

Tutoriel PSPICE Student 9.1

Ce tutoriel présente rapidement les principales fonctions du logiciel PSPICE Student, version allégée d'OrCAD (de Cadence Design Systems).

I **INSTALLATION ET LANCEMENT de PSPICE (Pour Windows) (pour les autres OS voir pages 13 et 14)**

Pour installer l'application, lancer *Setup.exe* et suivre le *Wizard*. Installer **Schematics** (pas *Capture* !). Pour la suite du tutoriel, on supposera que l'installation a été faite dans le répertoire par défaut :

C:\Program Files\OrCAD_Demo

ou (selon version de Windows) :

C:\Programmes\OrCAD_Demo

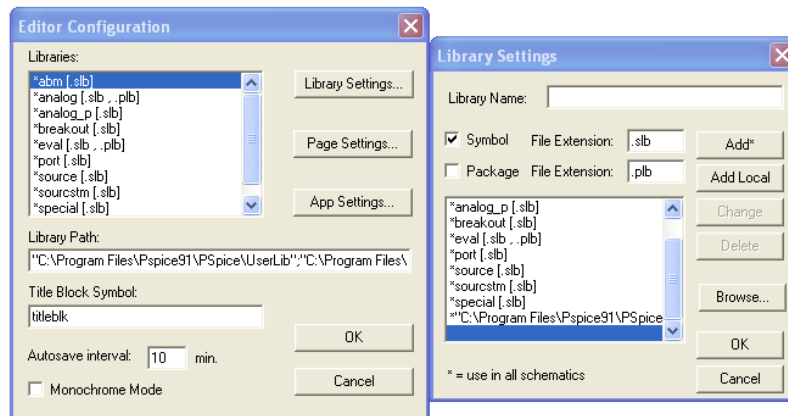
Pour lancer l'application, cliquer sur démarrer, dans le groupe *Pspice Student*, lancer l'application **Schematics**.

II **CONFIGURATION**

Pour ajouter les librairies spécifiques aux cours et TD, copier les fichiers *eea.slb* et *eea.lib* dans le répertoire *C:\Program Files\OrCAD_Demo\PSpice\Library*.

1) Cliquer sur : *Options / Editor Configuration*, puis sur le bouton *Library Settings*. Dans la fenêtre *Library Settings*, cliquer sur *Browse*, sélectionner le fichier *C:\Program Files\OrCAD_Demo\PSpice\Library\eea.slb* puis cliquer sur *Ouvrir*.

Valider en cliquant sur : *Add**, *OK*, *OK*.




2) Cliquer sur : *Analysis / Library and Include Files*, puis sur le bouton *Browse*, sélectionner le fichier *C:\Program Files\OrCAD_Demo\PSpice\Library\eea.lib* puis cliquer sur *Ouvrir*.


Valider en cliquant sur : *Ouvrir*, *Add library**, *OK*.

Ces manipulations ne sont à faire qu'une fois !

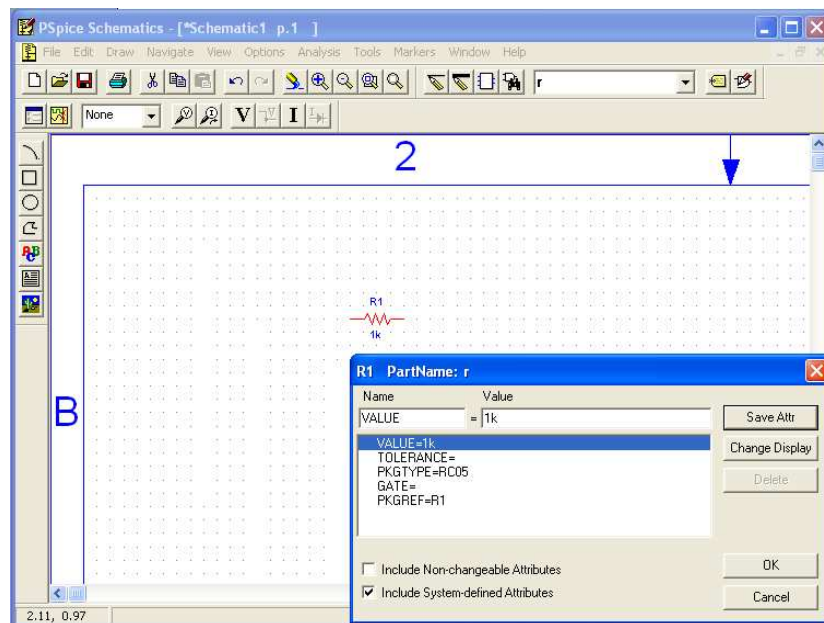
En cas de problème d'installation à l'issue de la séance, contacter : david.navarro@ec-lyon.fr

III MISE EN ROUTE ET PRESENTATION DES ANALYSES

Pour insérer un composant : *Draw / Get New Part* (ou icône ). Résistance = R, Capacité = C, GND_ANALOG pour la masse, voir référence fabricant pour les autres (ex : 2N2222). Pour placer : *Place* ou *Place & close*.

Des outils de zoom permettent d'ajuster l'affichage du schéma (*View / Fit, In, Out* etc...), boutons de raccourcis : .

Pour tourner un composant, le sélectionner (il devient rouge), puis *Edit / Rotate* ou *Edit / Flip*. Pour changer sa valeur, double-cliquer sur le composant (unités : p, n, u, m, k, meg).




Rq : les composants complexes sont modélisés par des équations complexes, dont les paramètres sont visibles dans un fichier texte (c'est la carte modèle). Pour voir un exemple, lancer l'application *PSpice Model Editor Student*, puis ouvrir le fichier *C:\Program Files\OrCAD_Demo\PSpice\Library\eea.lib*. Cliquer sur des noms de modèles de la colonne de gauche pour visualiser les paramètres (à ne pas modifier !!).

