

V Modèles de composants

A chaque composant dans SPICE est attachée une lettre qui est la première de son nom ;R pour résistance C pour condensateur etc. ,son fonctionnement est décrit dans un **modèle** qui est un programme utilisant un plus ou moins grand nombre de paramètres. Ces modèles ont également des noms, RES pour résistance, D pour les diodes, NPN , PNP pour des transistors bipolaires . Dans la version complète du logiciel il est possible d'intervenir sur les modèles et même d'en écrire d'autres , en C le plus souvent. Il s'agit là d'une opération délicate que nous n'aborderons pas, par contre il est très facile de modifier les paramètres des modèles pour simuler par exemple un MOS faible courant à partir d'un MOS de puissance .

Résistances (Modèle RES)

Le modèle RES prévoit des coefficients de température du premier et second ordre Il est d'accès facile dans la version DOS, les possibilités de l'analyse paramétrique dans les versions récentes de PSPICE lui ôtent une partie de son intérêt et il n'est plus accessible par EDIT ⇒Model. La remarque est la même pour les modèles CAP et IND .

$$\text{Résistance} = \text{Valeur R} (1 + \text{TC1}(T - T_0) + \text{TC2}(T - T_0)^2)$$

$$\text{ou Résistance} = \text{Valeur.R.} 10^{\text{TCE}(T - T_0)}$$

R :coefficient multiplicateur ou valeur à la température de référence 27°C

TC1 :coefficient linéaire de température

TC2 :coefficient quadratique

TCE : coefficient d'évolution exponentielle

T est la température du composant ,T₀ la température de référence 27°C

Condensateur (Modèle CAP)

Le modèle CAP prévoit deux coefficients de température et deux de variation en fonction de la tension

$$\text{Capacité} = \text{C.}(1 + \text{VC1.Tension} + \text{VC2.Tension}^2).(1 + \text{TC1}(T - T_0) + \text{TC2}(T - T_0)^2)$$

C=valeur nominale

TC1 TC2 coefficients de température linéaire et quadratique

VC1 VC2 coefficients de dépendance en tension .

Self (Modèle IND)

$$\text{Self} = \text{L.}(1 + \text{IL1.Courant} + \text{IL2.Courant}^2).(1 + \text{TC1}(T - T_0) + \text{TC2}(T - T_0)^2)$$

Une self peut être non linéaire parce qu'elle se sature cet aspect sera développé plus loin .

Diode à jonction (Modèle D)

Les paramètres principaux sont :
 IS Courant de saturation (1E-14A)
 IBV Coude du courant inverse (1E-10A)
 RS Résistance série
 CJ0 Capacité à polarisation nulle
 BV Tension Zener
 EG Gap du semi-conducteur (1.11eV)
 M Coefficient de puissance de la variation de Cinv ($C=C_0^{-M}$)

Transistor bipolaire (Modèles NPN PNP)

BF béta direct
 BR béta inverse
 CJE Capacité émetteur base
 CJC Capacité collecteur base
 EG Gap du semi-conducteur (1.11eV)
 Rb Résistance de base
 Rc Re Résistances de collecteur et d'émetteur

Transistors à effet de champ à jonction JFET (Modèles NJF et PJF)

Dans la zone de pincement :
 $I_{ds} = \text{Beta} \cdot (V_{gs} - V_{to})^2 \cdot (1 + \text{LAMBDA} \cdot V_{ds})$
 Vto Tension de seuil
 BETA Coefficient d'amplitude A/V^2
 LAMBDA Caractérise la pente des caractéristiques (On peut prendre LAMBDA=0)

Transistors MOS (Modèles NMOS et PMOS)

Il existe 4 niveaux de modèle .Le premier est très semblable à celui du JFET .

