

Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

Lucrarea 1: Utilizarea PSPICE de la CADENCE ORCAD LITE 16.6

OBIECTIVE

Scopul laboratorului este familiarizarea studenților cu mediul PSpice, simularea unor circuite simple și înțelegerea parametrilor de model ai dispozitivelor active de circuit. Software-ul utilizat pentru prima lucrare este pachetul care încorporează PSpice din CADENCE, varianta CADENCE ORCAD LITE 16.6, de la adresa : <http://www.orcad.com/buy/try-orcad-for-free>.

INTRODUCERE

În PSpice programul rulat în scopul de a specifica schemele de circuit se numește CAPTURE și anume ORCAD CAPTURE CIS-Lite. Circuitele se vor descrie în SCHEMATIC.

Programul care va realiza simulările și va prezenta rezultatele grafice este numit PSpice. Extractorul de parametrii se numea inițial PARTS. El este integrat acum în PSpice - New Model.

Cu ajutorul PSpice vom realiza:

- Proiectarea circuitelor
- Simularea funcționării circuitelor
- Analiza rezultatelor de simulare

Notă: Pentru prima lucrare utilizăm diode, rezistențe, condensatoare și diverse surse de tensiune independente / dependente. Programul CAPTURE are biblioteci de simboluri extinse și include un editor de simboluri.

PREGĂTIRE

Se recomandă studenților utilizarea calculatoarelor personale portabile pe care va fi instalat anterior PSpice din ORCAD LITE 16.6 descărcat personalizat de la <http://www.orcad.com/buy/try-orcad-for-free> și vor fi desenate circuitele propuse pentru fiecare laborator. În cadrul laboratorului va fi analizată funcționarea acestora și parametrii de model ai dispozitivelor semiconductoare.

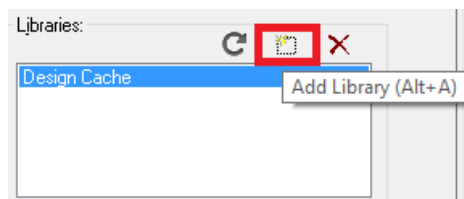
MOD DE LUCRU 1. Prima simulare a unei diode serie cu o rezistență

Se propune studierea următorului circuit simplu - dioda în serie cu o rezistență:

1. Rulați programul **ORCAD CAPTURE CIS-Lite** (ex. din Start - All Programs - Cadence - ...)
2. Selectați **File -> New ->Project** din meniul File.
3. În fereastra ce se deschide, dați un nume proiectului și selectați **Analog or Mixed A / D**, precum și locația fișierelor de exemplu **C (sau F):\Laborator\Spice 2016\exercitii**, apoi OK .
4. În fereastra PSpice pop-up, selectați **Create a blank project**, iar apoi OK.
5. Acum, vă aflați în mediul **SCHEMATIC** în care construiți circuitul dumneavoastră.
6. Selectați **Place -> Part** din meniul Place.
7. Faceți clic pe **EVAL** din caseta **Libraries**. În cazul în care bibliotecile nu sunt încărcate, aduceți-le pe toate sau numai pe cele folosite în această lucrare (**EVAL**, **ANALOG** și **SOURCE**) din folderul **PSPICE**.

Căutați dioda **D1N4148**. O puteți face fie prin defilare în jos pe lista sau prin tastarea D1N4148 în caseta Part, apoi OK. Încărcați această bibliotecă (**EVAL**) și bibliotecă (**ANALOG**) din folderul library/pspice, cazul în care aveți programul încărcat anterior.

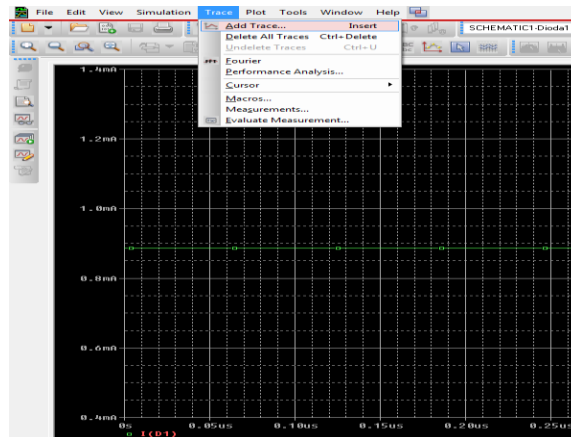
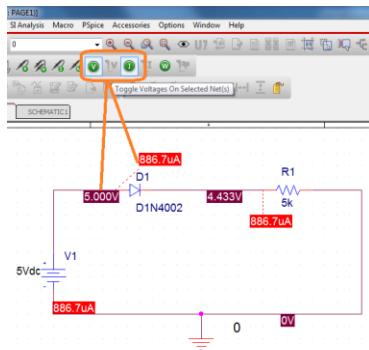
8. În același mod plasați și un rezistor din bibliotecă



Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

- ANALOG** , alegand **R**. După plasare apăsați **ESC**.
- Folosiți mouse-ul pentru a plasa rezistorul unde doriți și apoi faceți click pentru a lăsa rezistorul acolo. apăsați **ESC**.
 - Pentru a roti componentele există două opțiuni:
 - Rotiți o componentă odată ce aceasta este plasată: Selectați componenta făcând click pe ea, apoi apăsați tasta R.
 - Rotiți componenta înainte de a fi plasată, R sau Ctrl-R .
 - Selectați **Place ->Part** din meniul Place.
 - Plasați o sursă numită **VDC** din biblioteca **SOURCE**. O puteți face, fie derulând în jos pe lista sau prin tastarea VDC în caseta Part, și apoi faceți click pe OK.
 - Selectați **Place ->wire**. Pentru a începe un fir click pe terminalul componentei de unde vreți să înceapă, și apoi faceți click pe terminalul componentei în cazul în care doriți să-l terminați . Puteți continua introducerea de fire până când toate componentele sunt conectate. Apoi faceți clic dreapta și selectați **End Wire**.
 - Selectați **Place -> Ground** din meniul Place, faceți clic pe **GND ->CAPSYM**. Aveți grijă de apariția nodului 0, indispensabil rulării. .
 - Acum, schimbați valorile componentelor cu cele necesare. Pentru a face acest lucru trebuie doar să faceți dublu click pe parametrul pe care doriți să-l modificați. Modificați sursa la 5V și rezistența la 5 K.
 - După ce ați terminat construirea circuitului, puteți trece la pasul următor – pregătiți simularea circuitului. Selectați **PSpice -> New Simulation Profile** și introduceți un nume care poate fi același cu cel al proiectului dumneavoastră.
 - Acum puteți edita tipul de analiza și stimulii. Selectați **PSpice -> Edit Simulation Profile**. Aici aveți prima dată setată o analiză în timp. Puteți seta de exemplu: Timpul total în regim tranzitoriu - Tstop=1000ns și max step size =10ns.
 - Acum sunteți gata pentru a simula circuitul. Selectați **PSpice -> RUN**. Acum ați realizat o analiză în timp. Va apărea un grafic având timpul pe axa X. Pt a afișa curenții și tensiunile pe schema - selectați în bara de sus I și respectiv V. Pe editorul grafic selectați -> Add Trace -> curentul prin dioda de exemplu I(D1).