Les générateurs de tension sont nombreux, leur première lettre est V. Ils permettent tous de faire une analyse continue (DC). Les plus utilisés sont :

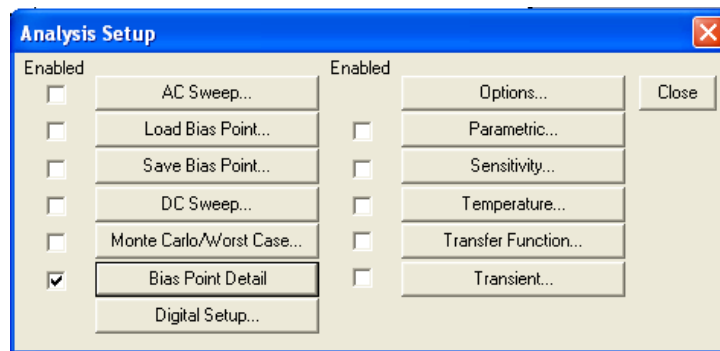
- VDC : alim continue pour alimentation de circuits, pour les analyses Bias, DC.
- VAC : générateur alternatif de sinus, pour les analyses DC et AC.
- VPULSE : générateur de créneaux, pour les analyses DC et temporelle (TRAN).
- VSIN : générateur de sinus, pour les analyses DC, TRAN ou AC.

Une fois le circuit tracé, on peut le simuler.

Différentes simulations existent, on les sélectionne et les configure avec la commande

Analysis / Setup (ou icône ).

La fenêtre de configuration de la simulation (*Analysis Setup*) apparaît :



Les simulations les plus utilisées sont :

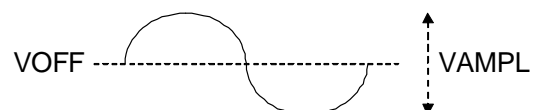
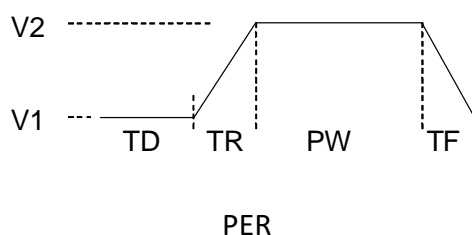
AC Sweep : analyse fréquentielle (réponse en fréquence)
 DC Sweep : analyse continue paramétrique (caractéristiques électriques ...)
 Transient : analyse temporelle
 Parametric : analyse paramétrique : lance N fois les analyses ci-dessus
 sélectionnées selon un paramètre variant (N fois).

Les générateurs doivent être configurés pour donner un stimulus à la simulation, il faut donc éditer leurs propriétés et remplir le ou les bons paramètres. Pour faire simple, on n'utilisera que les générateurs détaillés ci-dessous :

VDC : Générateur de tension continue
 Paramètre DC = amplitude continue
 Utilisation : analyse DC, temporelle (*DC sweep, Transient*)

VSIN : Générateur de tension sinusoïdale
 Paramètres : AC = amplitude en analyse AC (*AC sweep*)
 VOFF = tension d'offset en analyse temporelle (*Transient*)
 VAMPL = amplitude en analyse temporelle (*Transient*)
 FREQ = fréquence en analyse temporelle (*Transient*)

VPULSE: Générateur d'impulsions et de signaux carrés (analyse temporelle *Transient*)
 Paramètres : V1, V2 = amplitudes continues
 TD = délai (*Time Delay*)
 TR = temps de montée (*Time Rise*)
 TF = temps de descente (*Time Fall*)
 PW = durée de l'état V2 (*Pulse Width*)
 PER : période de répétition de la séquence TD, TR, PW, TF

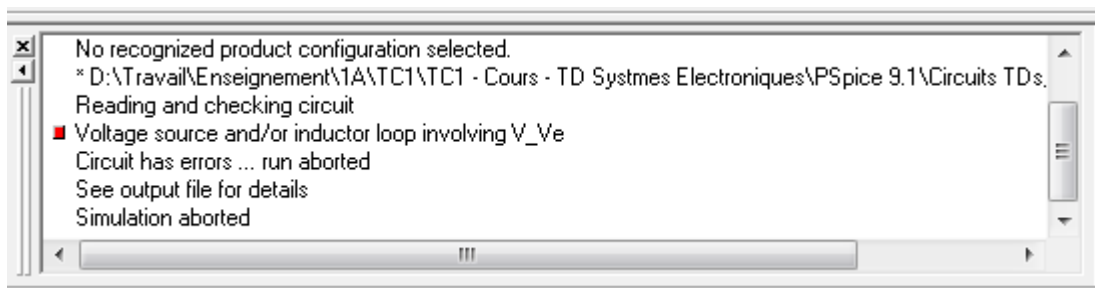


IV EN CAS D'ERREUR OU DE NON AFFICHAGE DES COURBES

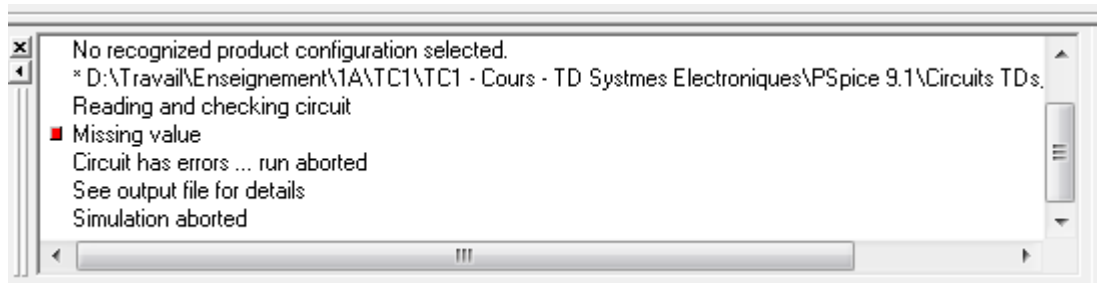
Si aucun marqueur n'est placé dans le schématique, aucune courbe ne sera affichée même si la simulation s'est bien déroulée (*Simulation complete*). En cas d'avertissement ou d'erreur, un point jaune ou rouge est affiché en bas de la fenêtre " Orcad PSPICE A/D Demo". Il peut même arriver que rien ne s'affiche.