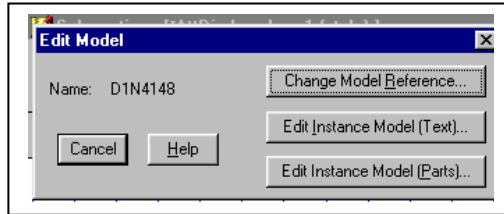
Dans la zone ohmique :
 $I_{ds} = (W/L) \cdot (KP/2) \cdot (1 + \text{LAMBDA} \cdot V_{ds}) \cdot [2 \cdot (V_{gs} - V_{to}) \cdot V_{ds} - V_{ds}^2]$
 Dans la zone de pincement
 $I_{ds} = (W/L) \cdot (KP/2) \cdot (1 + \text{LAMBDA} \cdot V_{ds}) \cdot (V_{gs} - V_{to})^2$

LEVEL Niveau de modèle (ici 1)
 Vto Tension de seuil
 LAMBDA Caractérise la pente des caractéristiques dans la zone de pincement .Par défaut 0
 W Largeur du canal en microns
 L longueur du canal en microns
 RD RS RB RG Résistances série avec drain source substrat et grille
 CBD Capacité drain substrat
 CBS Capacité source substrat
 et bien d'autres voir DOC

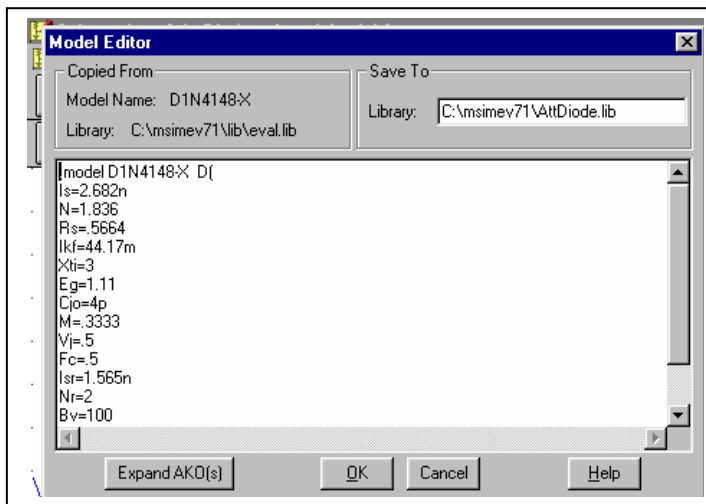
Accès aux paramètres d'un composant

Il faut d'abord sur le schéma valider le composant (il doit figurer en rouge) puis dans la commande EDIT cliquer sur Model ; **Edit ⇒ Model**
 Cette commande n'est accessible que si un composant est sélectionné.

Dans la fenêtre qui s'ouvre cliquer sur **Edit Instance Model (Text)**
 Le troisième choix ; Edit Instance Model (Part) n'est utilisable qu'avec le logiciel **PART** qui pour la version d'évaluation est limité aux diodes..



