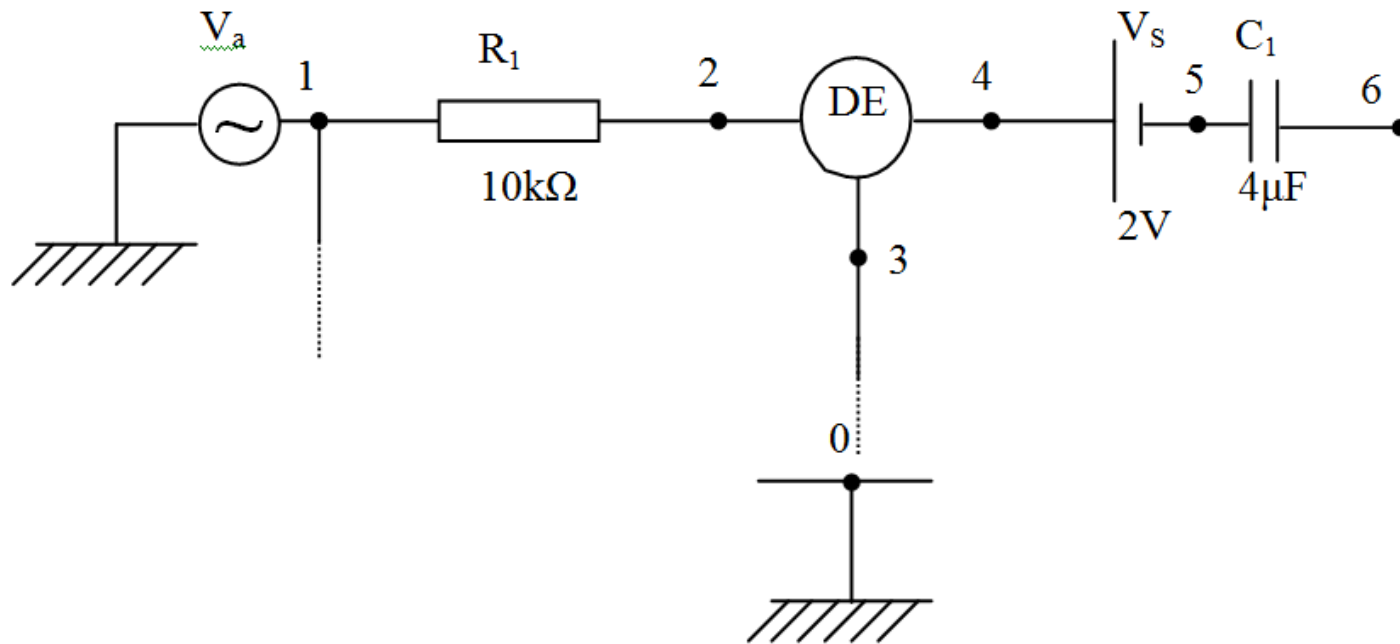
*\* CURS FONDAT DIN 1998 DE ACAD. ADRIAN RUSU*



## 1.2. Descrierea unui CE în SPICE

- În SPICE, descrierea circuitului se compune din un număr de *declarații de element*.
- Fiecare declarație de element conține *numele* elementului de circuit, *nodurile* din circuit și *valorile* parametrilor elementului de circuit.
- In acest scop, in I etapa pt scrierea in cod a fisierului de intrare – netlist (*nume.cir*) – se denumesc toate componentele din circuitul de simulat, se dau nume nodurilor si se cunosc bine valorile componentelor/parametrilor de model.

## 1.2. Descrierea unui CE în SPICE



- Formatul general al unei declarații de element:

**LC**nume nod1 nod2 <nod3 ...> <MODEL\_nume> <valoare1 ...>

## 1.2. Descrierea unui CE în SPICE

- Numele începe cu Literă Cheie (LC):
  - R pentru rezistoare, C – condensatoare, L – bobine, V- surse tens., I – surse crt., D - diode, Q – T. Bip, J – TECJ, M – T. MOS.
  - Cu excepția Literei Cheie, restul numelui conține caractere si/sau numere.
- Câmpurile următoare *nod1*, *nod2*, <*nod3 ...*> reprezintă numerele nodurilor la care este conectat elementul. Pentru specificarea nodurilor, în SPICE2 se pot folosi numai cifre; SPICE3 permite și folosirea literelor.
- Elementele de circuit sunt caracterizate printr-o valoare *valoare1* sau un model *MODEL\_ nume*.