Avertissement : générateur AC mal configuré : aucune analyse n'est effectuée !



Erreur : court-circuit générateur connecté à gnd



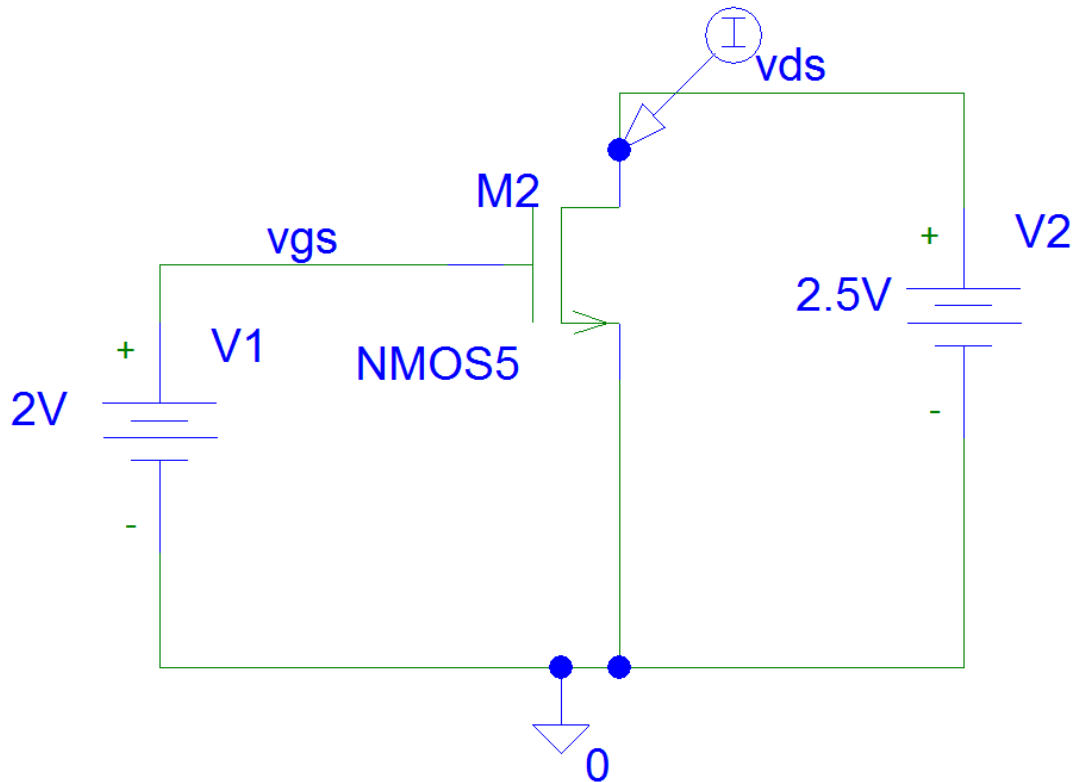
Erreur : valeur manquante dans un composant

Pour trouver la source de l'erreur, dans la fenêtre schematics : faire *Analysis / Examine output* (ou à défaut *Analysis / Examine Netlist*)

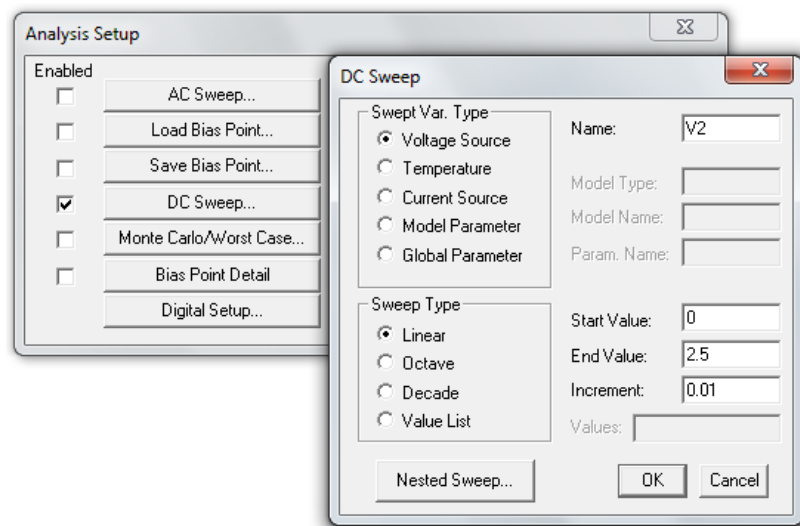
<pre> ** Analysis setup ** .ac DEC 100 10 10K .OP .INC "bode.net" **** INCLUDING bode.net **** * Schematics Netlist * R_R1 \$N_0002 \$N_0001 {R} C_C2 0 \$N_0001 1u V_Ve \$N_0002 0 AC 0.5 -----\$ ERROR -- Missing value </pre>	<p>On voit clairement ci-contre que l'erreur vient de la ligne "V_Ve \$N_0002 0 AC 0.5" : l'amplitude AC du générateur est écrite avec la lettre O (0.5) au lieu de 0 (0.5)</p> <p>Une autre erreur courante est d'utiliser des virgules pour les décimaux. Ex: il faut écrire 0.5 et pas 0,5</p>
--	---

