

Bibliographie	2
But de ce document :	2
Installation de LTSpice (swcadIII).	2
Nodal Analysis, calcul point de fonctionnement (nodal_analysis.asc)	3
Remarque :	4
Etude des fichiers générés par LTSpice	5
DC Sweep, directive .DC ( dc_sweep.asc )	6
Transient analysis, analyse temporelle( transient_analysis.asc)	9
PULSE : génération d'un signal carré.	9
SIN : génération d'un signal sinusoïdal	11
AC analysis : analyse en fréquence (Ac_analysis.asc)	11
Transformée de fourrier et taux de distorsion (fourrier.asc)	14
Directives .measure, mesures RMS,MAX,MIN,AVG,PP (measure.asc)	16
Transformée de Laplace : laplace.asc	16
Paramétrage Directive .STEP (step.asc)	17
Transient Analysis : directive PWL (pwl.asc)	20
lecture fichiers way	23
Etude des fichiers générés par LTSpice DC Sweep , directive .DC ( dc_sweep.asc ) Transient analysis, analyse temporelle( transient_analysis.asc) PULSE : génération d'un signal carré SIN : génération d'un signal sinusoïdal AC analysis : analyse en fréquence (Ac_analysis.asc) Transformée de fourrier et taux de distorsion (fourrier.asc) Directives .measure , mesures RMS,MAX,MIN,AVG,PP (measure.asc) Transformée de Laplace : laplace.asc Paramétrage Directive .STEP (step.asc) Transient Analysis : directive PWL (pwl.asc)	

### Bibliographie

Vous trouverez un cours très intéressants à l'adresse suivante :

*http://www.ibiblio.org/obp/electricCircuits/*  $\rightarrow$  site en anglais traitant des lois de l'électricité de base jusqu'aux fondements de l'électronique. Très intéressant pour une révision.

Des infos plus précises sur SPICE : http://www.comelec.enst.fr/oceane/doc/documents/envsimu/spice/ http://www.ecircuitcenter.com/Circuits.htm http://www.ecircuitcenter.com/SPICEtopics.htm

### But de ce document :

Le but de ce document est la prise en main de LtSpice, logiciel gratuit de simulation mixte (numérique et analogique). Comme tous les logiciels de simulation celui-ci utilise le moteur de simulation spice dont les sources sont libres.

Nous allons dans ce document voir les principales fonctionnalités de LTspice (et donc de Spice).

- > Nodal analysis (ou analyse du point de fonctionnement).
- > Transient analysis (ou analyse temporelle) et transformées de fourrier.
- > AC analysis ( ou analyse fréquencielle ) permettant le tracé dans bode.
- > Calculs sur tensions et courants et calculs d'erreurs.

## Installation de LTSpice (swcadlll).

Linear Technology, fabricant de circuits intégrés, met à disposition un logiciel assez complet, sans limitation et avec possibilité de simuler les applications de Linear (notamment les alimentations à découpage) mais aussi tout autre type de circuit. Par rapport aux simulateurs payants du marché (ORCAD, EWB, eagle, PSPICE, ...), Linear ne fournit que très peu de modèles de simulations autres que pour ses propres composants (Ref LTxxx). Le fichier **lib\_swcad\_sept\_2007.zip** permettra d'ajouter un certain nombre de composants.

L'installation de LTSpice est simple. Aller sur le site <u>http://www.linear.com/software</u> et récupérer le logiciel d'installation **swcadiii.exe**. SwCAD III . Ensuite dézipper le document lib\_swcad\_sept\_2007.zip et copier le contenu du répertoire lib (ou se trouvent les symboles et les modèles des composants à ajoutés ) dans le répertoire lib sous le répertoire d'installation de swcad (c:\program files\LTC par défaut).

LTSpice possède un groupe de discussion sous yahoo *http://tech.groups.yahoo.com/group/LTspice/*. Pour avoir accés à tous les fichiers et les outils développés par les membres du groupe. envoyer un mail à LTspice-subscribe@yahoogroups.com.

