



Guide : Réalisation d'une simulation



D'après les documents de : Philippe Leteneur Philippe Lecardonnel OrCad





Objectifs:

- prise en main des fonctionnalités du logiciel de <u>C</u>onception <u>A</u>ssisté par <u>O</u>rdinateur (C.A.O).
- saisir le schéma structurel et réaliser la simulation.

<u>Prérequis:</u>

- la constitution et organisation du matériel informatique.
- les règles pour le tracé d'un schéma structurel.

Moyens:

- poste informatique de <u>C</u>onception <u>A</u>ssistée par <u>O</u>rdinateur.
- ce Guide d'utilisation du logiciel de CAO : ORCAD 9.



Procédure pour la réalisation d'une simulation

- 1. Lancement de Capture
- 2. Création d'un projet ou ouverture d'un projet (*.OBJ)
- 3. Saisie du schéma (Capture)
 - 3.1. Placement des composants
 - 3.2. Placement des alimentations
 - 3.3. Placement des liaisons (fils)
 - 3.4. Modification des références, des valeurs de composants
 - 3.5. Identification des liaisons par des Labels
 - 3.6. Commentaires
 - 3.7. Sauvegarde
- 4. Simulation
 - 4.1. Placement des générateurs et stimulis
 - 4.2. Edition des caractéristiques des générateurs et des stimulis
 - 4.3. Nom pour les fichiers de simulation
 - 4.4. Caractérisation de la simulation (type, pas de simulation, etc...)
 - 4.5. Simulation
 - 4.6. Interprétation des résultats
 - 4.7. Sauvegarde
- 5. Impression du schéma
- 6. Impression des résultats de simulation

ATTENTION : La marche à suivre est simplifiée car seule les commandes essentielles sont utilisées, **alors lisez attentivement**.





1. Lancement de Capture

Le logiciel de saisie de schéma OrCad Capture se lance en double cliquant sur l'icône : Capture

2. Création d'un nouveau projet

La fenêtre suivante apparaît :

Pour créer un nouveau projet cliquer sur l'icône : Document) ou File - New - Project.



- **Spécifier** un nom de projet (exemple : Exemple2).

Il est souhaitable de n'utiliser que les lettres *non accentuées*, les chiffres et quelques caractères particuliers &\$_-

• Choisir l'option : PC Board Wizard

(permet de réaliser au choix un schéma seul ou un schéma en vue de réaliser ultérieurement un circuit imprimé ou un schéma en vue de simuler son fonctionnement);

• Spécifier un nom de répertoire pour le stockage de tous les fichiers du projet

(exemple : \\prof\romagne\1tiel_gr1\votre nom), soit en tapant directement le nom du répertoire, soit en cliquant sur « Browse ».

• Valider en cliquant



T C A.	•	^ .
La tenetr	e suivante	annarait.
La Teneu	c survainc	apparan .

M En	able project simulation	1.2.1.1
0	Add analog or mixed-signa Add VHDL-based digital si	n simulation resources.

- Valider « Enable projet simulation » (Utilisation du schéma pour la simulation)
- Cliquer sur « Suivant »

Puis la fenêtre suivante apparaît :

libraries that you wish to include in your project. T shot olb 7400.olb 74ac.olb 74act.olb 74as.olb	Add >>	Use these libraries analog.olb source.olb sourcstm.olb special.olb	
74as.olb 74f.olb 74h.olb	Terminer	Annuler	Aide

• Cliquer sur « Terminer » (les librairies de symboles peuvent être ajoutées ultérieurement.

Travail sur un projet existant

Dans le cas d'un projet déjà existant, cliquer sur l'icône (Open Document) ou **File - Open -Project.** La fenêtre suivante permet de choisir *le répertoire* et *le nom du projet* souhaité.