V ANALYSE CONTINUE AVEC UN PARAMETRE VARIABLE (DC SWEEP)

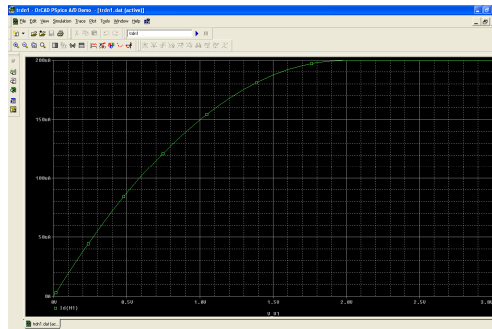
Dessiner le schéma ci-dessous avec les éléments VDC, GND_ANALOG, NMOS5 et un marqueur de courant. On peut donner des noms aux fils (ici v_{gs} et v_{ds}) en double-cliquant dessus.



Ajouter l'analyse *DC Sweep*, la configurer comme suit :



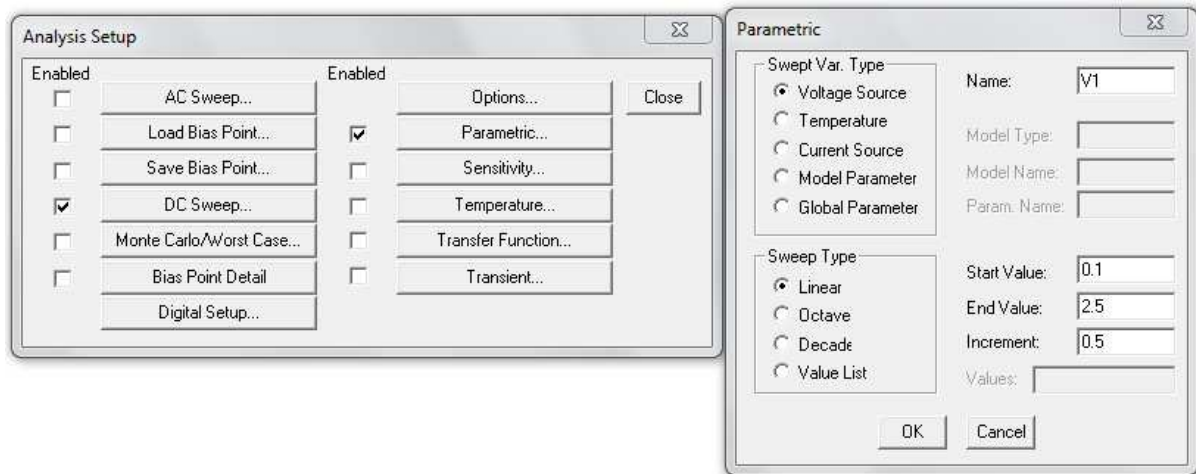
Lancer la simulation. Observer la courbe. En cas d'erreur, voir page 4.



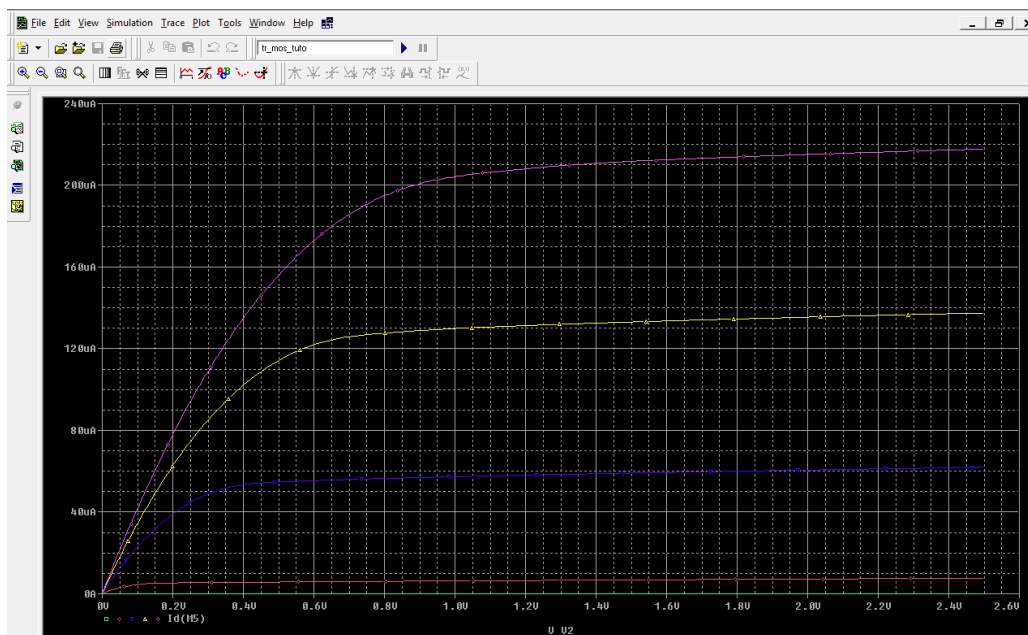
Rq : Les courbes peuvent être appelées après la simulation dans cette fenêtre (trace / *Add trace* ou touche clavier *INSERT*), des calculs peuvent être faits (ex : $20 \cdot \log(V2)$). Voir partie X pour plus de détails.

