

0 Présentation du TP :

Pré-requis :	\Rightarrow Aucun
Durée estimée :	\Rightarrow 2 heures
Objectif :	\Rightarrow Prendre en main l'éditeur de schéma d'ALTIUM Designer.
	\Rightarrow Prendre en main le simulateur SPICE sous ALTIUM.

Altium Designer utilise SPICE pour la simulation analogique et mixte.

SPICE : Simulation **P**rogram with Integrated Circuit Emphasis est un logiciel open source de simulation analogique. Il utilise des composants élémentaires modélisés par un ensemble d'équations.

Sommaire :

1 Analyse temporelle de l'étage d'entrée d'un amplificateur de guitare

- 2 Analyse fréquentielle d'un étage d'entrée d'amplificateur de guitare
- 3 Simulation paramétrée
- 4 Analyse fréquentielle par FFT

Annexes : Autres possibilités de SPICE

Annexe.1 Le calcul des tensions de polarisation

Annexe.2 Mise en place de conditions initiales de simulation

Annexe.3 Les autres simulations paramétrées : Monte Carlo / température

Durant de ce TP vous allez créer un **projet PCB** à partir duquel vous effectuerez des **simulations SPICE**.

A l'issue de ce TP vous serez capables d'acquérir un schéma sous ALTIUM et d'effectuer des simulations temporelles et fréquentielles paramétrées d'une structure analogique ou mixte.

Les fonctions électroniques simulées sont issues des exemples de structures électroniques d'un amplificateur de guitare.

Ressources : Voir le WIKI d'ALTIUM / Entrer les mots clés SPICE et SIMULATION.

	Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	1 / 24
--	----------------------	---------------------	------------	--------

<u>1 Analyse temporelle de l'étage d'entrée d'un amplificateur de guitare.</u>

Schéma à éditer puis à simuler en suivant l'énoncé de 1.1 à 1.10:

 \Rightarrow La guitare, générant un signal électrique mono, se connecte à l'entrée PRE_IN.





 \Rightarrow Repartez d'un environnement vide : fermez tous les autres projets.



1.2 Ouvrir les fenêtres « projet », « messages » et « librairies » :

Paramétrez l'environnement de travail d'Altium Designer en utilisant la commande : \Rightarrow System (en bas à droite) \Rightarrow Messages, Projet et librairies.



 \Rightarrow Mettre en place un projet de type **PCB** :

$\Rightarrow Menu File \Rightarrow New \Rightarrow Project \Rightarrow$ File	> P(CB project		
<u>N</u> ew ►	E	<u>S</u> chematic		
		Project 🔸	1	PC <u>B</u> Project
		Library	۲	EPGA Project
		Scri <u>p</u> t Files		Core Project

 \Rightarrow Nommez le projet

 \Rightarrow Clic droit sur le nom du projet

 \Rightarrow Save As \Rightarrow Simul_Filtre.PrjPcb \Rightarrow vers le répertoire créé à cet effet.



1.3 Créer une nouvelle feuille de schéma :

 \Rightarrow Menu \Rightarrow File \Rightarrow New \Rightarrow Schematic

		1	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	3 / 24

1.4 Placement des composants dans le schéma :



\Rightarrow Pour régler VDD à 15 V double cliquer sur l'icône VDD

roperties			Parame	ters			
			Visible	Name /	Value	Туре	
esignator	VDD	Visible 📃 Loci	ed 🗸	AC Magnitude		STRIN	IG
omment	VSRC 👻	🔲 Visible	~	AC Phase		STRIN	IG
		Devi 171 — 🔲 Looi		LatestRevisionDate	17-Jul-2002	STRIN	IG
		Part 1/1 📃 Loci		LatestRevisionNote	Re-released for DXP Platform.	STRIN	IG
escription	Voltage Source			Note	PCB Footprint - Not required	STRIN	IG
Inique Id		Pere		PackageReference	Not Applicable	STRIN	IG
inquo iu		nese		Published	8-Jun-2000	STRIN	lli ▼
	otanaara		→ <u>A</u> dd	Bemo <u>v</u> e	add as <u>H</u> ule		
ink to Librar	y Component U	Jse Vault Component	▼ <u>A</u> dd	Hemo <u>v</u> e	ar Add as <u>H</u> ule		
ink to Librar	ry Component U	Jse Vault Component	▼ <u>A</u> dd Models Name	Type / Desc	rption	Vault	Item Revis
. ink to Librar lesign Item ID	y Component U	Jse Vault Component Choose.	▼ Add Models Name Model Na	Type / Desc Simulation Mode	nt Add as <u>n</u> ule Iption I Description	Vault	Item Revis
. ink to Librar Vesign Item ID 7 Library Name	y Component U VSRC Simulation Sources.IntLib	Jse Vault Component	 ▲dd Models Name Model Na 	Type / Desc Type / Desc Type / Desc Type / Desc	ption Description	Vault	Item Revis
ink to Librar esign Item ID] Library Name] Table Name	y Component U VSRC Simulation Sources.IntLib	Jse Vault Component	▼ <u>A</u> dd Models Name Model Na	Type / Desc Type / Desc Type / Desc	ption Description	Vault	Item Revis
ink to Librar Tesign Item ID Library Name Table Name	y Component U VSRC Simulation Sources.IntLib	Jse Vault Component	▼ <u>A</u> dd Models Name Model Na	Type / Desc Type / Desc me ▼ Simulation Mode	nt Add as <u>r</u> ule Iption IDescription	Vault	Item Revis