- Închideți meniul grafic și reveniți la SCHEMATICS.
- Din meniul PSpice, ultimul submeniu, **Bias Points**, Enable, activați vizualizarea potențialelor la noduri.

Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

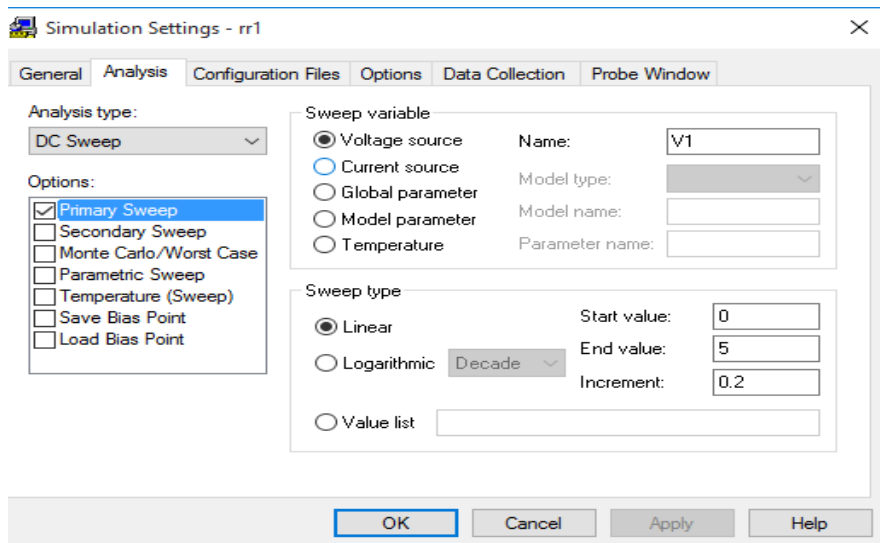
TIPURI DE ANALIZA

Programul poate fi utilizat pentru simularea funcționării circuitelor prin efectuarea a 8 tipuri de analiză, după cum urmează:

1. analiza de curent continuu a unui circuit **DC Sweep (.DC)** ;
2. analiza punctelor statice de funcționare **BIAS Points (.OP)**, ce face posibilă realizarea următoarelor analize suplimentare:
3. analiza răspunsului tranzitoriu, sau comportarea în timp **Time Domain (.TRAN)**, ce face posibilă realizarea analizei:
4. analiza răspunsului în frecvență **AC Sweep (.AC)**;
5. analiza de zgomot **(.NOISE)**;
6. analiza sensibilității de curent continuu **(.SENS)**;
7. analiza funcției de transfer de semnal mic **(.TF)**;
8. analiza componentelor Fourier ale răspunsului tranzitoriu **(.FOUR)**.

MOD DE LUCRU 2. Utilizarea DC sweep

Suntem interesați de graficul curent prin diodă în funcție de valoarea tensiunii de alimentare. Din meniul **Pspice, Edit Simulation Profile** alegem la **Analysis Type DC Sweep** conform figurii de mai jos, apoi Apply și OK.

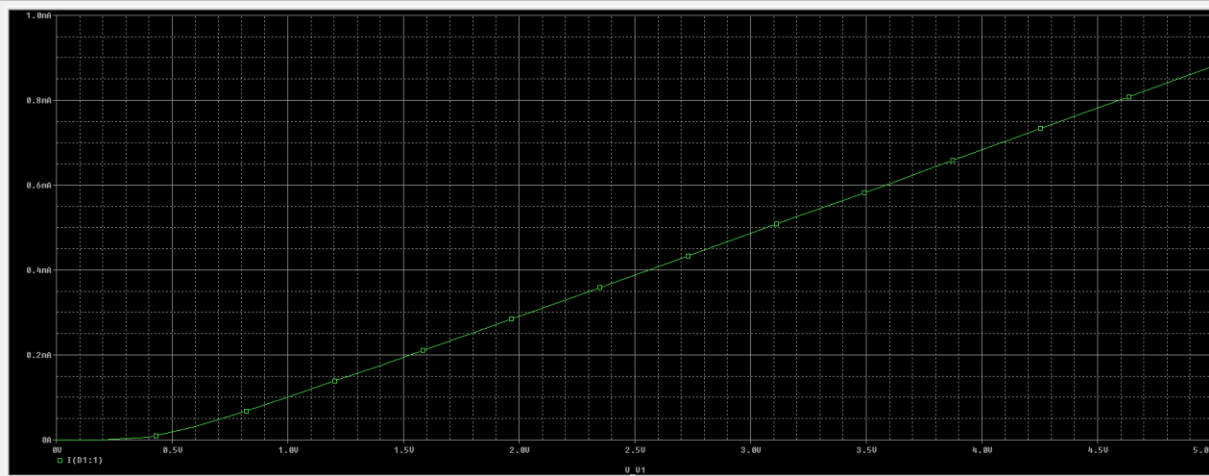


Dupa aceea dați o nouă rulare **RUN**.

Pentru vizualizarea curentului prin diodă, selectați **Trace -> Add Trace**. Selectați I (D1). Acum vrem să vedem cu precizie sporită unde curentul I (D1) este 0,5 mA. Selectați **Trace->Cursor->Display** din meniul Trace. Aveți la dispoziție două cursoare, A1 este controlată cu butonul din stânga al mouse-ului și A2 este controlată cu butonul din dreapta al mouse-ului. Apăsăți-le. Utilizați unul dintre ele pentru a găsi punctul solicitat. Citiți abscisa și ordonata cursorului în dreapta jos în fereastră. (da

Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

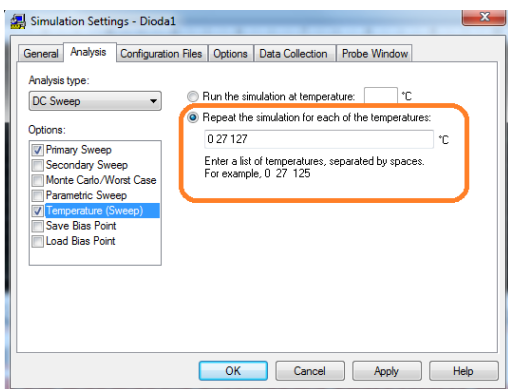


TEMA 1. Să se găsească valoarea tensiunii sursei de alimentare pentru care curentul prin diodă este de 0,3 mA.

TEMA 2. Să se găsească valoarea tensiunii pe dioda pentru care curentul prin diodă este de 0,3 mA. Puteti seta pe axa Ox operanzi de tipul: (V1:1)-(V1:2) care este V_d . Reprezentati apoi graficul $\ln(I_d)-V_d$.

TEMA 3. Să se afișeze dependența curentului prin diodă la 3 temperaturi diferite: 10, 50 și 100 grade Celsius. In acest moment, notati cat este tensiunea pe dioda la cele 3 temperaturi, luand curentul mereu de 0,7mA.

Indicație: Se reeditează profilul simulării, PSpice -> Edit Simulation Profile (Primary sweep - lasat bifat pt V1 ca variatie .DC) se bifează suplimentar la OPTIONS si Temperature Sweep -> Repeat for 0 27 127 150 cu spatiu intre temp -vezi figura.