VI ANALYSE PARAMETRIQUE SUR GENERATEUR

Sur le même schéma, à l'aide du setup de l'analyse, on peut activer l'option *parametric* pour (dans cet exemple) modifier les paramètres du générateur V1



Son amplitude va donc varier de manière linéaire de 0.1 à 2.5v par pas de 0.5v, créant ainsi 5 courbes :

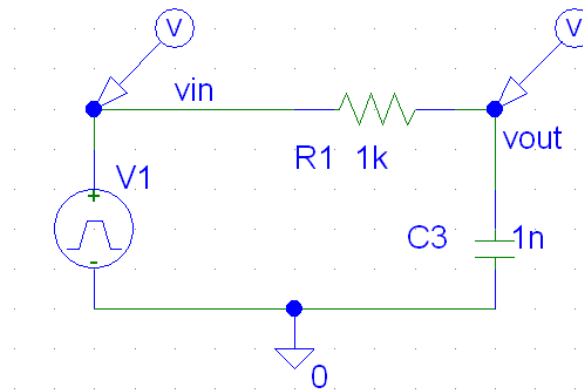


Rq 1: Cette simulation paramétrique peut se faire sur n'importe quel type de simulation et affecter n'importe quel paramètre. On peut aussi faire varier les valeurs des composants en utilisant une simulation paramétrique sur un paramètre global qui sera défini par des accolades et défini dans le "composant" PARAM. Ce n'est pas abordé ici.

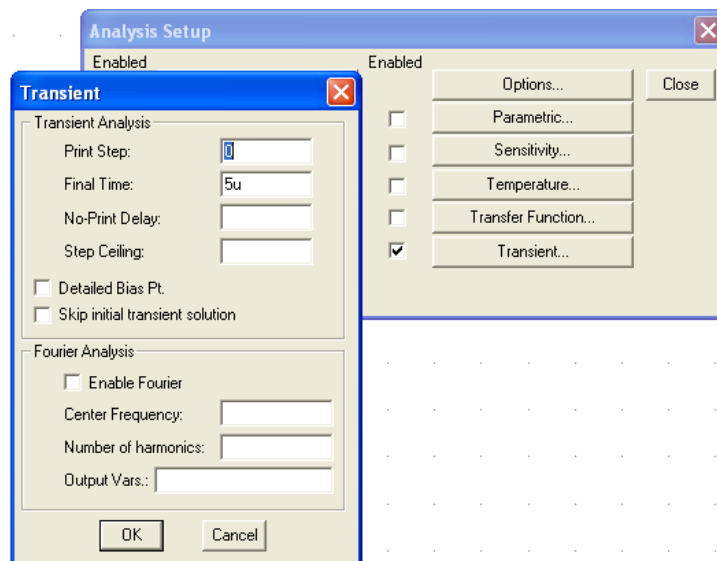
Rq 2: la même simulation paramétrique sur générateur peut être effectuée à l'aide de l'option *Nested Sweep* de l'Analysis setup / DC Sweep

VII ANALYSE TEMPORELLE (TRAN)

Dessiner le schéma ci-dessous avec les éléments R,C, GND_ANALOG, VPULSE (V1=0; V2=5, TD=0, TR=0, TF=0, PW=1u, PER=2u) et des marqueurs de tension. De cette manière, l'entrée est un créneau idéal (transitions de durée nulle) de période $2\mu\text{s}$, de durée à l'état haut $1\mu\text{s}$.



Sélectionner l'analyse Transient (configurer *Print Step* = 0, *Final Time* = 5u). La durée de simulation sera de $5\mu\text{s}$, avec un pas de calcul automatique.



Rq: l'option *No-Print Delay* permet de ne pas afficher une durée initiale de simulation (état transitoire qu'on ne voudrait pas observer).

Lancer la simulation. Observer les charges et décharges exponentielles de la capacité.

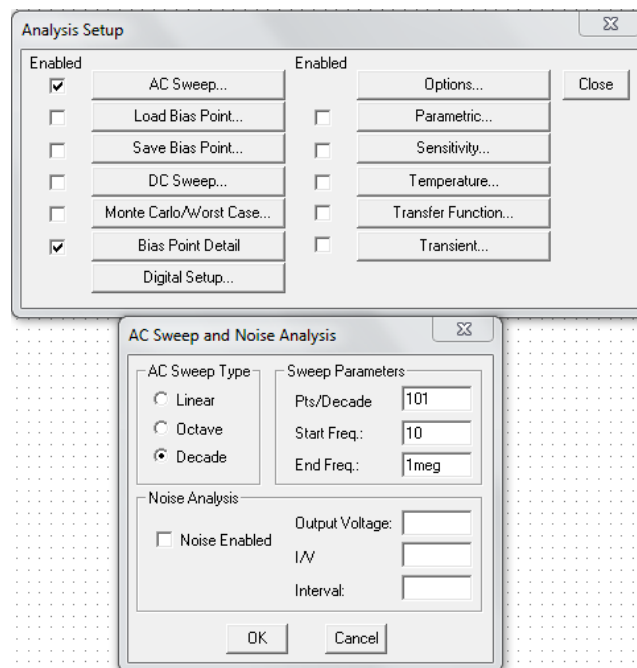
VIII ANALYSE FREQUENTIELLE (AC)

Dans le schéma précédent, changer le générateur par le générateur VAC. Ce générateur délivrera un signal **sinusoïdal** de 1V (paramètre ACMAG = 1).

Rq: On pourrait aussi utiliser les générateurs VPULSE ou VSIN, plus complexes à configurer.