## 1.3. Analiza unui CE în SPICE

- După declarațiile de element, în SPICE urmează *declarațiile de control*. Aceste declarații specifică tipurile de analize pe care trebuie să le realizeze programul și eventual definește stările inițiale. Liniile încep cu "."
- **Exemple de analize posibile:**
  - Analiza PSF prin linia de comandă (.OP)
  - Analiza în curent continuu prin linia de comandă (.DC)
  - Analiza în curent alternativ prin linia de comandă (.AC)
  - Analiza răspunsului tranzitoriu în timp prin linia de comandă (.TRAN)



## 1.3. Analiza unui CE în SPICE

- Exemplu: Iată definiția unei surse  $V_{CC}$  de tensiune continuă, apoi o sursă de tensiune alternativă  $V_S$  având frecvența 10kHz:

```
VCC 1 0 15V
```

```
VS 2 0 10mV AC 10k
```

- Dacă se dorește o analiză c.a., în care frecvența să varieze decadic de la 10Hz la 100MHz, linia de comandă este:

```
. AC DEC 10 1 100MEG
```

- Pentru analiza de semnal mare în domeniul timp, programul SPICE are definite și alte tipuri de semnale dependente de timp, dintre care amintim: SIN, PWL.

### 1) Formatul Sinusoidal (SIN)

```
SIN (VO VA <F <TD <THETA>>> )
```

unde: VO – componenta continuă; VA – amplitudinea, ceilalți parametri sunt opționali (F – frecvența; TD – timpul de întârziere; THETA – factorul de amortizare).

## 1.3. Analiza unui CE în SPICE

2) Formatul (PWL – *Piecewise Linear Function*).

- Declarația de sursă tip PWL este de forma:
- $\text{PWL}(t_1 V_1 <t_2 V_2 <t_3 V_3 \dots>>)$
- Semnalul astfel descris este format din segmente de dreaptă care unesc punctele de coordonate  $(t_i, V_i)$ . Numărul de puncte nu este limitat. Coordonatele de timp sunt în ordine crescătoare. Iată un exemplu:

```
vcc+ 3 0 pwl(0 0 50u 0 100u 11 500u 7)
```

```
vcc- 4 0 pwl(0 0 50u 0 100u -11 500u -7)
```

```
. tran 1u 500u
```

- Tensiunile  $v_{CC\pm}$  sunt 0V la momentul 0s, sunt 0V la 50μs, sunt ± 11V la 100μs și sunt ± 7V la 500μs. Analiza tranzitorie se face în timpul: 1μs - 500μs.

## 1.4. Declarațiile și Modelele pentru componente electronice pasive

Iată modelele componentelor pasive.

1) Rezistor.

Relația constitutivă a unui rezistor este:

$$V_R = \text{valoare}_r \cdot I_R$$

Declarația unui rezistor:

**R**nume <nod1> <nod2> <val\_Rez>

Exemplu: R5 1 3 2k

- înseamnă că: între nodurile 1 și 3 este cuplată o rezistență (Litera cheie = **R**), cu numele **R5** și are 2kilo-ohmi.

## 1.4. Declarațiile și Modelele pentru componente electronice pasive

### 2) Condensator.

Relația constitutivă a unui condensator este:

$$i_C = \text{valoare\_C} \cdot \frac{dv_C}{dt}$$

Declarația unui condensator :

**C**nume <nod1> <nod2> <val\_Cap>

Exemplu: C4 3 0 5n

- înseamnă că: între nodurile 3 și 0 (masă) este cuplat un condensator **C**4 (Litera cheie =**C**), de 5 nano-Farazi.