Apoi selectați din nou TRACE/ADD TRACE.

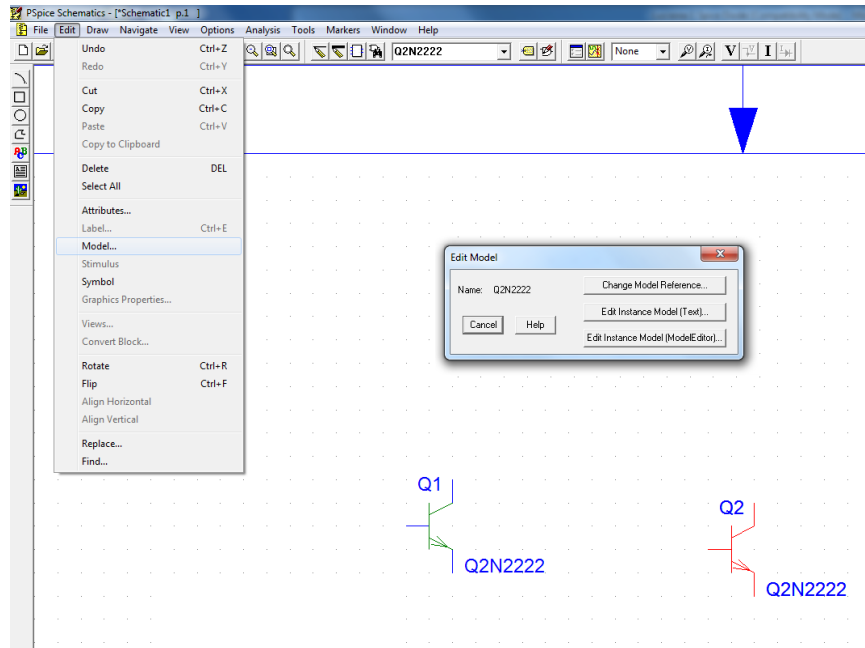
MOD DE LUCRU 3. Modificarea modelelor pt componente active

Suntem in Schematics. Selectati componenta activa (clic si devine rosie). Apoi Edit - Model --> o fereastră, fig.a. Apoi dati Edit Instance Model (Model Editor ...) --> se deschide o fereastră in care pot modifica manual parametrii de model - daca optam No - fig. b, sau daca optam Yes intr-un program Parts. In oricare din optiunile anterioare, la final dam File - Save - ok.

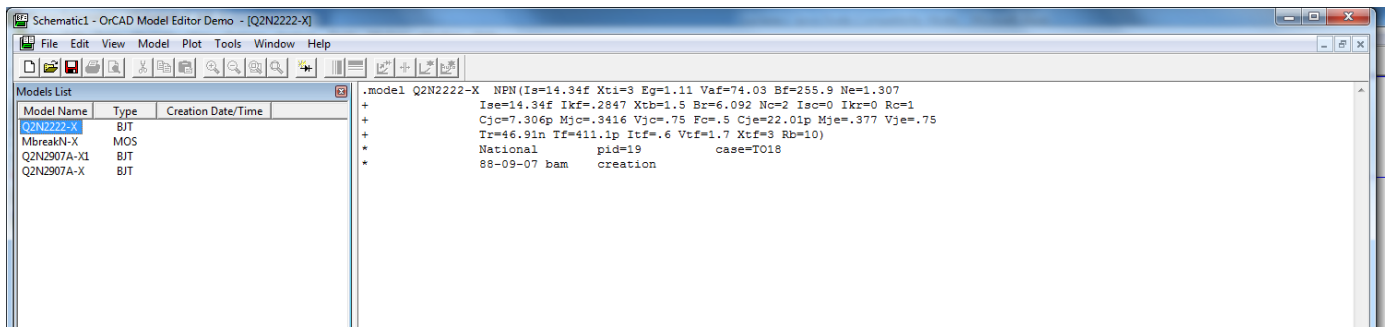
Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

Salvati undeva lista completa a parametrilor de model a dispozitivului original, astfel incat daca dupa modificari succesive aveti nevoie de valoarea care a fost initial, sa o aveti salvata undeva. La final re-editati modelul, cu datele care au fost initiale ale componentei active.



(a)



(b)

Fig (a) Optiunea Edit - Models si fereastra de lucru deschisa, (b) Noua fereastra cu Model editor, in care putem modifica local fiecare parametru de model.

Se va trece la *Simularea unui circuit cu 2 in Polarizare Directa.*

Se deschide Schematics si se editeaza schema din fig. 1. Initial se fixeaza $V1=4V$, $R1=1k\Omega$. Diodele 1N4002 si 1N4148 sa aiba initial parametrii de model impliciti.

Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

Parametrii impliciti ai diodelor 1N4002 si 1N4148

*** Power Diode 1N4002 ***

```
.MODEL D1N4002-X D (IS=14.11E-9 N=1.984 RS=33.89E-3 IKF=94.81 XTI=3  
+ EG=1.110 CJO=51.17E-12 M=.2762 VJ=.3905 FC=.5 ISR=100.0E-12  
+ NR=2 BV=100.1 IBV=10 TT=4.761E-6)
```

****Diode 1N4148 ****

```
.model D1N4148-X D(Is=2.682n N=1.836 Rs=.5664 Ikf=44.17m Xti=3 Eg=1.11 Cjo=4p  
+ M=.3333 Vj=.5 Fc=.5 Isr=1.565n Nr=2 Bv=100 Ibv=100u Tt=11.54n)
```

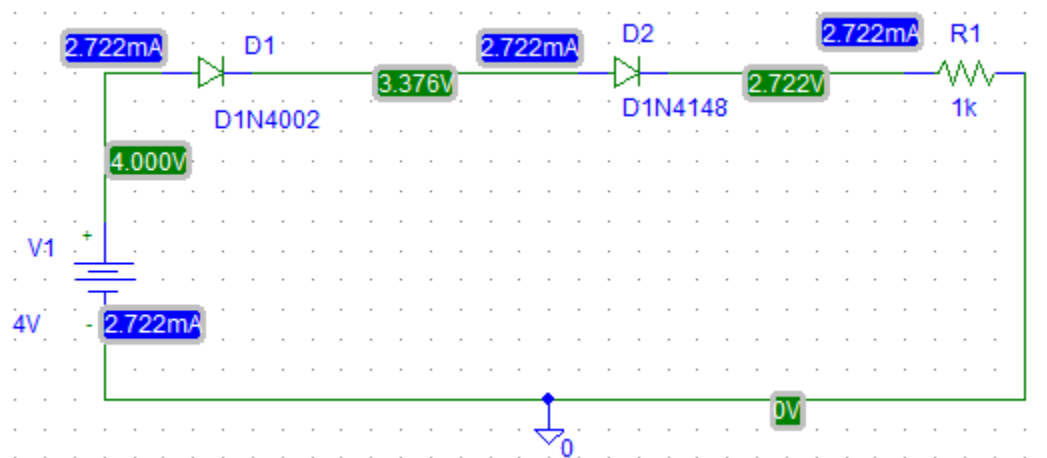


Fig. 1. Circuit simulat cu 2 diode diferite plasate in serie cu o rezistenta.