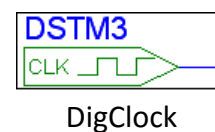
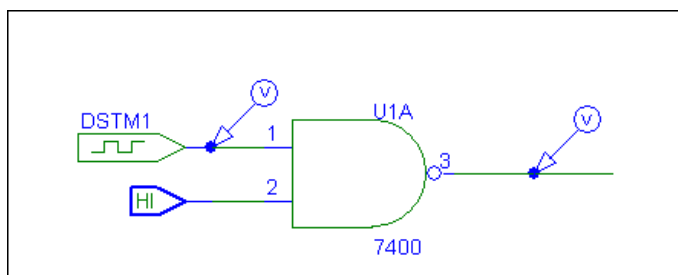
Sélectionner et configurer l'analyse AC Sweep : 10 Hz à 1 MHz (1meg) avec 100 points / décade (voir figure ci-dessous)

Lancer la simulation, observer le phénomène passe bas du circuit RC. On peut utiliser des curseurs (par exemple pour mesurer la fréquence de coupure), et afficher le résultat avec des axes logarithmiques : cf partie X.

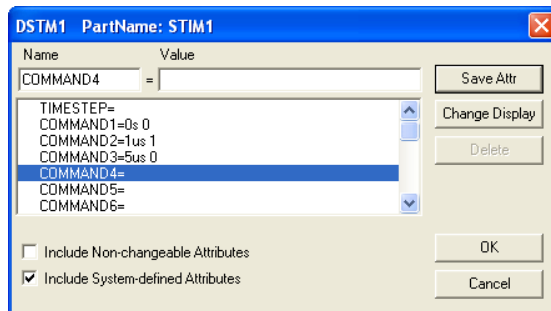


IX Simulation d'un circuit numérique.

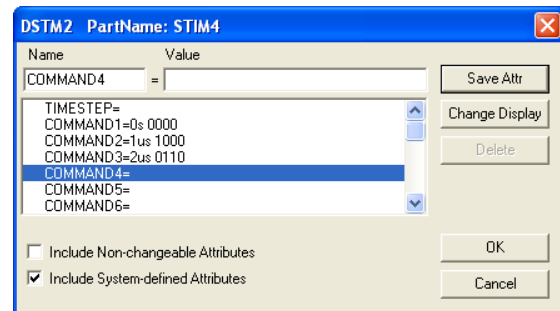
Pour créer les entrées, on utilise : le composant 7400, HI (entrée à 1 : HIGH), STIM1 (stimulus numérique 1 bit) – et on peut avoir à utiliser LO (entrée à 0 : LOW), ou DigClock (horloge). La simulation est temporelle (transient).



- Pour configurer une entrée numérique STIM1 ou STIM4, double-cliquer dessus le symbole et entrer les instants et les valeurs numériques, comme dans l'exemple ci-dessous.

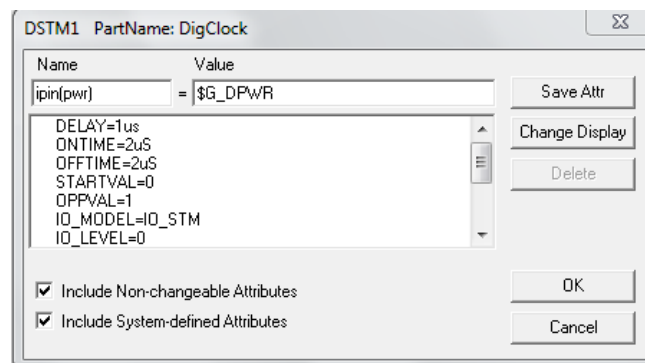


STIM1 (1 bit)



STIM4 (4 bits)

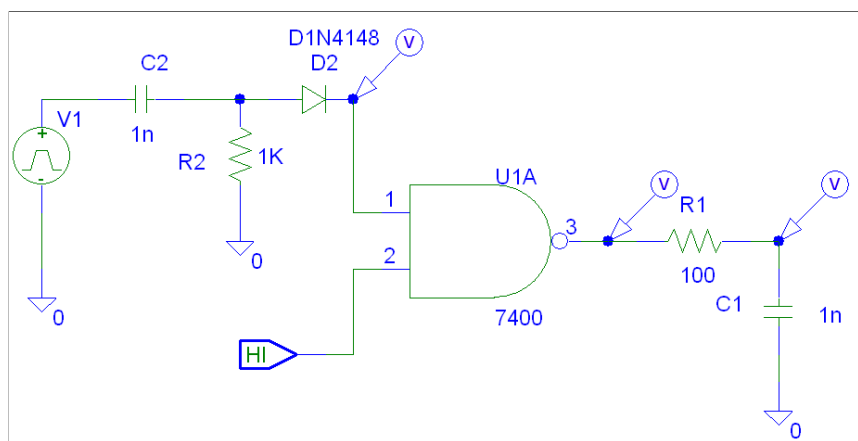
- Pour configurer une entrée numérique de type DigClock (Horloge), double-cliquer dessus le symbole et entrer les instants et les valeurs numériques, comme dans l'exemple ci-dessous.



Les 4 premières lignes de paramètres permettent de régler temps à 1, temps à 0, valeur initiale et durée de cette valeur initiale.

Simuler la porte logique NON-ET (7400) ci-dessus (simulation temporelle).

Rq : les simulations mixtes (analogique et numérique) sont aussi possibles. Dans ce cas, on utilise des générateurs classiques (par exemple *Vpulse*) qu'on connecte directement sur les portes logiques. En voici un exemple.