## 1.4. Declarațiile și Modelele pentru componente electronice pasive

### 3) Inductanța.

Relația constitutivă a unei inductanțe este:

$$v_L = \text{valoare\_}L \cdot \frac{di_L}{dt}$$

Declarația unei inductanțe :

**L**nume <nod1> <nod2> <val\_ind>

Exemplu: Lload 2 3 5m

- înseamnă că: între nodurile 2 și 3 este cuplată o inductanță **Lload** (Litera cheie = **L**), de 5 mili-Henri.

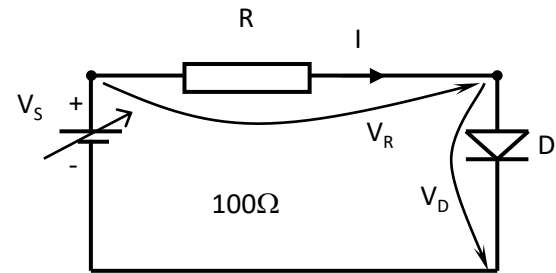
## 1.4. Declaratiiile si Modelele pentru componente electronice pasive

- Prescurtarile in SPICE ale unitatilor si sub-unitatilor de masura:
- $m=10^{-3}$ ,  $u=10^{-6}$ ,  $n=10^{-9}$ ,  $p=10^{-12}$ ,  $f=10^{-15}$ .
- $k=10^3$ ,  $MEG=10^6$ ,  $G=10^9$ ,  $T=10^{12}$ .
- *Ex: Valoarea unei rezistente de  $5k\Omega$  se va scrie:  $5k$ , intelegand ca daca Litera cheie la inceputul liniei a fost R, este vorba de kilo-ohmi.*

# 1.5. Modelele pentru componente electronice ACTIVE

- Punerea problemei

$$I = I_S \cdot \left[ \exp\left(\frac{qV_D}{nkT}\right) - 1 \right]$$



$$I_A = I_{od} \left[ \exp\left(\frac{qV_A}{kT}\right) - 1 \right] + I_{ogr} \left[ \exp\left(\frac{qV_A}{2kT}\right) - 1 \right]$$

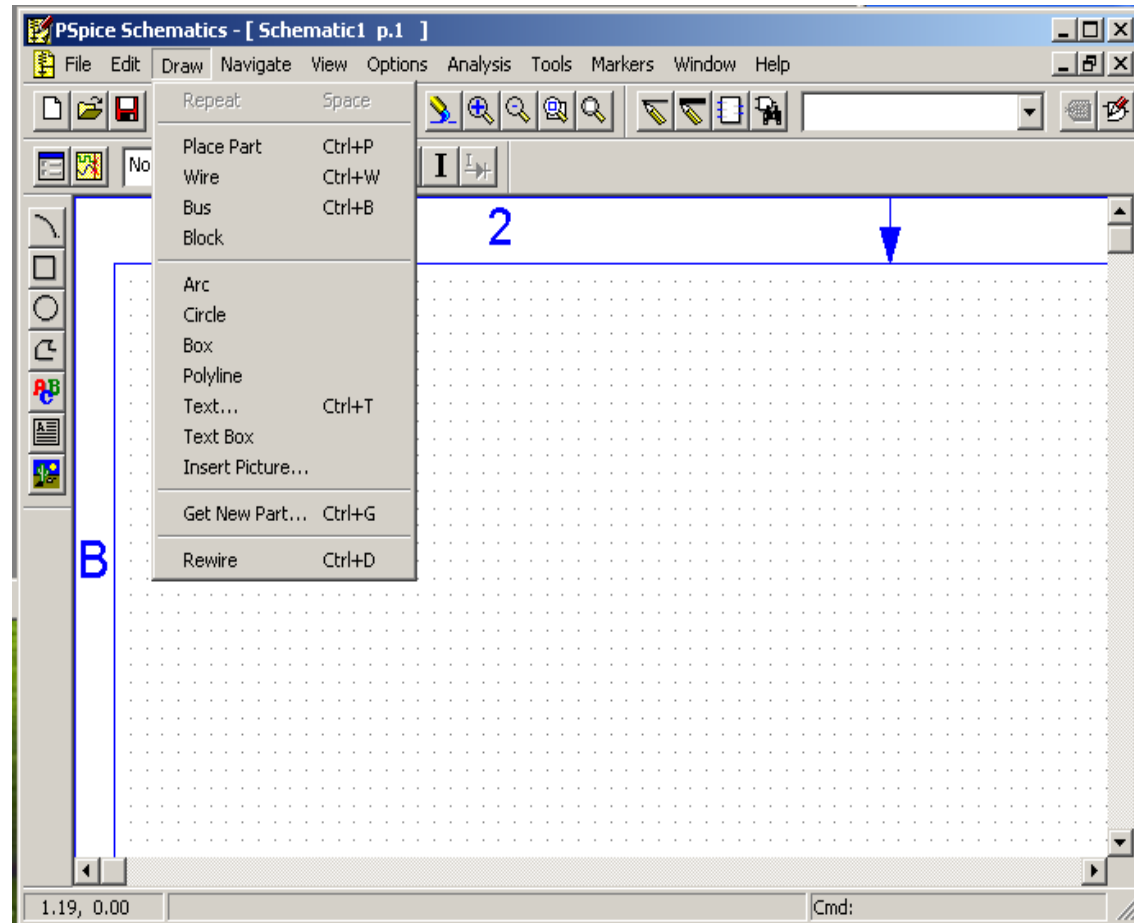
## 1.5. Modelele pentru componente electronice ACTIVE