Spice (Simulation Program with Integrated Circuits Emphasis) a été développé dans les années 70 à l'université de Berkley. Ce simulateur électrique a été développé et distribué gratuitement et est utilisé par tous les simulateurs du commerce : PSPICE ,Orcad (CADENCE) , Electronic Workbench (National Instrument),Accusim (Mentor) ...

# Nodal Analysis, calcul point de fonctionnement (nodal\_analysis.asc)

Dans cet exemple nous allons calculer le point de fonctionnement d'un montage très simple : le pont diviseur.

- Lancer SWCAD III, puis créer un nouveau schéma .
- Sauver le schéma, save as **nodal\_analysis.asc.**
- Placer une source de tension, pour cela cliquer sur l'icône add component
   , et choisir voltage.
- > Cliquer sur OK (insérer la source de tension sur la page vide).
- Clic droit sur le composant : la source de tension est une source de tension 15V

Pour déplacer la source de tension ou bien la valeur 15V, cliquer sur move component

 Cliquer sur add Resistor opur insérer une résistance. Appuyer sur CTR+R pour faire tourner le composant, puis insérer une deuxième résistance.

Une fois le composant inséré, il est aussi possible de le faire pivoter en utilisant la main  $\overset{\text{W}}{\cong}$ , en sélectionnant le composant et en appuyant sur CTR+R.

- Insérer la référence de masse : clic sur add ground
- > Puis clic sur add wire *pour connecter les différents éléments du circuit.*
- > Puis donner une valeur de 1k à chaque résistance, clic droit sur chaque résistance,

Les différentes unités possibles sont : $\mathbf{E}_{(10^{-1})} = \mathbf{E}_{(10^{-1})} = \mathbf{E}_{(10^{-1})} = \mathbf{E}_{(10^{-3})}$	1k
$\mathbf{K}(10^{3}), \mathbf{MEG}(10^{6}), \mathbf{G}(10^{9}), \mathbf{T}(10^{12})$	
Exemple : R=1Meg, C=1u (ou C=1uF), L=1m(ou I	L=1mH).

Resistor - R1	X
Manufacturer: Part Number: Select Resistor	OK Cancel
Resistor Properties	
Resistance[ $\Omega$ ]:	1K
Tolerance[%]:	
Power Rating[W]:	





Voltage Source - V1		X
DC value[V]: Series Resistance[Ω]:	151	OK Cancel Advanced



#### label Vout de sortie

Net Name	K
GND(global node 0)	
ABC Vout	
Port Type: Output 🗸 🗸	
(Port type is only visible if drawn at the end of a wire.)	
Cancel OK	

Connecter les 2 labels.

label VIN d'entrée

		_
Net Name		×
	bal node 0)	
Port Type:	Input	•
(Port type is only v the end of	isible if drawn a' a wire.)	t
Cancel	ОК	



Il faut maintenant définir les directives de simulation spice permettant de choisir le type de simulation. La directive de simulation apparaît sur le schéma de simulation.

Edit Simulation Command
Transient AC Analysis DC sweep Noise DC Transfer DC op pnt
Compute the DC operating point treating capacitances as open circuits and inductances as short circuits.
.op OK Cancel

### Remarque :

Une autre solution aurait été d'écrire nous-même cette directive :

Clic sur pour insérer une directive spice .

Edit Text on the Schema	ıtic:	X
How to netlist this text Comment SPICE directive	Justification Left Vertical Text	OK Cancel
.op		~
		4

➤ Lancer la simulation , clic sur RUN <sup>\*</sup>

SWCAD III va alors lancer la simulation spice et calculer le point de fonctionnement du montage. Le résultat est affiché dans un fichier.

🔲 * C: \P rogran	n Files\LTC\SwCAD	III\tutorial\exercice1.asc
(	Operating Point	;
V(vin):	15	voltage
V(vout):	7.5	voltage
I(R2):	0.0075	device_current
I(R1):	-0.0075	device_current
I(V1):	-0.0075	device current

<u>Conclusion :</u> La tension de sortie est bien divisée par 2 et les courants dans R1 et R2 conforment aux calculs.