TEMA 4. Se alege la analize: analiza psf si analiza .DC in care tensiunea V1 creste de la 0V la 18V, cu pas de 0.2V. Se extrag din simulari tensiunea pe diode si pe rezistorul R1 si curentul in cazurile V1 este 4V, apoi 18V.

TEMA 5. Se refac simularile, dar modificati valorile lui IS la ambele diode ca avand valoarea 10uA. Extrageți din nou din simulari tensiunea pe diode si curentul in cazurile V1 este 4V.

TEMA 6. Sa se calculeze cu modelul de calcul cel mai rapid de la cursul de DE, valoarea curentului I_D cand $V_1=4V$, apoi sa se compare cu valoarea simulata si sa se explice diferentele.

Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

MOD DE LUCRU 4. Simularea diodelor ca senzori de temperatura

Utilizand facilitatile programului Spice de a face analize termice, simulati comportamentul diodelor ca senzori de temperatura. Din meniul **Pspice**, **Edit Simulation Profile** alegem la **Analysis Type DC Sweep** - alegeti apoi "Temperature" ca element variabil - tastati scala de variatie a temperaturii - de exemplu de la 0°C si la 150°C. Apoi OK - close. Apoi RUN.

NOTATI separat valorile extreme I-V la 0°C si la 150°C cand parametrul $E_g=1.1\text{eV}$ (pt Si) este implicit.

Veti obtine rezultatele simularilor ca mai jos, in acord cu teoria, fig. a. Extrageți sensibilitatea cu temperatura, ca fiind $S=dV/dt$.

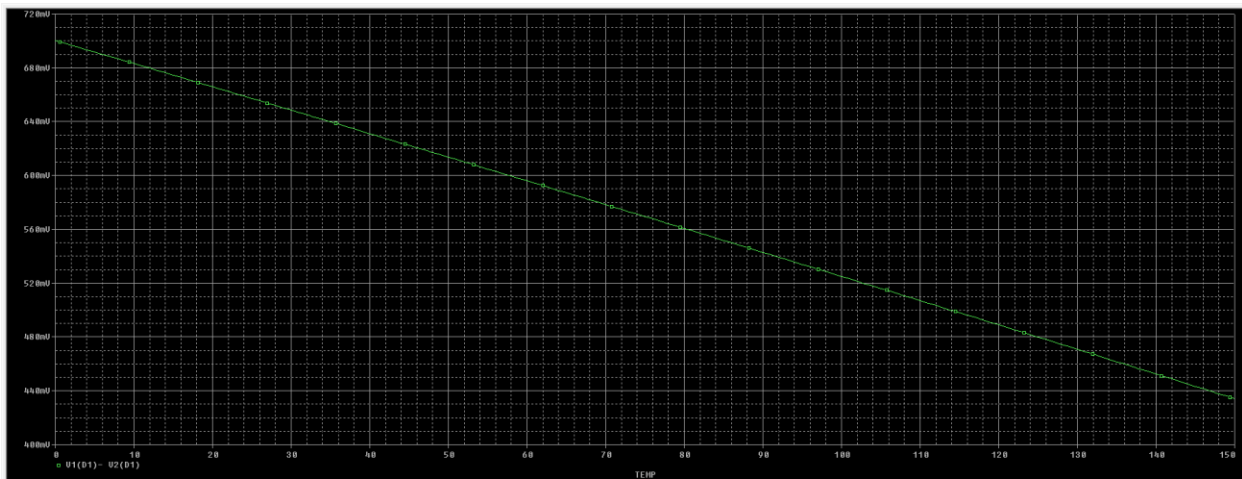


Fig. (a) Rezultatele simulării atunci când crește temperatura de la 0 la 150 grad C cu 1 grafic .

TEMA 7. Modificați parametrii de model ai diodelor, $E_g=1.1\text{eV}$ (Si) pt D1 si $E_g=0.67\text{eV}$ (Ge) pt D2. Reluați simulările. Adaugați curba necasara. Dacă vreti 2 grafice pe același sistem de axe, puneti funcțiile dorite pt axa verticală cu "blanc" între ele și vor apărea mai multe, fig. b. Extrageți și NOTATI sensibilitatea diodei ca senzor de temperatura și subliniați care dintre diodele pe Si / Ge da o sensibilitate mai bună.

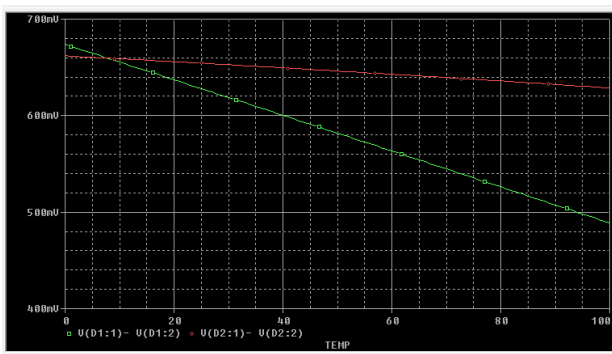
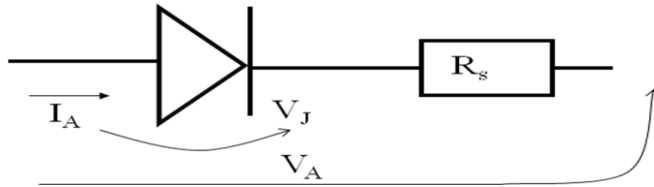


Fig. (b) Rezultatele simulării atunci când crește temperatura de la 0 la 100 grad C cu 2 grafice.

Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

MOD DE LUCRU 5. Extragerea de noi parametri de model



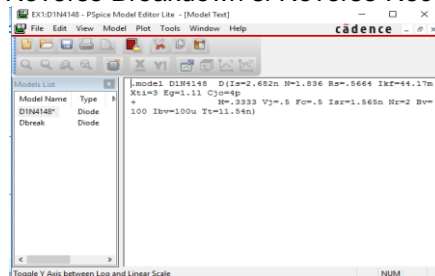
$$I_A = I_S \left[\exp\left(\frac{qV_A}{nkT}\right) - 1 \right]$$

$$V_A = V_J + R_S I_A$$

Model parameters – parametrii de model:

- IS (A) – curentul de saturație,
- N – coeficient de calitate
- RS (Ω) – rezistența serie,
- KF – curentul de “cot” pentru nivel mare de injecție,
- XTI – coeficientul de variație al lui I_s cu temperatura,
- EG (eV) – lățimea energetică a benzii interzise.

Se selectează dioda, cu ajutorul unui click dreapta se alege **Edit Spice Model**. Se intră în meniul **View, Extract Model** și se vizualizează curbele Forward Current, Junction Capacitance, Reverse Leakage, Reverse Breakdown și Reverse Recovery.



Să se discute teoretic parametrii diodei .

SCHIMBAREA PARAMETRILOR DE MODEL

Se selectează dioda, cu ajutorul unui click dreapta se alege **Edit Pspice Model**. Se intră în meniul **View, Extract Model**, se editează direct în fereastră, de exemplu schimbați I_S=10uA. Salvați. Vizualizați noul current prin diodă, prin **RUN, Trace -> Add Trace**, selectați I (D1). Se observă că atingerea curentului de 0,3 mA se face mult mai repede, la o valoare aproximativă a sursei de 1,6 V.