Sim Model - Voltage Source / DC S	Source	y x
Model Kind Parameters Port Map		
	Component parameter	
Value 15V		
AC Magnitude		
AC Phase		
		OK Cancel

Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	4 / 24
----------------------	---------------------	------------	--------

 \Rightarrow Quelques touches de raccourcis utiles :

Pour faire pivoter un objet ⇒ sélectionner l'objet ⇒ appuyer sur la barre espace	Pour ZOOMER / DEZOOMER Touches « SHIFT » + UP ↑ / « SHIFT » + DOWN ↓ (↑ : Touche 9 et ↓ : Touche 3 du pavé numérique)	Revenir au format 100% touches « V »+ « D »
	Pour zoomer sur les composants placés : touches « V »+ « F »	

 \Rightarrow Placez pareillement les composants ci-dessous sur la feuille :

Description	Nom	Bibliothèque
Sinusoidal Voltage Source	VSIN	Simulation Sources.IntLib
Voltage Source (\Rightarrow VDD)	VSRC	Simulation Sources.IntLib
Voltage Source (\Rightarrow VSS)	VSRC	Simulation Sources.IntLib
Condensateur non polarisé	CAP	Miscellaneous Devices.IntLib
résistance	Res2	Miscellaneous Devices.IntLib
Condensateur polarisé	Cap Pol1	Miscellaneous Devices.IntLib
Dual Low-Noise Operational Amplifier	TL082D	TI Operational Amplifier.IntLib

Il est possible de placer des composants génériques depuis les icônes **« digital device »** et **« simulation sources »** sans mettre en œuvre les librairies.



1.5 Paramétrage du générateur VSIN :

 \Rightarrow Double-cliquez sur le composant VSIN

 \Rightarrow Editez les paramètres de VSIN \checkmark

Properties				Parame	ters				
			—	Visible	Name	△ Value	Туре		
Designator	VI	Visible	Locked		LatestRevisionDate	15-Nov-2004	STRING		
Comment	VSIN 👻	🔽 Visible			LatestRevisionNote	Corrected Netlist.	STRING		
		D 114	I sales		Note	PCB Footprint - Not required	STRING		
		Part 171	Locked		PackageReference	Not Applicable	STRING		
Description	Sinusoidal Voltage Source				Published	8-Jun-2000	STRING	•	
Unique Id	BUSQCYTN		Reset		Publisher	Sélectionnez V	SIN puis cli	quez sur	Edi
Туре	Standard		•	Add	. Remo <u>v</u> e	Edit			
Link to Libra	ry Component L	Jse Vault Comp	Channel 🔲	Models Name	Ippe 🛆 De	scription	Vault Item	Revisi	
DesigniteiniD	vont		Choose	VSIN	Simulation VSI	N			
📝 Library Name	Simulation Sources.IntLib								
🗹 Table Name									
☑ Table Name		Va	lidate Link	A <u>d</u> d	I▼ Re <u>m</u> ove	Edit			

Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	5 / 24
----------------------	---------------------	------------	--------

Sim Model - Voltage S	ource / Sinusoidal	<u>१</u> ×
Model Kind Paramete	rs Port Map	
		Component parameter
DC Magnitude	0	
AC Magnitude	0	
AC Phase	0	
Offset	0	
Amplitude	11	
Frequency	440	
Delay	0	
Damping Factor	0	
Phase	0	
		⇒ Les paramètres du composant sélectionné apparaîtront o l'éditeur de schéma.
		\Rightarrow Ils pourront donc être modifiés directement depuis l'édi
@DESIGNATOR %1	%2 ?"DC MAGNITUD	E" DC @ DC MAGNITUDE" SIN(?OFFSETZ&OFFSETZUZ ?
∢ m ∖Netlist Template ,	। Netlist Preview _/Mod	el File
		OK Cancel

Dans la fenêtre paramètres réglez « Amplitude » et « Fréquence ».