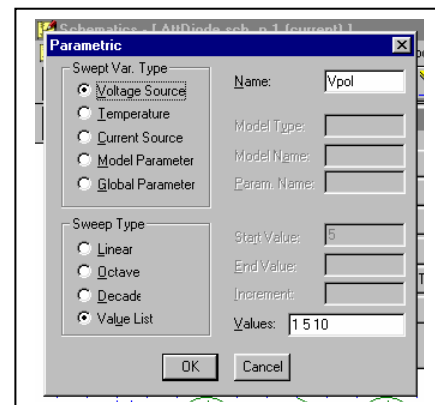
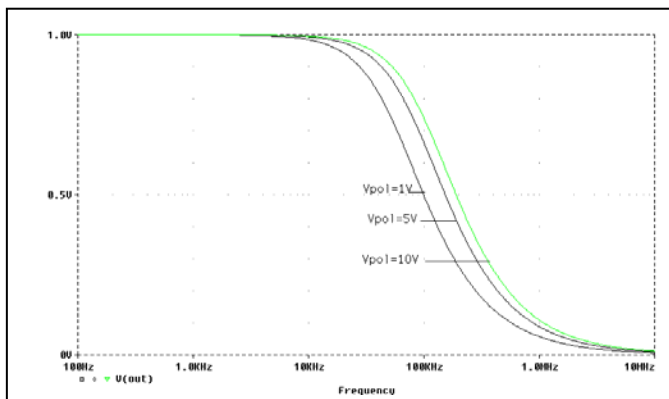
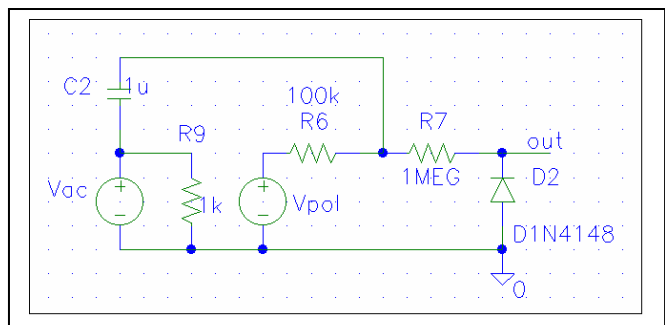
Pour une diode D1N4148 les paramètres apparaissent dans une nouvelle fenêtre. Ils sont beaucoup plus nombreux que ceux cités plus haut



mais on retrouve le courant de saturation , la capacité à polarisation nulle C_{j0} (de 4pF), la tension Zener $B_v=100V$.
 La capacité d'une diode varie en fonction de la tension à ses bornes.

Considérons par exemple le montage de la figure ci dessous. La tension alternative de sortie dépend de la capacité de la diode qui est ici polarisée en inverse par

la source V_{pol} . Le comportement en fréquence du montage doit donc varier avec V_{pol} . C'est ce que montrent les courbes de gain tracées pour plusieurs valeurs de V_{pol} . (Analyse AC de 1k à 10 MEG et paramétrique avec 3 valeurs de V_{pol} 1 2 et 5V).



Modification des paramètres d'un composant

Dans un montage réel tous les composants de même type ne sont jamais parfaitement équivalents, pour des transistors bipolaires le gain en courant n'est pas le même pour tous, or ce n'est pas le cas pour SPICE, par exemple tous les 2N2222 implantés dans un schéma ont le même gain 255,9 .

Il est intéressant de modifier les paramètres individuels d'une réalisation d'un composant, soit pour ajuster exactement un gain ou un point de polarisation ,soit pour étudier l'influence de la dispersion des caractéristiques sur les performances d'un montage. .

Edit ⇒ **Model** ⇒ **Edit Instance Model (text)** permet d'effectuer cette opération. Les paramètres du modèle d'un composant de la bibliothèque de PSPICE ne sont pas modifiés mais une copie du modèle est créée qui supporte les modifications nécessaires.