CREAREA UNEI DIODE NOI SI SCHIMBAREA MODELULUI

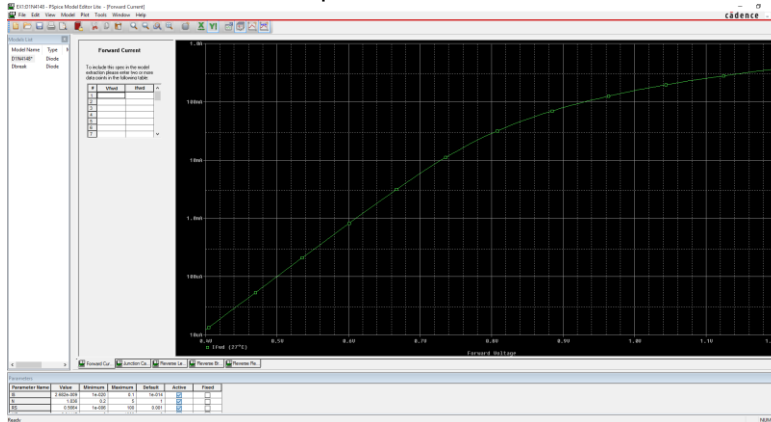
Pentru crearea unei diode noi, inexistentă în bibliotecă, pe baza foii de catalog, operația se execută în 2 pași:

1. Se crează un nou model prin extracție de parametrii din foaia de catalog.
2. Se asociază noul model unei diode existentă, căreia i se numește noii diode din catalog.

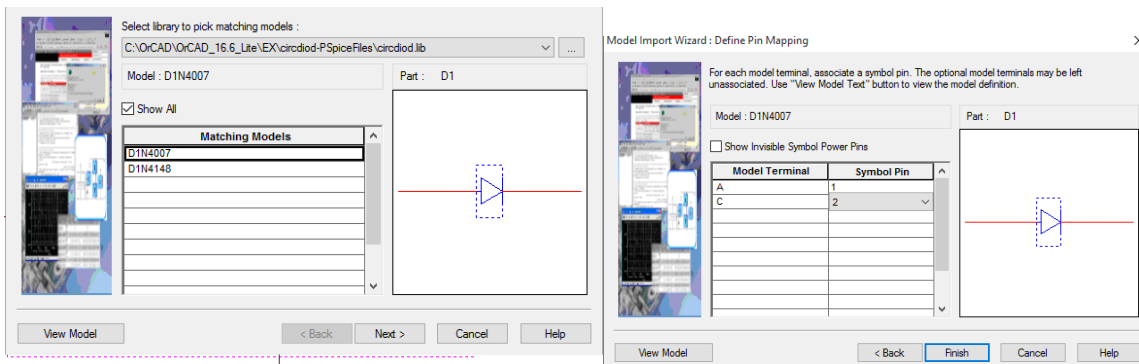
Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

- Se selectează o diodă oarecare din circuit, de ex 1N4007. Cu un click dreapta se alege **Edit Pspice Model**. Din meniul principal dar al ferestrei PSpice Model Editor Lite se alege - MODEL -> New si se alege un nume nou, de ex. chiar D1N4007b. Se introduc mimim 5 seturi de valori , VfWd-I fwd din foile de catalog. Se alege din meniul principal **TOOLS, EXTRACT PARAMETERS**, apoi **SAVE sau SAVE AS**. Se observă că se crează o nouă bibliotecă cu numele proiectului. Apoi **EXIT**. Se poate edita direct in continuare modelul ca în paragraful anterior sau se trece la pasul 2



- Se revine la diodă. Se editează cu click pe nume si se schimbă afisarea numelui acesteia cu D1N4007. Cu click dreapta se Associate Model, se selectează YES, până la fereastra in care se alege calea bibliotecii din directorul curent de lucru. Din Butonul "..." din Dreapta Sus aleg Browse - si aleg calea unde am salvat fisierul Dioda1.lib. In clipa cand apare selectat sus calea, vor aparea in tabel codurile D1N4148 si cea noua D1N4007a. Pot da "View Model" si vad lista cu noii param de model asociati. Apoi dau Next. -> pagina de mai jos din dreapta. Aici asociez A (anodului) - Symbol pin - fac clic pe linie si apare impus doar 1 sau 2. Aleg 1. Apoi pt C aleg in linia a 2-a pe 2. Dau Finish. Dau Ok - sa modifice doar la versiunea curenta.



TEMA 8. Să se schimbe dioda din circuit D1N4148, cu dioda 1N4148a care are pagina de catalog atașată la sfârșitul lucrării. Notati parametrii extrasi la fiecare ecran.

Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

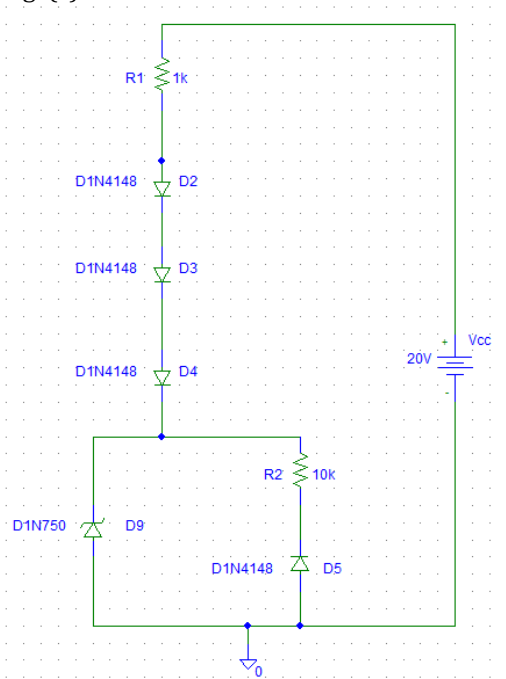
MOD DE LUCRU 6. CIRCUIT CU DIODE - Problema rezolvata cu Spice

Realizați în Pspice Schematic un circuit care conține 4 diode simple identice de tip D1N4148 și o dioda Zener D1N750, ca în fig (c). Simulați circuitul și precizați PSF –urile diodelor. Se impun forțat parametrii diodelor, ca în textul unei probleme de DE, prin editare în fișierul model al fiecărei diode.

D1-5 ($I_s=I_{sr}=1\text{nA}$, $n=n_r=1.5$) și DZ ($V_z=8.2\text{V}$, $Z_z=0\Omega$ la 1mA , 5mA și 20mA).

Conform calculelor trebuie să dea: D2-4 ($I_D = 10\text{mA}$, $V_d \sim 0.6\text{V}$), D5 ($I_o=1\text{nA}$, $V_{d5}=-8.2\text{V}$) și DZ ($V_z=8.2\text{V}$, $I_z=10\text{mA}$).

Fig. (c). Circuitul cu 4 diode și 1 DZ.



TEMA 9. NOTAȚI valorile simulate ale PSF pe un ecran captură din SCHEMATICS.

Studiați funcționarea DZ ca stabilizator de tensiune. Astfel, în cadrul unei analize DC creșteți tensiunea V_{cc} de la 1V la 40V .