1.6 Rotation de l'AOP :

- \Rightarrow Double clic sur le composant pour ouvrir la fenêtre « **Properties** »
- \Rightarrow Pour obtenir une symétrie du composant cochez « Mirrored »
- \Rightarrow Fermer la fenêtre « **Properties** »

\rightarrow Pour tourner le composant \rightarrow barre espace (ou barre espace + touche SHIFT	\Rightarrow Pour tourner le com	$posant \Rightarrow barre espac$	e (ou barre espace +	touche SHIFT
---	-----------------------------------	----------------------------------	----------------------	--------------

roperties			Parame	ters			
			Visible	Name 🗠	Value	Type	
esignator		Visible 📃 Locked		ComponentLink1Description	Manufacturer Link	STRING	
Comment	NE5532AJG 🗸	Visible		ComponentLink1URL	http://www.ti.com/	STRING	
				ComponentLink2Description	Datasheet	STRING	
		Part 1/2 Cocked		ComponentLink2URL	http://www-s.ti.com/sc/ds/165532	a.pc STRING	
Description	Dual Low-Noise Operational Amplific	er		DatasheetVersion	May-1988	STRING	
				LatestRevisionDate	04-Mar-2005	STRING	
Unique Id	LOBDIXSR	Reset		LatestRevisionNote	Stylized 3D Mode Added.	STRING	
Type	Standard	•		PackageDescription	DIP; 8 Leads; Now Spacing 7.62 m	m; F STRING	
	L			PackageReference	JG008	STRING	
				PackageVersion	Jan-1995	STRING	
Link to Libra	ry Component Use	e Vault Component 🛛 📃		Published	15. pr-2002	STRING	•
Design Item ID Library Name Table Name	NE5532AJG TI Operational Amplifier.IntLib	Choose		Publisher	Altium Limited	STRING	
Design Item ID Library Name Table Name	NE5532AJG TI Operational Amplifier.IntLib	Choose		Publisher	titum Limited	STRING	
Design Item ID Cibrary Name Table Name Graphical	NE5532AJG TI Operational Amplifier.IntLib	Choose	 <u>A</u> dd	Publisher Regove Edi	t Add as <u>R</u> ule	STRING	
Design Item ID Cibrary Name Table Name Graphical	NE5532AJG TI Operational Amplifier.IntLib	Choose	Add Models Name	Publisher Repove Edi Type / Descrip	tion	STRING	łevisi
Design Item ID C Library Name Table Name Graphical Location X	NE5532AJG TI Operational Amplifier.IntLib 510 Y 460	Validate Link	Add Models Name JG008	Publisher Publisher Repove Edit Type / Descrip Footprint DIP: 8 L	tion Va.	STRING	łevisi
Design Item ID I Library Name Table Name Graphical Location X Drientation	NE5532AJG TI Operational Amplifier.IntLib 510 Y 460 180 Degrees V	Validate Link	Add Models Name JG008 G008	Publisher Repbye Edi Type / Descrip Footprint DIP; 81 PC83D DIP; 81	tion Va eads; Row Spacing 7.62 mm; Pit eads; Row Spacing 7.62 mm; Pit	STRING	łevisi
Design Item ID Clibrary Name Clibrary Name Table Name Graphical Cocation X Drientation Mode	NE5532AJG TI Operational Amplifier.IntLib 510 Y 460 180 Degrees	Validate Link	Add Models Name JG008 G108	Publisher Repove Edi Type / Descrip Footprint DIP; 81 PCB3D DIP; 81	tion Va eads; Row Spacing 7.62 mm; Pit eads; Row Spacing 7.62 mm; Pit	STRING	łevisi
Design Item ID Library Name Table Name Graphical Location X Orientation Mode	NE5532AJG TI Operational Amplifier. Init.ib 510 Y 460 180 Degrees Normal	Validate Link	Add Models Name JG008 G108	Publisher Repove Edi Vype / Descrip Footprint DIP; 8L PCB3D DIP; 8L	tion Va eads; Row Spacing 7.62 mm; Pit eads; Row Spacing 7.62 mm; Pit	STRING	łevisi
Design Item ID Cubrary Name Cu	NE5532AJG TI Operational Amplifier.IntLib 510 Y 4600 180 Degrees V Normal V Show All Pins On Sheet (Even if	Validate Link	Add Models Name JG008 G108	Publisher Recove Edi Type / Descrip Footprint DIP: 8 L PCB3D DIP: 8 L	tion Va eads; Row Spacing 7.62 mm; Pit eads; Row Spacing 7.62 mm; Pit	STRING	łevisi
Design Item ID Library Name Table Name Graphical Location X Orientation Mode	NE5532AJG TI Operational Amplifier.IntLib 510 Y 460 180 Degrees V Normal V L Show All Pins On Sheet (Even if Local Colors	Validate Link	Add	Publisher Repbye <u>E</u> di Type / Descrip ▼ Footprint DIP; 8L PCB3D DIP; 8L ▼ Remove Edi	tion Va eads; Row Spacing 7.62 mm; Pit eads; Row Spacing 7.62 mm; Pit	STRING	łevisi