### Etude des fichiers générés par LTSpice.

SWCAD III lors de la simulation a génère à partir du fichier nodal\_analysis.asc qui est le fichier dessin de LTSpice, un fichier nodal\_analysis.net, fichier directement utilisable par le simulateur spice.

Comme tout logiciel il est possible de configurer un certain nombre d'options : pour cela

Cliquer sur Control Panel.			
Simulate Tools Window Help	🖉 Control Panel		
🗶 Run	Netlist Opt	ions	Waveforms
Pause	💰 Compression 🖌	Save Defaults  👕 SP	ICE T Drafting Options
M Halt Ctrl+H	Dperation	Hacks!	T Internet
Clear Waveforms '0'		Marching Wa Generate Expanded I	iveforms 🗹
Efficiency Calculation	Open De	mo circuits as regular sch	nematics
	Don't warn	when using preliminary m	nodels[*]
Turn off Semicond. cap.	Automat	ically delete .raw files[*]:	No 💙
Control Panel	Automal	ically delete .net files[*];	Yes 🔽
	Automa	tically delete .log files[*]:	No
> Puis choisir l'anglet Operations	Autom	atically delete .fft files[*]:	Yes
Dans l'onglet opération, il est possible de choisir	RAM for Fas	t Access Conversion[*]: y Files[*]	40%
d'effacer ou nom un certain nombre de fichiers	C:\DOCUME~1\jlsalv	at\LOCALS~1\Temp	
intermédiaires que nous allons détailler.	[*] Setting remembered	between program invoca Reset to Default Value	s
Nous allons tout d'abord nous intéresser à			
l'extension .net fichier d'entrée du simulateur Spice.		ОК	Annuler Aide

Relancer la simulation (Menu, Simulater, Run) puis ouvrir à partir de swcad le fichier nodal\_analysis.net.



L'explication de ce fichier est assez simple. Chaque composant (R pour résistance, V pour source de tension, C pour condensateur, L pour inductance ,...) est suivi par le nom des 2 nets (fils de connexion) puis de sa valeur. Pour connaître tous les circuits de base de Spice taper F1 (accés à l'aide), puis LtPsice, Introduction, General Structure and Convention.

Le net 0 correspond à la masse qui est obligatoire pour le simulateur. Toute ligne qui commence par un point virgule (ou une astérisque) est un commentaire et toute ligne qui commence par un point est une directive spice. La directive .op permet de lancer une simulation de calcul du point de fonctionnement. Tout fichier spice se termine par la directive .end. Pour connaître toutes les directives Spice il suffit de taper F1, puis choisir LTSpice, Dot Command (Dot = point ).

<u>Remarque :</u> le fichier nodal\_analysis.net est le fichier généré par l'interface graphique de SWCADIII. ce fichier (fichier de nets) qui s'appelle xxx.cir pour ORCAD peut être exécuté par n'importe quel simulateur spice (ORCAD, EWB,...).

Créer le fichier test.cir dont le contenu est donné ci-dessous avec le bloc note et le simuler.

test pont div	premiére ligne jamais interprétée (commentaire)
v1 1 0 dc 15	V1 : la source de tension V1 est entre les nœuds (nets) 1 et 0
rl 1 0 2.2k	
r2 1 2 3.3k	
r3 2 0 150	
;calcul du poir	t de fonctionnement (operating point)
.op	
.end	

*1. Dessiner le schéma électrique associé et vérifier par le calcul le résultat de la simulation.* Le fichier .raw est le fichier utilisé pour l'affichage des courbes.

## DC Sweep , directive .DC ( dc\_sweep.asc )

Dans cet exercice, nous allons tracer la fonction de transfert V(out) = f(V(in)) en faisant varier v(vin) de 0 à 15V.