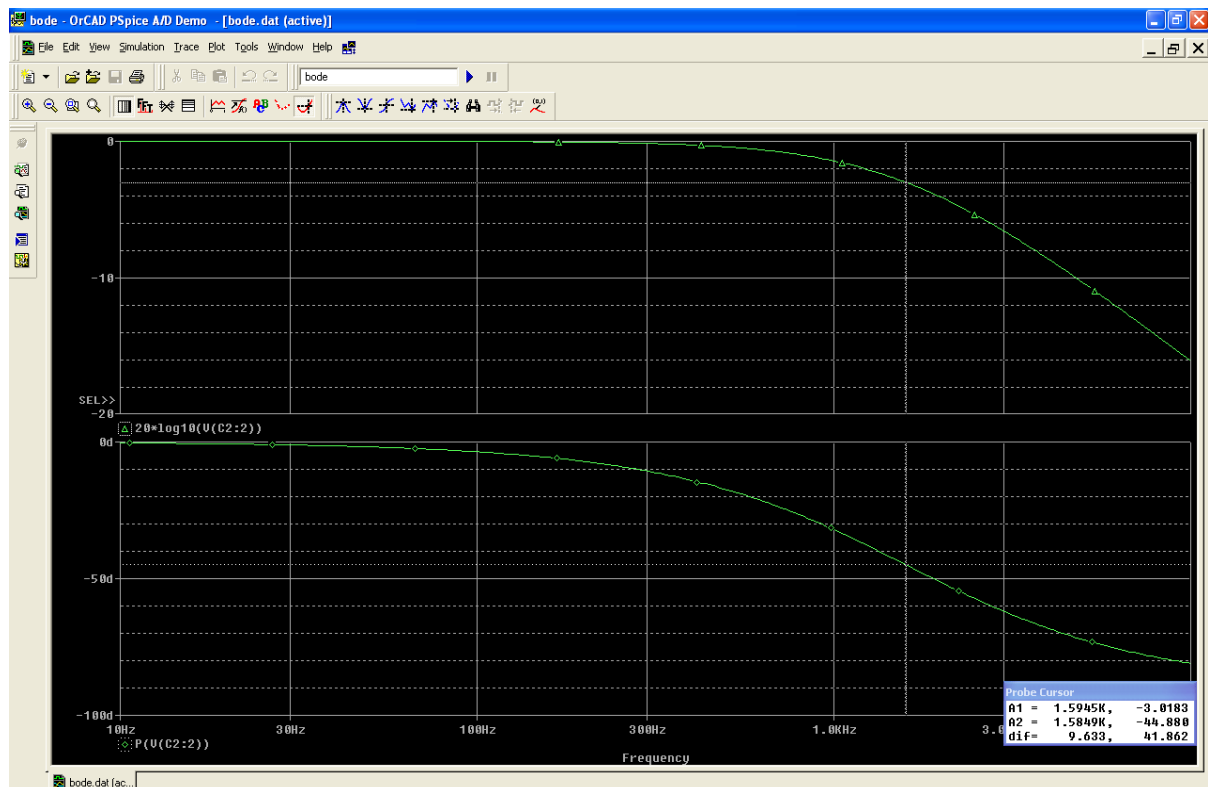


X COURBES


Le visualisateur de courbes (fenêtre "OrCAD PSPICE A/D Demo") s'ouvre automatiquement lorsqu'une simulation (autre que *Bias Point Detail*) est lancée depuis la fenêtre *schematics* (si la fenêtre n'apparaît pas, elle doit être active et clignoter dans la barre des tâches Windows).

1) Affichage et calculs

Les courbes sont en couleur avec des marqueurs (rectangles, triangles etc...). En bas à gauche sont indiqués les noms des courbes avec le marqueur et la couleur correspondants à la courbe, comme dans l'exemple ci-dessous.




V(C2:2) signifie la tension de la patte 2 du condensateur C2. De même, V(V4:OUT) signifie la tension de la patte OUT du générateur V4, Id(M1) signifie le courant passant dans la patte d (drain) du transistor M1.

On rappelle que les courbes peuvent être appelées après la simulation à partir de cette fenêtre : *Trace / Add trace* ou avec l'icône  ou touche clavier *INSERT*.


Des calculs peuvent aussi être faits à l'aide des fonctions et macros de cette fenêtre (ex : calcul théorique de I_{ds} dans un transistor MOS).

Ainsi, $20 \cdot \text{LOG}_{10}(V(C2:2))$ ou $\text{DB}(V(C2:2))$ permet de tracer la tension de sortie en décibels, $P(V(C2:2))$ sa phase (\Rightarrow diagramme de **Bode** module et phase).

Re-ouvrir le schématique et la courbe de la partie VIII (analyse AC) pour tester ces fonctionnalités.

Des outils de zoom permettent d'observer les courbes (*View / Zoom / Fit, In, Out* etc...), boutons de raccourcis : 

2) Curseurs

Pour les activer : *Trace / Cursor / Display* ou icône .

2 curseurs (A1 et A2) apparaissent. A1 répond au clic gauche de la souris, A2 au clic droit. Une fenêtre donnant la position des curseurs (*Probe cursors*) et leur différence s'affiche.



Les curseurs se déplacent sur une courbe active. Cette courbe active est indiquée par un cadre en pointillés entourant le marqueur de couleur en bas de la fenêtre. Ci-dessous, la courbe Id(M18) est active.



Pour changer les curseurs de courbe, cliquer sur le marqueur d'une autre courbe (bouton de gauche, de droite ou les deux séquentiellement).

Pour déplacer les curseurs sur la courbe active, cliquer sur les boutons gauche ou droit selon le curseur qu'on veut déplacer.

3) Axes

Pour changer les axes (linéaire / logarithmique, excursions) : *Plot / Axis settings*. Les axes peuvent commuter linéaire / logarithmique à l'aide des boutons  et .

Rq : on peut diviser l'écran en différents tracés, pour cela, faire *Plot / Add plot to window*. On sélectionne le tracé actif par un clic gauche (voir repère *SEL* à gauche de l'axe des Y).