Formation ALTIUM - 6TP_Simulation_SPICE08/04/20136 / 24



	Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	7 / 24
--	----------------------	---------------------	------------	--------

Formatting Mixed Sim

Full Screen

<u>T</u>oolbars

Alt+F5

► 🗹

1.9 Paramétrez la simulation	ſ	Mixed S	inX
Cliquez sur paramétrage de simulation		m 😗	न्त्री
- Chquez sur parametrage de sinulation			

 \Rightarrow Dans la partie « General setup » sélectionnez les signaux à visualiser

Analyses Setup				2 ×
Analyses/Dptions General Setup Operating Point Analysis Transient Analysis DC Sweep Analysis AC Small Signal Analysis Noise Analysis Pole-Zero Analysis Transfer Function Analysis Temperature Sweep Parameter Sweep Monte Carlo Analysis Global Parameters Advanced Options	Enabled	Collect Data For Sheets to Netlist SimView Setup Av C5[i] C5[p] C70[i] C70[j] NetC5_1 NetC5_1 NetC5_2 NetR11_2	Node Voltage, Supply Current, Device Current Active project Keep last setup vailable Signals	nt and Power
Preferences				OK Cancel

 \Rightarrow Paramétrez la partie « Use Transcient Defaults » comme ci-dessous :

Analuses/Ontions	Enabled		Transient Analysis Setun		
General Setup	121.30103	F	Parameter	Value	
)perating Point Analysis		Transient Start Time		0.000	
ransient Analysis	~	Transient Chen Time		11.000	
C Sweep Analysis		Transient Stop Time		11.300	
C Small Signal Analysis		Transient Step Time		45.45u	
Noise Analysis		Transient Max Step Time		45.45u	
Pole-Zero Analysis		Use Initial Conditions			
Fransfer Function Analysis					
emperature Sweep		Use Transient Defaults		v	
arameter Sweep		Default Cucles Displayed		5	
Ionte Carlo Analysis		Default Defate Des Cuels			
ilobal Parameters		Derault Points Per Lycle			
Advanced Options					
		Enable Fourier	La simulation sera effec	tuée sur 5 périodes du	ı sign
		Fourier Fundamental Frequency			
		Fourier Number of Harmonics		10	
		}			
				Set <u>D</u> efa	aults
Preferences					ncel

	Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	8 / 24
--	----------------------	---------------------	------------	--------

1.10 Génération de la netlist SPICE

\Rightarrow Cliquez sur generation de la netlit	

🔚 Sheet1.SchDoc 🔤 Simul_Filtre.sdf * 🛒 Simul_Filtre.nsx
Simul_Filtre
*SPICE Netlist generated by Advanced Sim server on 6/29/2012 11:29:37 AM
*Schematic Netlist:
C5 NetC5_1 NetC5_2 22nF Description du circuit
C70 0 NetC5_2 47pF
R11 V51 NetR11_2 22k
R24 FRE_IN NECC5_I 1.5k
R30 0 NetC5 2 1000k
XU1A NetC5 2 NetR11 2 VDD VSS VS1 TL082
V1 PRE IN 0 DC 0 SIN(0v 1V 440 0 0) AC 1 0
VDD VDD 0 15V
VSS VSS 0 -15V
.SAVE 0 NetC5_1 NetC5_2 NetR11_2 PRE_IN VDD VS1 VSS V1#branch VDD#branch
.SAVE VSS#branch @V1[z] @VDD[z] @VSS[z] @C5[i] @C70[i] @R11[i] @R24[i] @R30[i] @R34[i]
.SAVE GC2[b] GC/U[b] GKII[b] GK24[b] GK30[b] GK34[b] GVI[b] GVD[b] GV55[b]
*PLOT TRAN -1 1 A=PRE TN A=VS1
*PLOT OP -1 1 A=PRE IN A=VS1
r arametrage de la simulation
*Selected Circuit Analyses:
.TRAN 4.545E-5 0.01136 0 4.545E-5
.OP

La **netlist** est une description dans un fichier texte de la structure matérielle du circuit à simuler et des paramètres de simulation.