Sauver le fichier nodal\_analysis.asc en dc\_sweep.asc et modifier les options de simulation :

Simulate	<u>T</u> ools	<u>W</u> indow	<u>H</u> elp	
🔀 <u>R</u> un				
Pause				
🖑 <u>H</u> alt			Ctrl+H	
Clear	Wavefo	orms	'0'	
Ef	ficiency	Calculatio	on 🕨	
Turn	off Semi	icond. cap		_
宿 <u>⊂</u> ontr	ol Panel			
Edit S	imulatio	n Cmd		

Edit Simulatio	on Comm	and						×
Transient A	C Analysis	DC sweep	Noise	DC T	ransfer	DC op pnt	1	
Compute the treating	DC operatir ; capacitano	ng point of a ces as open	circuit wi circuits a	hile ste Ind ind	epping in luctance	dependent s as short c	sources and ircuits.	
1st Source 2nd Source 3rd Source								
	Name of 1st Source to Sweep: V1							
	Type of Sweep: Linear 💌							
	Start Value: 0							
	Stop Value: 15							
	Increment: 1							
Syntax: .dc <source1> [<oct,dec,lin>] <start> <stop> [<incr>] [<source2>]</source2></incr></stop></start></oct,dec,lin></source1>								
.dc V1 0 15 1								
		(	OK			Ca	ncel	

La directive spice apparaît alors sur le schéma de simulation.

;op .dc V1 0 15 1

L'ancienne directive .op est automatiquement mise en commentaire .

➢ Puis lancer la simulation

Le logiciel demande quelle valeur doit être affichée.



Nous allons modifier l'affichage :

Cliquer sur l'axe des ordonnées et modifier les valeurs d'affichage.  $\geq$ 8.0V-7.2V· 6.4V Vertical Axis 5.6V Apparition de la réglette 4.8Vsur l'axe des ordonnées. Axis Limits 0K 4.0V Top: 7.5V 3.2V Cancel Tick: 500mV 2.4V Bottom: 0V 1.6V Logarithmic 0.8V-0.0V ٥V

- Faire de même pour l'axe des abscisses (pour avoir une valeur allant de 0 à 15 par pas de 1).
- Puis cliquer sur v(vout), et placer vous sur le point d'intersection entre les 2 courbes en pointillé qui se sont affichés. Pour pouvez alors déplacer le point de mesure, celui-ci s'affiche dans une fenêtre.



🔛 exercio	e2.asc								
7.51			Ň	(vout)					
7.0V									
6.5V							exercice2.asc		×
5.5V						/	Cursor 1	67 D	
5.0V				·				V(vout)	
4.5V							Horz: 17.5V	Vert: 3.75V	
4.0V− 3.5V−				~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		+	Cursor 2		
3.0V							Horz: N/A	Vert: N/A	
2.5V 2.0V				·			- Diff (Cursor2 - Curs	sor1)	
1.5V							Horz: N/A	Vert: N/A	
1.0V							····	Slope: N/A	
0.57						·		,	_
οv	2V	4V	6 <sup>1</sup> V	8V	10¥	12¥	14V		
		Vivout							
		Hered							
									_
							Pour déplacer le	point de mesure,	
							cliquer sur le poi	nt d'intersection	
							des 2 droites en j	pointillé, et	
		-					deplacer ce point	Ι.	
			1						

L'affichage est sauvé dans le fichier dc\_sweep.raw.

Pour sauver les paramètres de l'affichage :**Plot Setting, save plot setting** dans **dc\_sweep.plt**. Fermer la fenêtre d'affichage, relancer la simulation. Pour retrouver les paramètres d'affichage précédemment sauvés, il suffit d'ouvrir, **plot settings, open Plot Settings File, le fichier dc\_sweep.plt**.

## L'outil DC sweep est intéressant pour faire le tracé de courbes de composants actifs comme les diodes , transistors,...

Supprimer R2 (touche supp , des ciseaux apparaissent, puis clic sur R2) et la remplacer par une diode (clic sur 2).Puis clic droit sur la diode, pick new Diode et choisir une diode 1n4148).