Répertoire _	Ouvrir Explorer :	🔁 Basculejk	- E Ø	×? ≝≣≣	
Projets disponibles	Compt	Bureau Mes documents Poste de travail C:			Nom du projet sélectionné
Recherche du répertoire	No <u>m</u> : <u>T</u> ype :	Exemple2.opj		<u>Q</u> uvrir Annuler	

Une autre possibilité consiste à choisir dans le menu « File » l'un des derniers projets ouverts (listés au dessus de l'option « Exit »)



OrCad

Ecrans de Capture Icônes de la fenêtre de Capture

👫 OrCAD Capture		
<u>File Edit View Place Macro PSpice Accessories Opti</u>	ions <u>W</u> indow <u>H</u> elp	
	⊅ ጊ थ 1 + 1 ७ ฃ 🖬	
Création d'un document Ouverture d'un document Sauvegarde d'un document Sauvegarde d'un document Sauvegarde d'un document Couper Copier Copier Coller Undo : annulation Rredo : refaire aprés Undo Select : sélection d'un obje Place part : composants Place wire : fils de liasons	ULSE Sélection des composants déjà utilisés sur le schéma Zoom plus Zoom d'une zone Zoom de la totalité Icônes spécifiques à la (descrition donnée data)	 Annotation du schéma Rétro-annotation Vérification des règles électriques Création d'une netlist Cross référence Nomenclature Hors / sur grille Activation gestionnaire de projet Aide
MinPlace net alias : label d'iderPlace bus : busPlace bus : busPlace junction : jonction dePlace bus entry : entrée dePlace bus entry : entrée dePlace power : symbole d'alPlace ground :symbole de nPlace hierarchical block : bPlace port : port hiérarchiqPlace pin : broche de bloc 1Place off-page connector :Place no connect : broche nPlace line : traitPlace poly line : suite de trPlace ellipse : ellipsePlace arc : arc de cerclePlace text : texte	ntification de liasons e connection bus imentation masse bloc hiérarchique nue hiérarchique connecteur interpage non connectée	



Gestionnaire de projets



Le gestionnaire de projets (Project Manager) est **élément central des projets réalisés sous** Capture.

Il permet de visualiser les différents fichiers constituant le projet. Sa fenêtre est toujours ouverte.

L'activation du gestionnaire de projets s'effectue en cliquant sur sa fenêtre ou en cliquant l'icône (Project Manager)





3. Saisie du schéma

Saisir le schéma suivant :



3.1. Placement des composants

Le placement des composants s'effectue en cliquant sur l'icône 🖆 (**Place Part**) ou dans le menu « **Place – Part** » ou avec le raccourci clavier « **P** ». Ceci ouvre la fenêtre suivante :

Place Part		×
Part: NPN C_polar NPN PTEST R	Graphic Normal C Convert Packaging Parts per Pkg: 1 Part:	OK Cancel <u>A</u> dd Library <u>R</u> emove Library Part <u>S</u> earch <u>H</u> elp
Ljbraries: ANALOG Design Cache Exemple2 SOURCE SOURCSTM SPECIAL	TR? <value></value>	

Choisir :

- la librairie (\\prof\romagne\libraries\exemple2.olb)
- le composant
- éventuellement le mode « convert »
- le bouton « OK »

3.2. Alimentations

Tout circuit électronique est alimenté par une ou des tensions continues (ou alternatives). Le repérage de celles-ci s'effectue ainsi :

• Pour la masse, **utiliser** l'icône (Place Ground) ou **Place - Ground** ou raccourci clavier «**g**». La fenêtre suivante s'affiche :



Sélectionner la librairie _CAPSYM.OLB puis le symbole appelé GND. **Changer** éventuellement son nom (dans le cas de circuits CMOS, par exemple, la masse doit s'appeler VSS). Remarque : pour pouvoir effectuer une simulation, il faut utiliser impérativement le symbole appelé « 0 ».

Pour les alimentations positives, utiliser l'icône (Place Power) ou Place - Power ou raccourci clavier « f ».