Elle est générée automatiquement à partir du schéma structurel et du paramétrage qui a été défini en 1.8.

Les netlists SPICE sont les fichiers d'entrée du simulateur.

\Rightarrow remarque pour la suite du TP vous pouvez ignorer cette étape



Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	9 / 24

1.11 Visualisation des résultats sur le grapheur.



Résultats attendus de la simulation :

 \Rightarrow Faites glisser le curseur au-dessus de la courbe



1.12 Analyse des résultats de simulation :

 \Rightarrow Quelle est l'amplification à 440Hz ? En déduire le gain de l'étage d'entrée à 440Hz.

Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	10 / 24
----------------------	---------------------	------------	---------

2 Analyse fréquentielle d'un étage d'entrée d'amplificateur de guitare

Ou : « Comment tracer un diagramme de Bode ? »

 \Rightarrow Pour cette simulation vous repartirez du schéma *.SchDoc dessiné en partie 1.

2.1 Paramétrez la simulation comme ci-dessous:

inalivses Setup			Paramétrage de la simulation		Mixed Sin X
Analyses/Options	Enabled	•	AC Small Signal Analys	ir Setup	
General Setup			Parameter		Value
Operating Point Analysis		=	Start Frequency		1.000
Transient Analysis		_	Stop Frequency		10.00meg
DU Sweep Analysis			Sweep Type		Decade
Au Small Signal Analysis Noise Analysis			Test Points		100
Pole-Zero Analysis					
Transfer Function Analysis		Ŧ	Total Test Points		701
Preferences					OK Cancel

\Rightarrow Demandez l'affichage d'un seul signal de sortie : VS1

Analyses/Uptions	Erabled	Collect Data For	Node Voltage, Supply Current, Day	ce Current and	Power
ieneral Setup		Collect Data For	Node Vokage, Supply Callent, Dev	ce cuiteric and	11 00061
)perating Point Analysis		Sheets to Netlist	Active sheet	-\	
iransient Analysis)C Sweep Analysis		SimView Setup	Show active signals	-	
C Small Signal Analysis	 Image: A set of the set of the				
loise Analysis				7	
ole-Zero Analysis		Av	ailable Signals		Active Signals
ransfer Function Analysis		C5[i]	^	VS1	
emperature Sweep		U5[p]	e 🔛	1	
arameter Sweep		C70[ŋ			
lonte Carlo Analysis		NetC5_1	<		
lobal Parameters		NetC5_2		Ĩ	
dvanced Options		NetR11_2	*		

2.2 relancez la simulation :

Relancer la simulation	Mixed Sin X		
Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	11 / 24

 \Rightarrow Dans la fenêtre « AC Analysis » apparaît le diagramme de l'amplification en fonction de la fréquence.



 \Rightarrow Il faut maintenant remplacer cette courbe par le diagramme de Bode en gain et en phase.

2.3 Tracé du diagramme de Bode, courbe de gain :

1 : Double cliquez sur la caractéristique VS1 2 : Sélectionnez VS1 / MAGNITUDE dB

Wave Setup	
Waveforms	Functions
frequency	
vs1	+ - * / UNABY()
	Complex Functions Magnitude Magnitude (dB) Real Imaginary Phase (Deg) Phase (Rad) Group Delay
Expression vs1	
Name	Add to new Y axis

	Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	12 / 24
--	----------------------	---------------------	------------	---------

2.4 Tracé du diagramme de Bode, courbe de phase





Tracé obtenu :

2.5 Analyse des résultats de simulation :

- \Rightarrow Déterminez à l'aide des curseurs les deux fréquences de coupure du filtre passe bande.
- \Rightarrow Quelle est la bande passante à -3dB de l'étage d'entrée ?
- ⇒ Les amplificateurs de guitare ont des fonctions de traitement audio intégrées « effets de réverbération ».
- \Rightarrow Ces effets sont traités par des processeurs DSP.
- ⇒ Suite aux étages de traitement analogique d'entrée il sera placé, au sein de l'ampli, une chaîne de traitement numérique qui échantillonnera le signal audio.
- ⇒ Pour un échantillonnage à fe = 44,1 kHz quelle est la fréquence de coupure supérieure optimale pour l'étage d'entrée de l'amplificateur de guitare ? (Pensez théorème de Shannon).

Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	14 / 24

3 Simulation paramétrée

 \Rightarrow La simulation précédente a mis en évidence que la bande passante de l'étage d'entrée de l'ampli n'est pas cohérente par rapport à la fréquence d'échantillonnage du traitement audio numérique.