TEMA 10. AFIȘAȚI grafic tensiunea pe dioda Zener, pentru variația tensiunii de alimentare V_{cc} .

ALTE EXERCIIII SUPLIMENTARE

Exercitiul 2. Simularea unui circuit cu 2 diode diferite in Polarizare Inversa, situatia nebalansata

Realizati in Pspice Schematics urmatorul circuit continut in problema 2.19/pp. 30 carte DCE rosie, acum ca in fig. 14.

Salvati circuitul anterior ca fisier cu alt nume. Aici puneti $R1=2k\Omega$ si $V1=250V$ dar cu borna + la masa pentru a avea polarizare inversa pe diode. Daca simulati imediat, gasiti un psf aproximativ ca in fig. 14, valorile colorate.

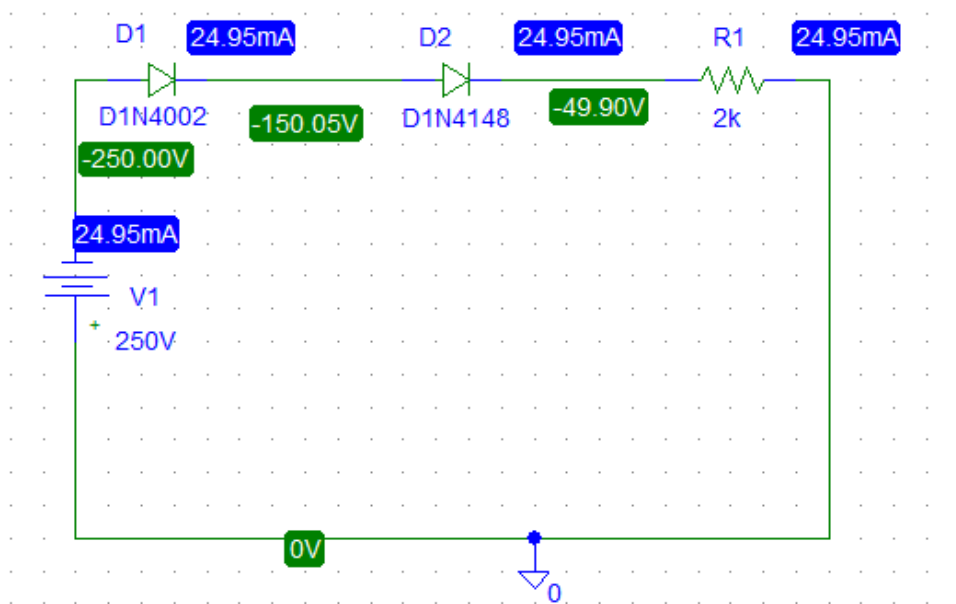


Fig. 14. Circuit cu doua diode in serie polarizate invers.

Tema. Cum explicati ca prin diodele polarizate invers curge un curent mare de $\sim 24.95mA$?

In a doua etapa vom modifica modelul diodelor, conform textului unei probleme de DE (problema 2.19/pp. 30 carte DCE rosie). Se da circuitul din fig. 15. Diodele au parametrii I_s diferiti in problema: $1\mu A$ si $9\mu A$ si $n=1$. Asadar, parametrii de model trebuie fortati la aceste valori.

Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

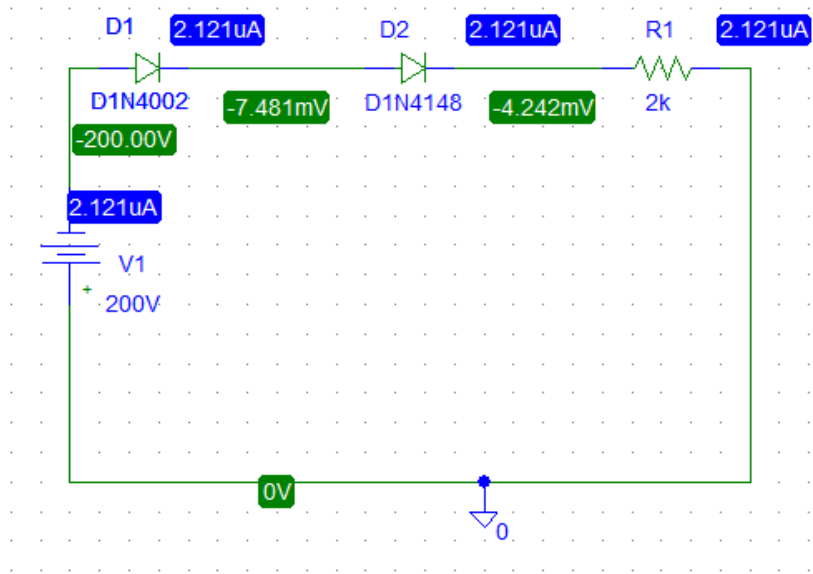


Fig. 15. Rezultate pt parametrii: D1N4002 - modificati direct in Parts la Model Parameters manual: $I_S=1e-6$, $n=nr=1$, $I_{sr}=1e-7$, $R_s=0.33$, $BV=300V$;

D1N4148 - .model D1N4148-X D($I_s=9u$ $N=1$ $R_s=.5664$ $I_{kf}=44.17m$ $X_{ti}=3$ $E_g=1.11$ $C_{jo}=4p$ $M=.3333$ $V_j=.5$ $F_c=.5$ $I_{sr}=9u$ $N_r=1$ $B_v=300$ $I_{bv}=100u$ $T_t=11.54n$)

Dupa ce editati schema, modificati parametrii de model I_s , n si ceilalti, ca in textul problemei. In circuitul din figura 15, diodelor li se modifica parametrii de model: D1($I_s=I_{sr}=1\mu A$, $n=nr=1$, $BV=300$) si D2($I_s=I_{sr}=9\mu A$, $n=nr=1$, $BV=300$), dupa care se da Save la fiecare model.

Se dau $R=2k\Omega$, $V_1=200V$. Save la Schematics apoi Simulate. Rezulta un psf asemanator cu cel din fig. 15. Se NOTEAZA tensiunea la bornele fiecărei diode si curentul prin diode, ca date de laborator.

Re-Editati modelul diodei D1, scazand parametrul I_{sr} de la $1e-6$, spre 0.1 si $0.01e-6$, pana obtineti curentul prin diode ca in rezultatele problemei adica - $1\mu A$. NOTATI valorile obtinute.

Pentru a observa tensiuni balansate pe ambele diode atunci cand ele sunt identice, modificati curentii de saturatie in modelul Spice al ambelor diode la una si aceeasi valoare - de exemplu $1\mu A$. Reluati simularea si NOTATI curentul si tensiunile pe diode.

Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

Observatie. Problema se rezolva analitic pornind de la observatia ca ambele diode in serie sunt polarizate invers, iar curentul comun este cel mai mic curent rezidual - $I_s=1\mu\text{A}$. Rezulta analitic ca $V_{d2}= -0.003\text{V}$ si $V_{d1}= -199.7\text{V} \cong -200\text{V}$. Acest fapt e suparator, deoarece scopul punerii in serie a 2 diode ar fi tocmai repartizarea tensiunii inverse totale $V_1=200\text{V}$ cat mai balansat cu putinta pe cele 2 diode. Remediu se va vedea la exercitiul 3.