XI Utilisation de Pspice sur VirtualBox (ordinateur virtuel)

1. Utiliser les fichiers de la clé USB fournie par le CRI (passer au 2. si vous n'avez pas la clé)

Les fichiers sont :

virt_XP_Pspice.ova : le fichier qui sera utilisé par le programme VirtualBox

Pour Windows : **VirtualBox-5.0.10-104061-Win.exe** (programme VirtualBox à installer)

Pour Mac-OS : **VirtualBox-5.0.10-104061-OSX.dmg** (programme VirtualBox à installer)

Passer au 3.

2. Télécharger le programme et l'installer

Lancer l'application Filezilla, et se connecter à la machine: 156.18.34.180 (connexion Wifi par Eduroam).

Remplir les champs (156.18.34.180, pspice02, autonomie, port 22), puis cliquer sur "connexion rapide" :



La colonne de gauche est votre ordinateur : aller dans le bureau (Desktop).

La colonne de droite est le serveur, aller dans le répertoire Pspice. Faire glisser les fichiers dans la fenêtre de gauche pour les copier. Les fichiers à copier sont indiqués dans le 1.

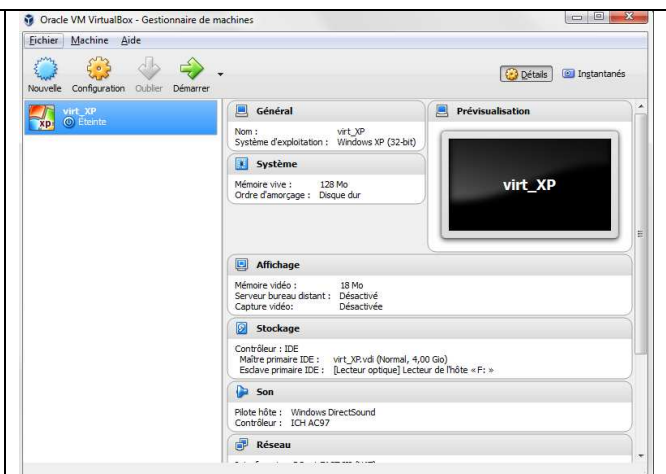
Linux : Voir <https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads>

3. Configuration VirtualBox

Installer VirtualBox.

Ensuite, faire fichier / importer un nouvel appareil. Choisir le fichier **virt_XP_Pspice.ova** (puis suivant, et Importer).

Cliquer sur Virt_XP pour lancer la machine virtuelle WindowsXP qui contient Pspice (bibliothèques déjà configurées)



N.B : la touche CTRL à droite du clavier permet d'activer / désactiver la souris dans la fenêtre virtualBox.

XII Fonctionnement à distance avec le serveur Windows de l'UE STI

I. Accès au réseau

a. Du campus (hors résidences)

Configurer son ordinateur pour accéder à Eduroam

<https://services.cri.ec-lyon.fr/mobility/eduroam/index.php>

b. De l'extérieur du campus ou des résidences

Configurer son ordinateur pour accéder à l'ECL en VPN

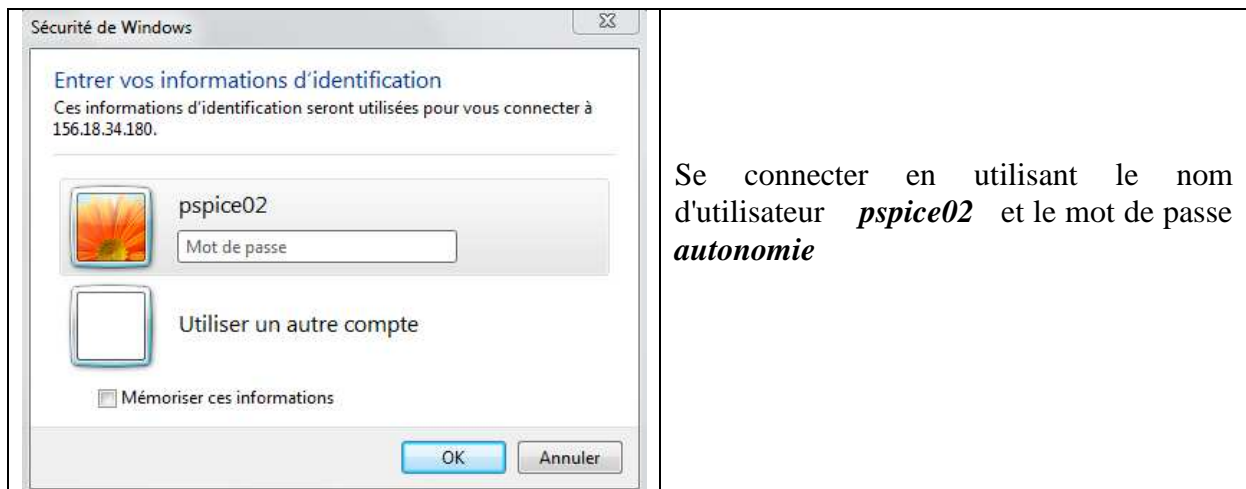
<https://services.cri.ec-lyon.fr/mobility/vpn/openvpn.php>

II. Connexion au serveur

- à partir de Windows

Lancer l'application Windows "Connexion Bureau à distance", et se connecter à la machine: 156.18.34.180

OU (c'est identique), ouvrir l'application "Exécuter" et y taper `mstsc /v:156.18.34.180`



- à partir de MAC OS

Installer un logiciel de type "Connexion Bureau à distance" (Remote Desktop Connection) et se connecter à la machine: 156.18.34.180, en utilisant le nom d'utilisateur ***pspice02*** et le mot de passe ***autonomie***

- à partir de Linux

Installer un logiciel de type "Connexion Bureau à distance " (Remote Desktop - rdesktop) et se connecter à la machine: 156.18.34.180, en utilisant le nom d'utilisateur ***pspice02*** et le mot de passe ***autonomie***

A la fin, fermer la session : Démarrer / Fermer la session