 \Rightarrow Afin d'optimiser cette bande passante nous allons être amenés à paramétrer la capacité C70 afin d'obtenir une fréquence de coupure de 22 kHz à -3dB.

3.1 Mise en place de la simulation paramétrée :



⇒ Dans la fenêtre Analyses/Options sélectionnez « **Show active signals** » pour l'entrée « **SimView Setup** »

An	alyses Setup						? X
) (() / / / / / / / / / /	Analyses/Options General Setup Operating Point Analysis Iransient Analysis OC Sweep Analysis AC Small Signal Analysis Noise Analysis Pole-Zero Analysis Fransfer Function Analysis Femperature Sweep Parameter Sweep Monte Carlo Analysis Global Parameters Advanced Options	Enabled	Collect Data For Sheets to Netlist SimView Setup (C5[i] C5[j] C70[j] NetC5_1 NetC5_2 NetR11_2 PRE_IN	Node Voltage, Supply Current, De Active sheet Show active signals vailable Signals	VS1	ower Active Signals	•
	Preferences					ОК	Cancel

Dans la fenêtre « Parameter Sweep » réglez les paramètres de balayage comme ci-dessous :

	Enableu		Parameter Swee	ep Setup	*
Pole-Zero Analysis		-	Parameter	Value	
Fransfer Function Analysis			Primary Sweep Variable	C70[capacitance]	Ξ
Femperature Sweep		_	Primary Start Value	0.000	-
Parameter Sweep Monto Carlo Analysia			Primary Stop Value	4.700n	
Global Parameters		=	Primary Step Value	1.000n	
Advanced Options			Primary Sweep Type	Relative Values	
		Ŧ			Ŧ

Remarque : la valeur de C70 sera comprise entre : C70 + Primary Start value < C70 < C70 + Primary Stop value

	Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	15 / 24	
--	----------------------	---------------------	------------	---------	--

3.2 Lancez la simulation



3.3 visualisation et analyse de la simulation paramétrée :



Afin de visualiser une courbe particulière cliquez sur la référence dédiée : la valeur spécifique de C70 est alors affichée en bas à droite de la courbe

Afin de désélectionner une caractéristique spécifique TOUCHE ECHAPPE (ESC)

 \Rightarrow Attention la courbe visualisée ici est l'amplification VS1/PREin en fonction de la fréquence et non le Gain en fonction de la fréquence.

 \Rightarrow Pour visualiser les courbes de gain reprendre la partie 2.2

3.4 Première analyse des résultats de simulation :

Après analyse de la caractéristique de transfert VS1/PREin paramétrée ci-dessus répondre : \Rightarrow Quelle valeur de C70 retenir ?

 \Rightarrow Pour la valeur de C70 retenue que dire de l'amplification par rapport aux résultats de la page 11 ?

3.5 Mise en place d'une simulation à deux variables paramétrées :

 \Rightarrow L'analyse 3.4 met en évidence que nous pouvons obtenir la fréquence de coupure voulue en modifiant la valeur de C70 mais au détriment de l'amplification qui diminue.

 \Rightarrow Il nous faut donc modifier un autre paramètre afin de corriger l'amplification : R30. Re-paramétrez la simulation comme ci-dessous :

Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	16 / 24

Analyses/Options	Enabled	Parameter S	weep Setup
General Setup		Parameter	Value
Operating Point Analysis		Primary Sweep Variable	C70[capacitance]
Transient Analysis		Primary Start Value	0.000
DC Sweep Analysis AC Small Signal Analysis		Primary Stop Value	4.700n
Ac omai orginar Analysis Noise Analysis		Primary Step Value	1.000n
Pole-Zero Analysis		Primary Sweep Type	Relative Values
Transfer Function Analysis			
Temperature Sweep		Enable Secondary	✓
Parameter Sweep Manta Carla Analysia		Secondary Sweep Variable	R30[resistance]
Global Parameters		Secondary Start Value	-1.000k
Advanced Options		Secondary Stop Value	1.000k
		Secondary Step Value	500.0
		Secondary Sweep Type	Relative Values

3.6 Relancez la simulation



3.7 résultats obtenus :



	Formation ALTIUM - 6	
--	----------------------	--

08/04/2013 17 / 24

2 X

 \Rightarrow Les effets de saturation des amplificateurs de guitare sont obtenus par une amplification suivi d'un écrêtage du signal.

⇒ Cet écrêtage se traduit par une discontinuité du signal et donc la création d'harmoniques. ⇒ La structure ci-dessous est utilisée pour générer les effets sonores LEAD, WARP, CRUNCH.