- Modele / Parametri de model
- Modele fizice // empirice // de fitare
- *Parametri de model la modele fizice*: timpi de viață, lungimi de difuzie, etc. Dificil de aflat !
- Extractor dedicat de parametri – dupa FOI de CATALOG – sub-programul PARTS al SPICE.



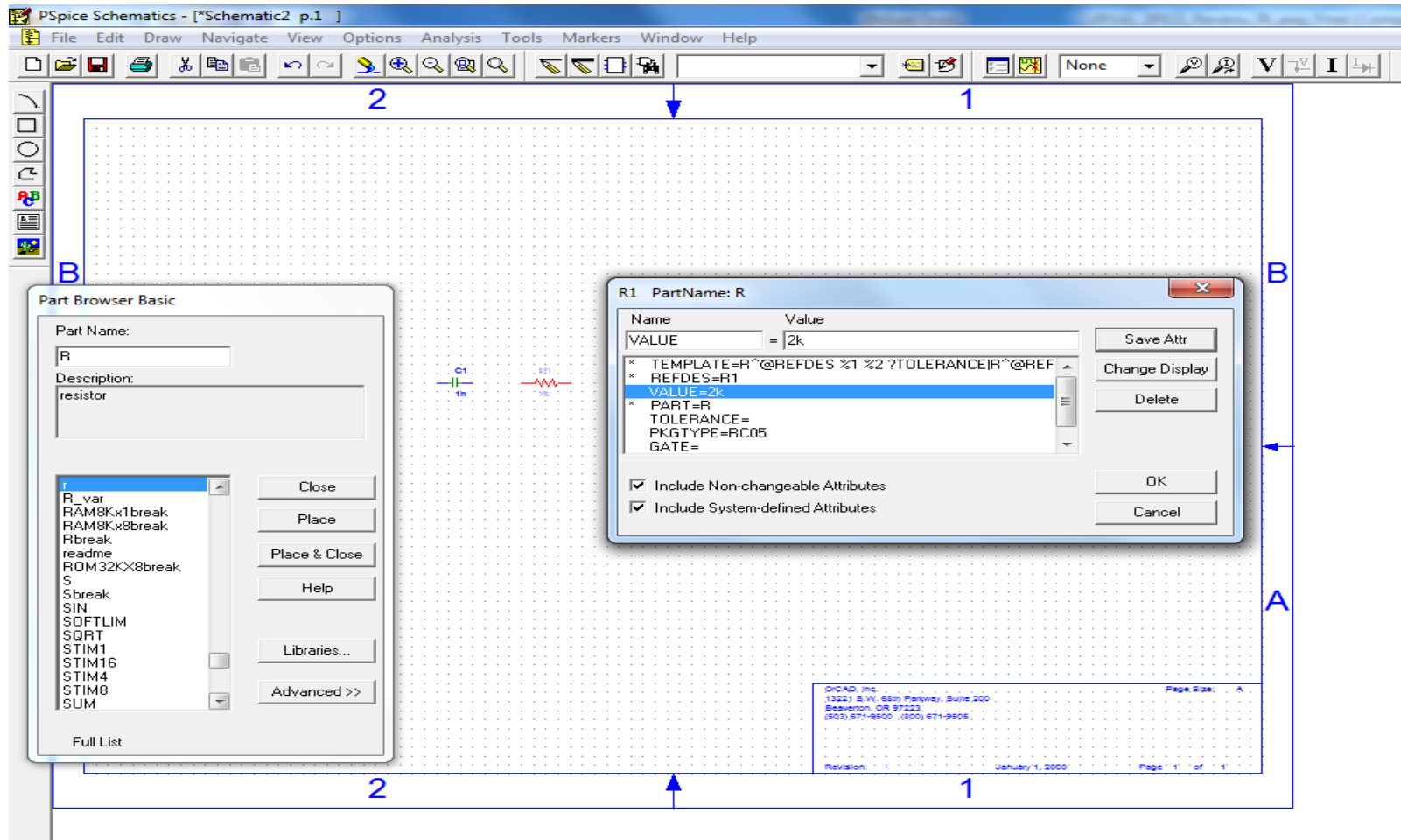
# 1.6. Exemple de aplicatii in SPICE

- Captator de schema:  
Capture /  
Schematics



# 1.6. Exemple de aplicatii in SPICE

Meniu: **Draw -> Get New Part -> Libraries...**