2. Lancer la simulation et tracer la courbe du courant I(D1) en fonction de V(vout). Rappeler l'équation de I en fonction Vf de la diode. Conclure.

## Transient analysis, analyse temporelle( transient\_analysis.asc)

Nous allons maintenant visualiser la réponse d'un circuit RC à un signal carré(pulse) et à un signal sinusoidal (sin) .

L'algorithme utilisé permet de résoudre l'équation différentielle v(vout) = v(vin) + R.C.d(v(vin))/dt.

### PULSE : génération d'un signal carré.



La directive .PULSE pour la source de tension V1 permet de générer un signal carré, et est composé de plusieurs paramètres : .PULSE(V1 V2 TD Tr Tf PW Period)

V1 - initial voltage; V2 - peak voltage; TD - initial delay time; Tr - rise time; Tf - fall time; pwf - pulse-wise; and Period - period.



3. En déduire l'allure du signal qui va être généré.

	Cliauer sur Simulate Edit Simulation	Edit Simulation Command				
	<i>Cmd</i> , <i>Transient</i> ( <i>simulation temporelle</i> )	Transient AC Analysis DC sweep Noise DC Transfer DC op pnt				
$\triangleright$	Choisir un temps de simulation de 8ms.	Perform a non-linear, time-domain simulation.				
		Stop Time: 8ms				
		Time to Start Saving Data:				
		Maximum Timestep:				
		Start external DC supply voltages at 0V:				
		Stop simulating if steady state is detected: 🛄				
		Don't reset T=0 when steady state is detected:				
		Step the load current source:				
		Skip Initial operating point solution:				
		Syntax: .tran <tstop> [<option> []</option></tstop>				
		.tran 8ms				
≻	Lancer la simulation	OK Cancel				
exe	arcice3.asc					
m	V[wout]	V(vin)				
6V⊤	(Trody)					
1						
		exercices.asc				
2¥		V(vout)				
0V- <u>-</u>		Horz: 1.01129ms Vert: 9.55387V				
8V		Cursor 2				
6V		Horz: N/A Vert: N/A				
4V	./	Diff (Cursor2 - Cursor1)				
		Horz: N/A Vert: N/A				
2¥	/	Freq: N/A Slope: N/A				
0V-/						
0.0n	ns 1.6ms 3.2ms 4.8ms	s 6.4ms 8.0ms 📻				

 Cliquer sur V(VIN), clic droit et modifier la couleur.

Expression Editor - F(V(vi	in),)	×
Default Color: 🗾 🔽	Attached Cursor: 1st	🖌 🔽 ОК
Enter an algebraic expression to plo	ot:	Cancel
V(vin)		~
		<b>v</b>
Delete this trace		.::

4. Donner la valeur de la constante de temps et écrire l'équation de V(vout) en fonction du temps . Vérifier.

<u>Remarque :</u> pour ajouter l'affichage d'une tension , il suffit de cliquer sur la fenêtre de dessin et sur le net à afficher (une pointe rouge apparaît).



### SIN : génération d'un signal sinusoïdal



- 5. En Utilisant les complexes (ou Laplace), donner l'équation de V(Vout) en fonction de V(Vin).
- 6. En déduire la valeur du déphasage et de l'amplitude de V(Vout) pour f=1kHz. Vérifier.

# AC analysis : analyse en fréquence (Ac\_analysis.asc).

- Sauver le fichier transient\_analysis.asc sous ac\_analysis.asc
- Cliquer sur V1, et modifier la zone de droite (AC analysis) pour avoir un signal d'entré de 10V.