Sélectionner la librairie _CAPSYM.OLB puis le symbole appelé VCC. **Changer** éventuellement son nom (dans le cas de circuits CMOS, par exemple, l'alimentation positive doit s'appeler VDD)

<u>Remarque :</u> Dans le cas où vous utilisez la technologie CMOS, n'oubliez pas de relier Vdd et Vcc ainsi que Vss et GND.



3.3. Placement des liaisons (fils)

Les liaisons entre les composants s'effectuent en cliquant sur l'icône 🗋 (Place Wire) ou **Place - Wire ou** raccourci clavier « w ».

Le tracé d'un fil nécessite un clic de souris à chaque fois que l'on veut fixer le fil. Un changement de direction est alors possible sans modifier ce qui est déjà tracé.

Lorsque le curseur de la souris arrive à un endroit où une connexion est possible, un point rouge apparaît.

Pour terminer le tracé des liaisons, il est nécessaire de choisir dans le menu contextuel « End Mode ».

Veiller à ce que les broches des composants soient connectées à un fil et non directement broche à broche.

Les fils se croisant avec connexion doivent comporter une jonction obtenue avec l'icône (Place Junction) ou **Place - Junction** ou raccourci clavier « j ». En cas d'erreur, le placement d'une jonction sur une jonction superflue permet de l'enlever.

Le placement répétitif de fils horizontaux de même longueur sur le pas de grille immédiatement inférieur est réalisé en faisant **Edit - Repeat Place** ou raccourci clavier « F4 »

3.4. Modification des références, des valeurs de composants

La modification de la référence d'un composant (Value) ou de son repère (Part Référence) s'effectue en double cliquant sur la valeur à modifier.

Remarque : les valeurs des composants discrets doivent être mentionnées avec les conventions du simulateur « Spice » :

- l'unité est facultative, mais il est préférable de la mentionner (sauf pour les résistances, le caractère Ω est impossible à obtenir)

- les préfixes sont les suivants : p (pico) = 10^{-12} , n (nano) = 10^{-9} , u (micro) = 10^{-6} , m (mili) = 10^{-3} , k (kilo) = 10^{+3} , meg (mega) = 10^{+6} , g (giga) = 10^{+9} PSpice confondant majuscules et minuscules ($6 \times M = m = 10^{-3}$).

3.5. Identification des liaisons par des Labels

Les équipotentielles (Net) peuvent être identifiées par un label ou Net Alias grâce à l'icône [1] (Place Net Alias) ou **Place - Net Alias** ou raccourci clavier « n ».

Un nom d'alias se terminant par un chiffre sera automatiquement incrémenté pour le suivant. Un nom d'alias ne doit pas comporter de lettre accentuée, ni d'espace.

Un alias peut être placé uniquement lorsque l'extrémité du curseur de la souris se trouve sur un fil ou un bus. Toute tentative de placement d'un alias ailleurs que sur un fil ou un bus sera refusée. Toute tentative de placement d'un alias identifiant un fil sur un bus ou inversement sera refusée.

Les alias permettent d'identifier des liaisons sans que celles-ci soient effectivement représentées par des fils.



3.6. Commentaires

Il est possible d'ajouter du texte et / ou des graphiques pour commenter un schéma. Cec	i
s'effectue grâce aux icônes	

Les traits utilisés ne sont en aucun cas des fils de liaison. Le style des différents traits peut être modifié en double cliquant sur le trait

3.7. Sauvegarde

La sauvegarde du schéma s'effectue en cliquant sur l'icône \square (Save Document) ou en choisissant File - **Save** ou raccourci clavier « **CTRL** + **S** ». La nature des fichiers sauvegardés dépend de la fenêtre active :

- page schéma active : seul le schéma est sauvegardé
- gestionnaire de projets actif : l'ensemble des fichiers du projet est sauvegardé.