# 1.6. Exemple de aplicatii in SPICE

## Amplificator de baza – fara reactie

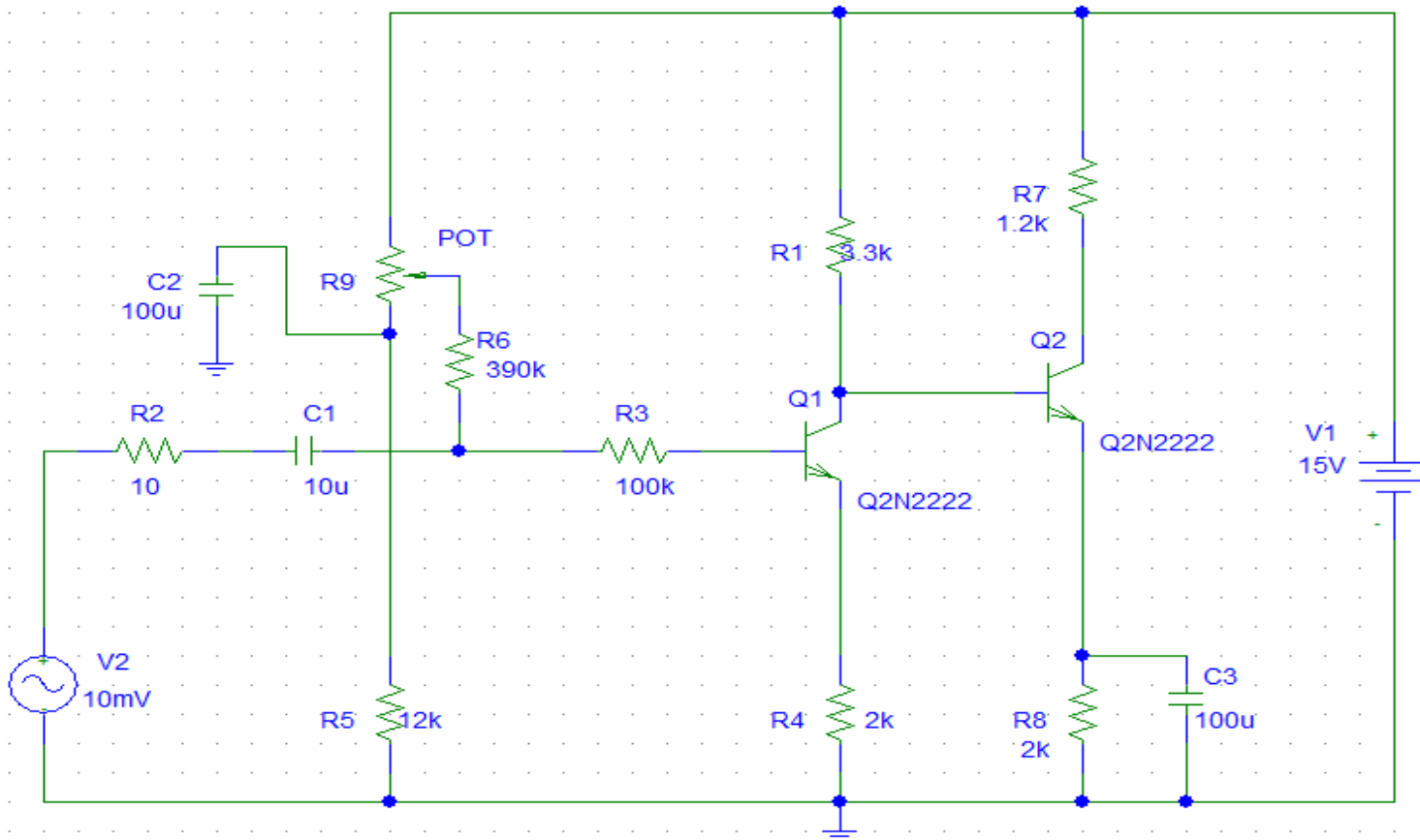
\* Schematics Netlist \*

```
R_R2      $N_0002 $N_0001 10
C_C1      $N_0001 $N_0003 10u
R_R3      $N_0003 $N_0004 100k
R_R5      0 $N_0005 12k
R_R4      0 $N_0006 2k
R_R1      $N_0008 $N_0007 3.3k
RT_R9     $N_0005 $N_0009 {(5K*(1-0.407))+.001}
RB_R9     $N_0009 $N_0007 {(5K*0.407)+.001}
C_C2      0 $N_0005 100u
R_R6      $N_0003 $N_0009 390k
Q_Q2      $N_0010 $N_0008 $N_0011 Q2N2222
R_R7      $N_0010 $N_0007 1.2k