Exercitiul 3. Realizati in Pspice Capture / sau Schematic urmatorul circuit din fig. 4.11 (problema 2.20/pp. 31 carte DCE rosie), fig. 17.

Mod de lucru.

In circuitul din figura 17a, diodele au parametrii de model, ca in exemplul 2: D1($I_s=I_{sr}=1\mu\text{A}$, $n=1$, $BV=300$) si D2($I_s=I_{sr}=9\mu\text{A}$, $n=1$, $BV=300$). Se cere tensiunea la bornele fiecărei diode. Se dau $R_{1,2}=2\text{k}\Omega$, $V_1=200\text{V}$.

Rezulta analitic ca prin rezistente trece $I_{r1}=I_{r2}\cong 100\mu\text{A}$ si pe diode cade $V_{d1}= -104\text{V}$ si $V_{d2}= -96\text{V}$. Acest fapt e mult mai confortabil, deoarece are loc o repartizare mult mai balansata a tensiunii totale V_1 pe cele 2 diode.

Aveti de verificat prin rulare in Spice acest rezultat, fig. 17b. NOTATI valorile simulate ale p_{sf} ale D1 si D2. Explicati diferentele aparute fata de valorile calculate.

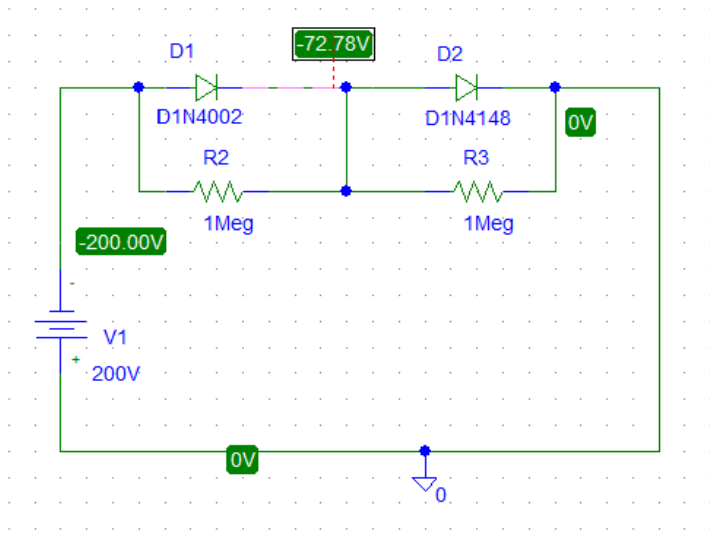


Fig. 17. (a) Circuitul cu doua diode in serie si rezistente de egalizare a tensiunii; (b) Rezultatul simulării.

Lucrarea 1 de Laborator

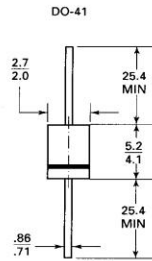
Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

ANEXA 1

1N4001...1N4007 PLASTIC SILICON RECTIFIERS

FEATURES

- * Low forward voltage
- * High current capability
- * Low leakage current
- * High surge capability
- * Low cost



VOLTAGE RANGE
50 to 1000 Volts
CURRENT
1.0 Amperes

Dimensions in mm

MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

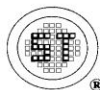
Single-phase, half-wave, 60 Hz, resistive or inductive load

	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNITS
Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage*	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum RMS Voltage*	35	70	140	280	420	560	700	V
Maximum DC Blocking Voltage*	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum Average Forward* Rectified Current 3/8 Lead Length at $T_A = 75^\circ\text{C}$	1.0							A
Maximum Overload Surge 8.3 ms single half sine-wave	50							A
Maximum Forward Voltage at 1.0A AC and 25°C	1.0							V
Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle Average at 75°C Ambient*	30							μA
Maximum DC Reverse Current at 25°C at Rated DC Blocking Voltage at 75°C	5.0 50.0							μA μA
Typical Junction Capacitance (Note 1)	30							pF
Operating and Storage Temperature Range	-65 to + 175							$^\circ\text{C}$

NOTES:

1. Measured at 1.0 MHz and applied reverse voltage of $4.0 V_{DC}$.

* JEDEC Registered Value.



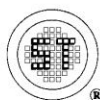
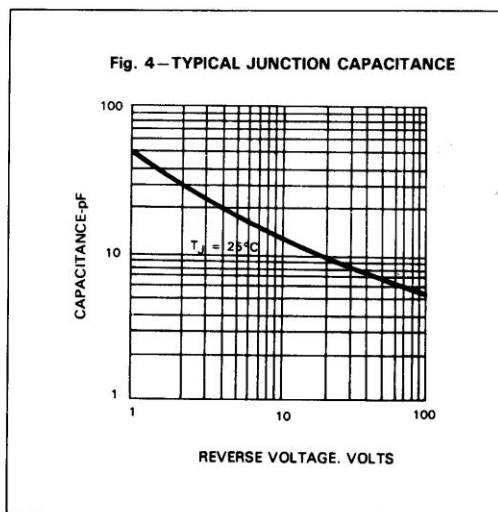
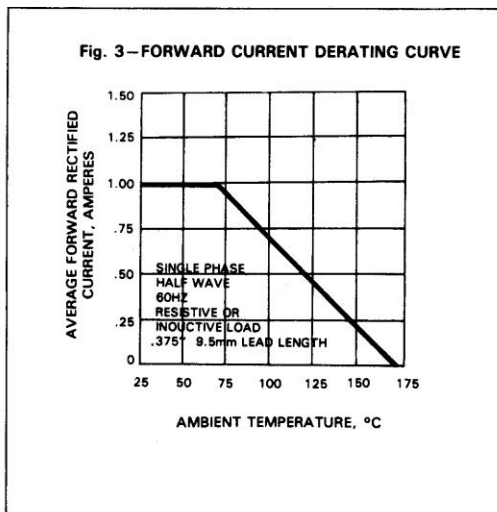
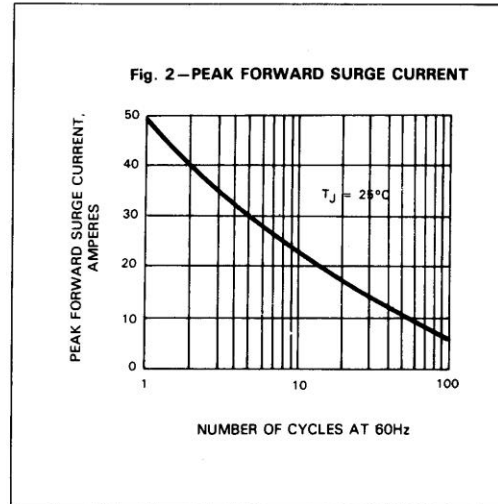
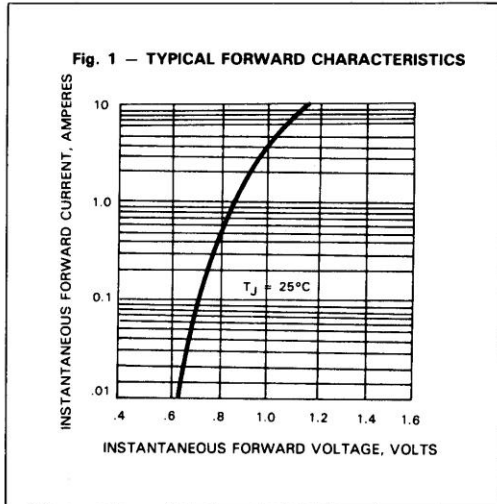
SEMTECH ELECTRONICS LTD.
(wholly owned subsidiary of HONEY TECHNOLOGY LTD.)



Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

1N4001...1N4007 PLASTIC SILICON RECTIFIERS



SEMTECH ELECTRONICS LTD.
(wholly owned subsidiary of HONEY TECHNOLOGY LTD.)



Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

Fig. 3. Extras din foile de catalog ale diodelor 1N4148 (stanga) si 1N4448 (dreapta).

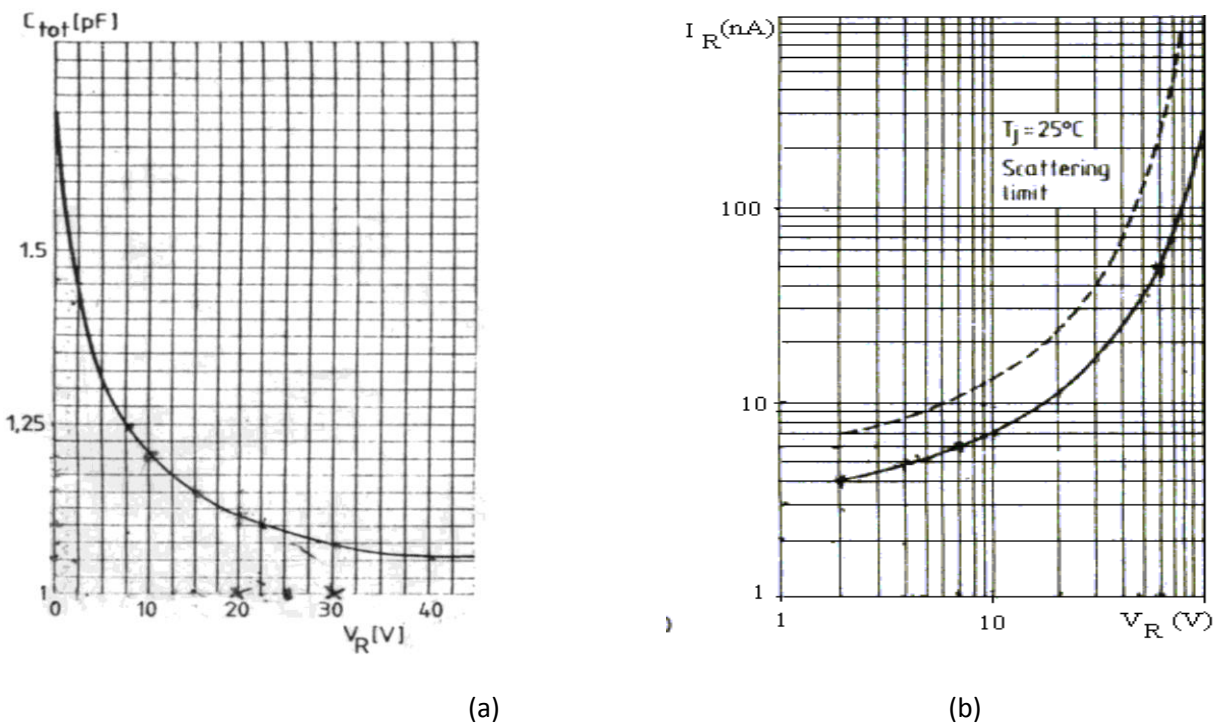
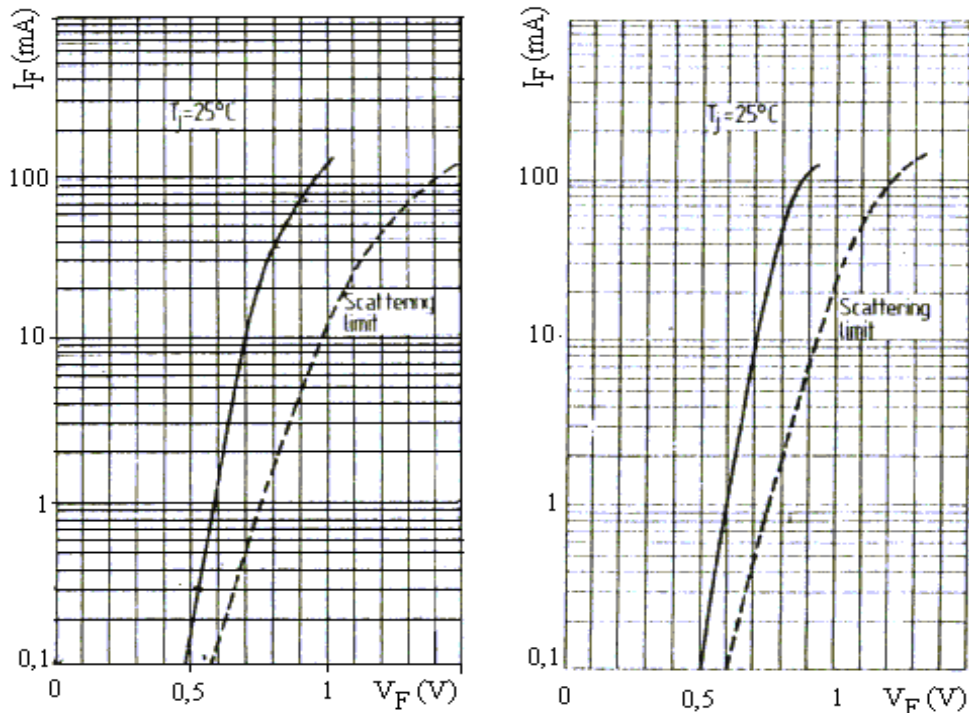


Fig. 4. (a) Extras de pe curba de catalog C_j - V_R ; (b) Extras din curba de catalog pentru I_R - V_R .

Lucrarea 1 de Laborator

Modele pentru SPICE ale dispozitivelor semiconductoare

Tabel 1. Date de catalog dioda 1N4148.

CARACTERISTICI ELECTRICE		$T_j = 25^\circ\text{C}$	cu excepția altor specificări	
PARAMETRU	SIMBOL	CONDIȚII	VALORI (UNIT. DE MĂS.)	
Tensiunea directă	V_F	$I_F = 10 \text{ mA}$	1N4148	1V
Curentul invers	I_R	$V_R = 20 \text{ V}$		25nA
		$V_R = 75 \text{ V}$		5 μA
Tensiunea de avalanșă	V_{RAval}	$I_R = 100 \mu\text{A}$		100 V
Timpul de comutare inversă	t_{rr}	$I_F = 10\text{mA},$		4ns
		$R_L = 100 \Omega, V_R = 6 \text{ V}$		
	t_{rr}	$I_F = I_R = 10 \text{ mA},$		
		$R_L = 100 \Omega$		8ns