Remarque : en quittant Capture, si une modification non enregistrée a été effectuée, la fenêtre suivante apparaît :

Save Files In Pi	roject				×
Enr (Ye	registrer les moo es All and No A	difications appor Il affect all rema	tées à c:\Temp ining open files i	3\doc typon.dsni in doc typon.opj.)	?
Yes	Yes <u>A</u> ll	<u>N</u> o	N <u>o</u> All	<u>C</u> ancel	<u>H</u> elp

- Yes : sauvegarde du fichier schéma seulement
- Yes All : sauvegarde de tous les fichiers du projet
- No : annule la sauvegarde du fichier schéma seulement
- No All : annule la sauvegarde de tous les fichiers du projet
- Cancel : annule la commande quitter



4. Simulation

Icônes spécifiques à la simulation

*	Nom de l'analyse	ø	Sondes de tension	\mathbf{V}	Affichage des tensions de repos
	Paramétrage de la simulation		Sonde de courant	$\underline{\nabla}_{\mu}$	Tension de transition
	Lancement du simulateur	ŶŶ	Sonde différentielle	I	Affichage des courants de repos
P	Visualisation des résultats de simulation				Courant de transition

4.1. Placement des générateurs et stimulis

Placer le stimuli et le générateur ci-dessous sur le schéma :



Le placement des générateurs et stimulis s'effectue en cliquant sur l'icône 🖆 (Place Part) ou dans le menu « Place – Part » ou avec le raccourci clavier « P ». Ceci ouvre la fenêtre suivante :

Part: DigStim1 DigStim1 DigStim16 DigStim2 DigStim2 DigStim4 DigStim4	Graphic	OK Cancel <u>A</u> dd Library <u>R</u> emove Library
Libraries:	Part:	Part <u>S</u> earch <u>H</u> elp
Design Lache SOURCE SOURCSTM SPECIAL	DSTM? S1 Implementation +	

Choisir :

- la librairie SOURCE pour le générateur "VSIN"
- la librairie SOURCESTM pour le stimulis logique "DigStim1"
- valider le bouton « OK »

OrCad



4.2. Edition des caractéristiques des générateurs et des stimulis

Pour le générateur VSIM :

Il suffit de double cliquant sur la caractéristique à modifier et de remplir le champ "Value".

VOFF (tension d'offset) = 0VVAMPL (amplitude) = 5V et

FREQ (fréquence) = 1000Hz.

Remarque : ce qui veut dire que l'édition des caractéristiques de ce type de générateur, se fait sur le schéma contrairement au stimuli du type "DigTim".

Pour le stimuli logique (DigStim ou VSTIM) :

L'élaboration des caractéristiques des stimulis (DigStim ou VSTIM) se fait avec l'éditeur graphique *Stimulus Editor*.

Après avoir placer tous les stimulis sur le schéma dans Capture :

- **Remplir** le champ "Implémentation", dans notre cas : "E1". (cette appellation doit correspondre à l'éventuel Netname)

- Sélectionner un stimuli, puis dans le menu "Edit" valider "Pspice Stimulus" La fenêtre de l'éditeur de stimulis s'ouvre.

Stimulus Editor - [ES-SIMULATION1.st]

File

Edit

Stimulus

Plot

Plot
</

Icônes spécifiques à l'éditeur de stimulis



OrCad



La fenêtre ci-dessous s'ouvre avec le nom du stimuli sélectionné dans Capture :

New Stimulus 🔀
Name: E1
Analog C <u>E</u> XP (exponential)
C <u>P</u> ULSE
C P <u>W</u> L (piecewise linear)
C SEFM (single-frequency FM)
O <u>S</u> IN (sinusoidal)
Digital
C <u>C</u> lock
Signal
O <u>B</u> us Width:
Initial ⊻alue: 0
OK Cancel

Choisir le type "Digital" et "Signal"

Remaque : La valeur initial proposée est un niveau logique "0", vous pouvez modifier cette valeur. (0, 1, X ou Z)

Valider "OK"

Le signal E1 apparaît avec un niveau bas

Changement de l'échelle des temps

Cliquez sur l'icône , la fenêtre ci-dessous s'ouvre :

Axis Settings	×
Displayed Range for Time	
to 10ms se	с
Extent of the Scrolling Region	
Auto Range	
C User Defined: 10ms se	с
_ <u>I</u> iming Resolution	
1ms sec	
OK Cancel	

Choisir une échelle de temps de 10ms avec un pas de 1ms.