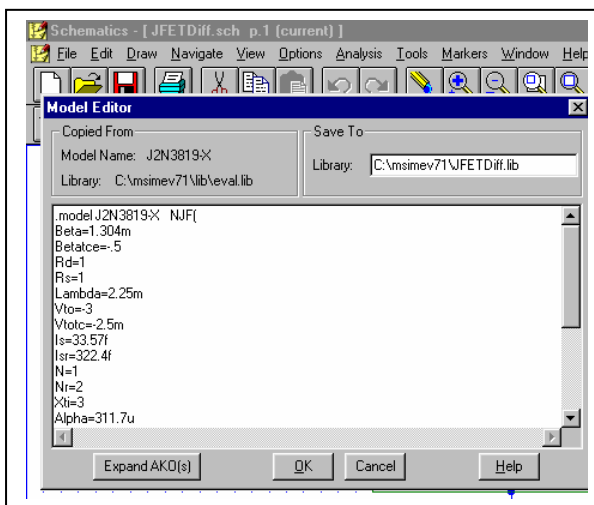
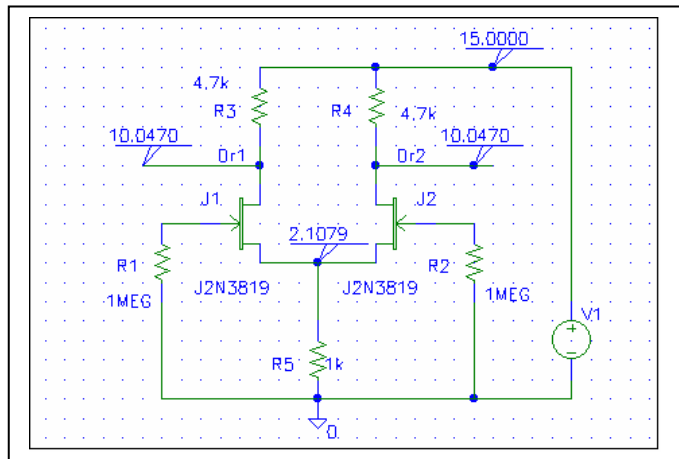
Exemple Amplificateur différentiel à JFETs

Considérons l'amplificateur différentiel de la figure ci contre. Les deux transistors étant au départ identiques il en est de même des potentiels sur les drains.

Que se passe t'il si les deux JFETs n'ont pas la même tension de pincement ?

Nous allons modifier l'une des tensions de pincement .Sur le schéma sélectionnons J1 ,il est maintenant tracé en rouge, puis **Edit** ⇒ **Model** ⇒ **Edit Instance Model(Text)**

La fenêtre ci dessous s'ouvre.



Le model affiché porte le nom J2N3819X et le logiciel se propose de le sauver dans la librairie

C:\msim71\JFETDiff.lib

Qui sera associée au fichier de description du schéma.

Remplaçons par exemple la valeur actuelle Vto=-3 par Vto=-3.5. et sauvons par OK

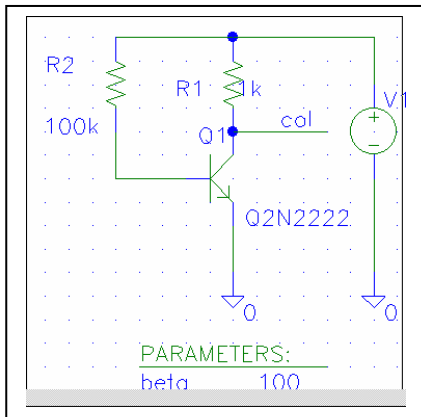
Dans le schéma le composant qui a été sélectionné est maintenant modifié, son nom n'a pas changé mais si on

visualise son modèle par Edit ⇒ Model ⇒ Edit Instance Model (Text) on constatera qu'il s'agit bien d'un modèle X avec la nouvelle valeur de Vto.

En lançant une analyse les nouvelles valeurs des potentiels de drain apparaissent sur les Viewpoints 6,71 et 12,28 V au lieu de 10 et 2,34V sur les sources au lieu de 2,10.

Il est possible d'introduire dans un modèle un paramètre entre {} .

Exemple : Evolution d'un potentiel en fonction de gain d'un transistor



Nous reprenons le schéma d'un seul étage à transistor 2N2222. Puis en sélectionnant le transistor Q1 et **Edit ⇒ Model ⇒ Edit Instance Model (text)** comme plus haut introduisons comme valeur du gain $Bf=\{\text{beta}\}$ puis OK .

Ensuite

Analysis ⇒ Setup ⇒ DC Sweep

Et :

Global parameter

Value = beta

Linear de 20 à 300 step 1 OK ↵

Le résultat est représenté ci contre.

Le paramètre introduit dans le modèle peut être utilisé pour une analyse AC ou TRANS mais il faut faire intervenir **Analysis ⇒ Setup ⇒ Parametric**