V_V1      $N_0007 0 15V
C_C3      0 $N_0011 100u
R_R8      0 $N_0011 2k
Q_Q1      $N_0008 $N_0004 $N_0006 Q2N2222
V_V2      $N_0002 0 DC 0V AC 10mV
```

# 1.6. Exemple de aplicatii in SPICE

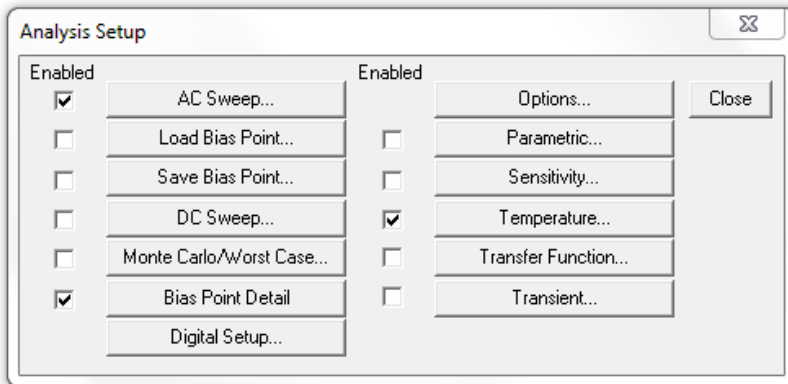
## Amplificator de baza – fara reactie

Analiza AC de la 0.1Hz la 10Meg cu points 101, decadic. Se sim si Add dtrace: Av, Ai, Az, Zi.



# 1.6. Exemple de aplicatii in SPICE

- Analiza AC



```
** Analysis setup **  
. ac DEC 101 0.1 100000k  
. TEMP 25  
. OP
```