Valider le bouton "OK"

Cliquez sur l'icône , **déplacez** vous sur le chronogramme de E1 et **modifier** les transitions du signal.

Enregistrer et quitter. (un fichier *.stl est généré)

4.3. Nom pour les fichiers de simulation

Il faut donner un nom à la simulation, pour cela :

Cliquez sur l'icône 🛄, donner le nom "simulation1"

New Simulation	×
<u>N</u> ame:	Create
simulation1	
Inherit From:	Cancel
none	•
Root Schematic: SCHEMA	.TIC1

Remarque : un projet peut contenir plusieurs type de simulation Les fichiers générés contiennent "simulation1" dans leur nom

4.4. Caractérisation de la simulation

Il faut donner le type et les caractéristiques de la simulation dans la fenêtre du tableau de bord "Simulation Setting" qui s'affiche :

Simulation Settings - simulation1				
General Analysis Include Files	Libraries Stimulus Options Data Collection Probe Window			
Analysis type: Time Domain (Transient) ▼ Options: General Settings Anonte Carlo/Worst Case Parametric Sweep Temperature (Sweep) Save Bias Point Load Bias Point	Bun to time: 10ms seconds (TSTOP) Start saving data after: 0 seconds Iransient options			
	OK Annuler Appliquer Aide			

Choisir :

- une analyse temporelle "Time Domain (Transient)"
- un temps de simulation "Run toTime" de 10ms

Valider le bouton "OK"

<u>Remarque :</u> Il est possible de le rappeler cliquant sur l'icône



4.5. Simulation

Le lancement de la simulation s'effectue en cliquant sur l'icône : 🕨 (Run simulation)

En lançant cette commande, le logiciel commence par annoter le schéma (si nécessaire), vérifie la cohérence électrique et génère un fichier netlist qui sera interpréter par le simulateur Pspice.



Visualisation manuelle des résultats

Pour visualiser les signaux, **cliquer** sur l'icône (Add Trace)

Add Traces		
Simulation Output Variables		Functions or Macros
×		Analog Operators and Functions
E1 [R1] I[R4] I[V1] I[V2] S1 Time V[R4:2] V[R4:2] V[S2] V[V1:-] V[VCC]	Analog Digital Voltages Currents Nojse (V9/Hz) Alias Names Subcircuit Nodes	# • 0 * + • / • ABS() ARCTAN() AVG() AVG() AVG() AVG() DB() DB()
Full List Irace Expression: E1 V(E2) S1 V(S2)	12 variables listed	ENVMIN(,) EXP() G() IMG() LOG() LOG() M() MAX()



Il suffit de **sélectionner** les traces à visualiser. Elles apparaissent dans le champ "Trace Expression" et s'afficheront dans cet ordre.

Puis valider OK.

<u>Remarque :</u> Pour identifier le nom des signaux que l'on souhaite vivualiser, il est recommandé de nommer par des Netname tous ceux susceptibles d'être observés.



Visualisation automatique des résultats

Il est possible de préciser directement sur le schéma quels sont les signaux à visualiser.

Sans fermer la fenêtre des résultats de simulation, **aller** dans Capture et **cliquer** sur l'icône de la sonde de tension

Placer sur le schéma, autant de sondes \mathbf{v} qu'il y a de signaux à visualiser.

Retourner dans la fenêtre des résultats de simulation, les courbes sont automatiquement ajoutées.

<u>Remarque :</u> Il est possible de placer des sondes sur tous les signaux à visualiser avec de lancer la simulation.