4.1 Création d'un nouveau projet PCB : Projet_effet_Saturation.PrjPcb

- \Rightarrow Repartir d'un projet vierge
- ⇒ En vous inspirant de la première partie de ce TP ouvrez le schéma existant **« Schema_Effet_Saturation.SchDoc »** depuis le répertoire …\ **Ressources_TP5**



4.2 Paramétrez la simulation comme ci-dessous :

Formation ALTIUM - 6 TP_Simulation_SPICE 08/04/2013 18/24

\Rightarrow Fenêtre « **General Setup** » :

Analyses Setup				8
Analyses/Options General Setup Operating Point Analysis Transient Analysis DC Sweep Analysis AC Small Signal Analysis Noise Analysis Pole-Zero Analysis Transfer Function Analysis Transfer Function Analysis Temperature Sweep Parameter Sweep Monte Carlo Analysis Global Parameters Advanced Options	Enabled	Collect Data For Sheets to Netlist SimView Setup Av C33[i] C33[p] NetC33_1 NetR30_2 NetR44_1 R30[i] R30[j] R30[p] R440	Active Signals Active sheet Show active signals vailable Signals	Active Signals
Preferences				OK Car

\Rightarrow Fenêtre « **Transcient Analysis** » :

Analyses Setup			S X
Analyses/Options	Enabled	Transient Analy	sis Setup
General Setup		Parameter	Value
Operating Point Analysis		Transient Start Time	0.000
Transient Analysis	Transient Stop Time	11.36m	
DU Sweep Analysis		Transient Step Time	45.45u
Noise Analusis		Transient Max Step Time	45.45u
Pole-Zero Analysis		Use Initial Conditions	
Transfer Function Analysis			
Temperature Sweep	Use Transient Defaults	✓	
	Default Cycles Displayed	5	
	Default Points Per Cycle	50	
Advanced Options			
		Enable Fourier	
		Fourier Fundamental Frequency	440.0
		Fourier Number of Harmonics	10
			Set <u>D</u> efaults
Preferences			OK Cancel

4.3 Création de la fenêtre FFT :

\Rightarrow Après avoir lancé la simulation temporelle affichez **la FFT** : Menu **CHART**



4.4 Justifiez le résultat obtenu dans la fenêtre FFT :

Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	19 / 24



\Rightarrow Est-il normal à ce stade qu'aucun harmonique ne soit généré ?

4.5 Ajouter les composants suivants :

Description	Nom	Bibliothèque
Voltage Regulator Diode	BZV85-C4V7	Philips Discrete Diode - Switching.IntLib
Voltage Regulator Diode	BZV85-C12	Philips Discrete Diode - Switching.IntLib

 \Rightarrow Imposez une amplitude de 2V à VSIN

4.6 Relancez la simulation, visualisez et les résultats



4.7 Analyse des résultats

 \Rightarrow A l'aide des curseurs déterminez les fréquences harmoniques créées par la structure.

 \Rightarrow Quel est le lien entre la fréquence fondamentale (440 Hz) et les fréquences harmoniques ?

Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	20 / 24

Annexes : Autres possibilités de SPICE

Annexe.1 Le calcul des tensions de polarisation



Exemple : relevé des tensions de polarisation du montage

- \Rightarrow Assurez-vous que les signaux à mesurer soient bien déclarés
- \Rightarrow Validez « Operating Point Analysis »

Analyses Setup		? <mark>×</mark>
Analyses Jorup Analyses Jorup General Setup Operating Point Analysis Transient Analysis DC Sweep Analysis AC Small Signal Analysis Noise Analysis Pole-Zero Analysis Transfer Function Analysis Temperature Sweep Parameter Sweep Monte Carlo Analysis Global Parameters Advanced Options	Collect Data For Active Signals Sheets to Netlist Active sheet SimView Setup Show active signals Available Signals C33[i] NetC33_1 NetD3_2 R44[i] R44[p] R45[i]	Active Signals
Preferences		OK Cancel
lancez la simulat	ion I I I I	
es tensions de polarisation sont affichées dans la fenêtre	🛉 Home 🗔 Schema_Effet_	Saturation.SchDoc *
es tensions de polarisation sont affichées dans la fenêtre « operating point »	Home Schema_Effet_	Saturation.SchDoc *
es tensions de polarisation sont affichées dans la fenêtre « operating point »	V- 10 ve 0.	Saturation.SchDoc * Simul_Filtre.sdf 0.97uV 000 V

Formation ALTIUM - 6TP_Simulation_SPICE08/04/201321 / 24

VDD

Annexe.2 Mise en place de conditions initiales de simulation

 \Rightarrow Sous SPICE les tensions de polarisation des montages sont systématiquement calculées lors d'une simulation de type « **Transient analysis** ».