4.6. Interprétation des résultats

Visualisation des valeurs

Pour relever les valeur des tensions en utilisant des "curseurs", cliquer sur l'icône

La fenêtre suivante s'affiche, en donnant les coordonnées absolues des curseurs et de la différence :

Probe Cur	201		
A1 =	0.000,	0.000,	0
A2 =	0.000,	0.000,	0
dif=	0.000,	0.000	

Puis utiliser les icônes suivantes :

\mathbf{x}	Curseur au maximum suivant	5.2	Curseur sur la donnée suivante
¥	Curseur au minimum suivant	H	Commande curseur
£	Curseur à la prochaine pente	n i	Curseur sur la transitoire logique suivante
W	Curseur au minimum de la courbe	(۲	Curseur sur la transitoire logique précedente
~*	Curseur au maximum de la courbe	(0,1)	Etiquette indiquant les coordonnées du curseur



Description des sources

Avant de faire une description des sources, il faut tout d'abord connaître les notions liées à la simulation. Les sources peuvent posséder deux paramètres différents (l'un, l'autre ou les deux). Le premier est lié à la simulation <u>temporelle</u>, l'autre à la simulation <u>fréquentielle</u>.

Dans l'analyse transitoire ou temporelle (Transient en Anglais)

PSpice effectue une simulation en fonction du temps, c'est la seule simulation qui permet d'observer la forme réelle des signaux. A cet effet PSpice utilise les paramètres temporels des sources.

Dans l'analyse fréquentielle (AC Sweep en Anglais)

Le simulateur transforme le circuit en son équivalent petits signaux et fait varier la fréquence des sources sinusoïdales, à l'aide de l'inversion de matrice complexe il calcule alors la réponse en fréquence. A cet effet, PSpice utilise les paramètres d'analyse temporelle des sources (AC et DC), il met de côté les paramètres inutiles (les paramètres définissant des signaux non sinusoïdaux). On doit noter que ce type d'analyse ne présage pas des états problématiques de saturation et de non-linéarité de certains composants.

\Rightarrow <u>Le potentiel 0</u> :

Après simulation, PSpice permet d'afficher n'importe quel potentiel du circuit. A cet effet, il faut nécessairement un potentiel de référence

• PSpice refusera donc toute simulation s'il n'y a pas au moins un potentiel $\overline{=0}$ dans le circuit. De même qu'il indiquera une erreur s'il y a des potentiels non référencés (erreur floating node).

N'oubliez pas le potentiel 0

 \Rightarrow <u>Les sources continues</u> :



 \Rightarrow <u>La source alternative</u> :

- Pour l'analyse fréquentielle (AC Sweep) PSpice utilise :



DC = Valeur de la composante continueAC = Amplitude de la composante alternative

- Pour l'analyse transitoire ou temporelle (Transient) PSpice utilise :

VOFF = Valeur de la composante continue VAMPL = Amplitude de la composante alternative FREQ = Fréquence en Hz TD = Délai d'apparition du signal (0 par défaut) DF = Coefficient d'amortissement (0 par défaut) PHASE = Phase (0 par défaut)

<u>Remarques</u> : Cette source convient pour tout type de simulation. On peut aussi utiliser la source VAC, mais elle ne permet pas l'analyse temporelle (Transient).

VAMPI

t



 \Rightarrow <u>La source de signal « carré »</u> :



Remarques : Ce type de source est évidemment utilisé en analyse transitoire. Si on effectue une analyse fréquentielle, la source devient sinusoïdale et utilise les paramètres AC et DC. On doit aussi noter que TF et TR ne doivent pas être nuls (ce qui correspond à la réalité). Pour avoir des signaux « carrés », il faut utiliser de très faibles valeurs.

⇒ <u>La source définie par segments</u> :



Remarques : Comme la source de signal carré, ce type de source est évidemment utilisé en analyse transitoire. Si on effectue une analyse fréquentielle, la source devient sinusoïdale et utilise les paramètres AC et DC.

Condition initiale

Lorsqu' une structure comporte un condensateur, il est nécessaire de lui apporter une condition initiale pour réaliser une simulation.

Librairie : SPECIAL \rightarrow IC1 $\stackrel{+}{\models}$ IC= 0

Stimulis définissable avec l'éditeur graphique :



Niveau logique bas