 \Rightarrow Si l'option IC « Initial Conditions » est validée les tensions de polarisation seront calculées à partir de ces IC.

 \Rightarrow Les IC peuvent être définies pour chaque composant ou, des éléments définissant ces IC peuvent être placés dans le schéma.

 \Rightarrow Soit le schéma à simuler :

	$\begin{array}{c} R44 \\ VS \\ 10k \\ 10k \\ 1000nF \\ \overline{GND} \\ \overline{GND} \\ \overline{GND} \\ \end{array}$	
⇒ Parametres a definir :	VS : Le signal à visualiser	9 X
Analyses Setup		
Analyses/Options Enabled General Setup Operating Point Analysis V Transient Analysis V	Collect Data For Active Signals Sheets to Netlist Active sheet	•
DC Sweep Analysis AC Small Signal Analysis Doise Analysis Dole-Zero Analysis	Available Signals	Active Signals
Temperature Sweep		OK Cancel

Analyses/Options	Enabled	Transient Analy	ysis Setup
General Setup		Parameter	Value
Operating Point Analysis		Transient Start Time	0.000
Transient Analysis	·	Transient Stop Time	50.00m
AC Small Signal Analysis		Transient Step Time	20.00u
Noise Analusis		Transient Max Step Time	20.00u
Pole-Zero Analysis		Use Initial Conditions	
Transfer Function Analysis			\bigcirc
Temperature Sweep	Use Transient Defaults		
Parameter Sweep Manta Carlo Analysia		Default Cycles Displayed	5
Global Parameters		Default Points Per Cycle	50
Advanced Options			Set De
Monte Carlo Analysis Global Parameters Advanced Options		Default Points Per Cycle	50 Set De

Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	22 / 24

Définition des conditions Initiales au niveau du condensateur C33 :

- \Rightarrow Double cliquez sur le composant C33
- \Rightarrow Editez le modèle de simulation, puis les paramètres de simulation de C33

	Models	1-			
	Name	lype ∧	Description	Vault	Item Revisi
	RAD-0.3	Footprint	Radial Cap, Thru-Hole; 2 Leads; 0.3 in Pi		
	Cap	Signal Integrity			
	CAP 🔻	Simulation	Capacitor		
Sim Med	Add 💌	Remove	Edit		? x
Sim wou	er - General / Capa				
Model K Value	e 100	DnF	Component parameter E appa	n validant raîtront su	cette coche les IC r le schéma structurel
Initial	Voltage 0				OK Cancel

Résultat de la simulation :



Annexe.3 Les autres simulations paramétrées : Monte Carlo simulations /Température



	Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	23 / 24	
--	----------------------	---------------------	------------	---------	--

La **méthode de Monte-Carlo** désigne une méthode visant à calculer une valeur numérique en utilisant des procédés aléatoires, c'est-à-dire des techniques probabilistes. Le nom de ces méthodes, qui fait allusion aux jeux de hasard pratiqués à Monte-Carlo, a été inventé en 1947 par Nicholas Metropolis.

 \Rightarrow Exemple : paramétrage d'une analyse de Monte Carlo associée à la simulation présentée en partie 2 du TP : Tracé du diagramme de Bode d'un étage d'entré d'ampli de guitare.

 \Rightarrow Cela nous permet de visualiser les variations engendrées par les incertitudes des valeurs des composants et par la « gigue » des générateurs.

Analyses/Options	Enabled	Monte Carlo Analysis Setup		
General Setup Operating Point Analysis Transient Analysis DC Sweep Analysis AC Small Simal Analysis		Parameter	Value	
		Seed	-1	
		Distribution	Uniform	
		Number of Runs	5	
Noise Analysis				
Pole-Zero Analysis Transfer Function Analysis Temperature Sweep Parameter Sweep Monte Carlo Analysis Global Parameters Advanced Options		Default Resistor Tolerance	10%	
		Default Capacitor Tolerance	10%	
		Default Inductor Tolerance	10%	
		Default Transistor Tolerance	10%	
		Default DC Source Tolerance	10%	
		Default Digital Tp Tolerance	10% Variation de	
			grandeurs tyr	
		Specific Tolerances	0 defined	

 \Rightarrow Résultats de la simulation : les cinq mesures sont concaténées sur le même fichier.



Formation ALTIUM - 6	TP_Simulation_SPICE	08/04/2013	24 / 24