LTSPICE Prise en main

IUT GEII

Licence EE

Small signal AC analysis(.AC)					
AC Amplitude:	10				
AC Phase:					
Make this information visible on schematic: 🗹					

Puis modifier les options de simulation (analyse de 10 Hz à 100 kHz).

dit Simulation Command	
Transient AC Analysis DC sweep Noise	DU Transfer DU op pnt
Compute the small signal AC behavior of the point.	circuit linearized about its DC operating
Type of Sweep	Decade 💌
Number of points per decade	1000
Start Frequency	10
Stop Frequency	100k
Syntax: .ac <oct, dec,="" lin=""> <npoints> <startfre< td=""><td>eq&gt; <endfreq></endfreq></td></startfre<></npoints></oct,>	eq> <endfreq></endfreq>
.ac dec 1000 10 100k	
	Cancel

Spice n'utilise plus le même algorithme de calcul. Il remplace les circuits par leur impédance complexe et fait une analyse autour du point de fonctionnement.

L'équation à résoudre devient 10 = R + 1/(j.2.PI.F.C) avec F comprise entre 10Hz et 100kHz.

Lancer la simulation.

Pour tracer le plan de bode, nous allons nous intéresser au Gain du circuit. Nous allons donc afficher V(Vout)/V(VIN).

- sélectionner V(vout) et clic droit modifier l'affichage.
- Puis placer le curseur à l'intersection au centre de la croix, et déplacer la pour avoir un gain de -3dB.



LTspice affiche 2 courbes :la première en trait plein  $20*\log(V(vout)/V(vin))$  et la deuxième en trait pointillé déphasage entre V(vout) et V(vin).



## cliquer sur V(Vout)/V(Vin), et sélectionner 1 &2 cursors Attached Cursor: 1st & 2nd

🚬 exer	cice4.asc				exercice4.asc	×
0dB-		V(vout)/V(VIN)			Cursor 1 V(vout)/V(VIN	)
-6dB-					Freq: 5.07872KHz Mag:	-30.0829dB 📀
-12dB-					Phase:	-88.2051*
-18dB-				27°	Group Delay:	981.085ns
-24dB-	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			36"	Cursor 2 V(vout)/V(VIN	)
-30dB-		+ + + + + + + + + + + + + + + + + + +		45°	Freq: 51.1696KHz Mag:	-50.1439dB 📀
-36dB-	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		<b>54</b> °	Phase:	-89.8218* 🔾
-42dB-		1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		63°	Group Delay:	9.67419ns
-48dB-				-72°	Ratio	(Cursor2 / Cursor1)
-54dB-				81"	Freq: 46.0909KHz Mag:	-20.0609dB
-60dB-		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			Phase: Secure Delaye	-1.61672*
10	Hz 100Hz	1KHz	10KHz	100KHz	Group Delay:	-971.411ns

Ce qui permet de vérifier que l'on a une décroissance de -20dB/dec.

Pour revenir à la simulation temporelle, il suffit de cliquer sur ;tran 8ms, clic droit et remplacer le point virgule par le point.

Edit Text on the Schema	itic:	
How to netlist this text Comment SPICE directive	Justification Left  Vertical Text	OK Cancel
.tran 8ms		
Type Ctrl-M to start a new line.		.:

Relancer la simulation et choisir .tran 8ms.

LTSpice propose alors 2 types de simulation (temporelle ou fréquencielle).

Select SPICE analysis to run	X
There are multiple analyses defined for this circuit. Please select one to run.	OK Cancel
Non-linear transient analysis	
.tran 8ms .ac dec 1000 10 100k	

7. Simuler un circuit passe-haut de fréquence de coupure 100 Hz en temporel et en fréquenciel.

## Transformée de fourrier et taux de distorsion (fourrier.asc)

Ouvrir le fichier transient\_analysis.asc et le sauver dans fourrier.asc. Modifier V1 pour avoir un signal carré 0-12V de fréquence 250 Hz.



- Lancer la simulation.
- Visualiser ensuite la FFT., sélectionner la fenêtre de visualisation , puis view, FFT.



▶ Puis, modifier l'affichage (par défaut en dB), clic à gauche sur l'axe des ordonnées.

	Left Vertical Axis Magnitude		×
-18dB -27dB -36dB	Range     Top:   10     Tick:   1     Bottom:   0	Representation Bode Cinear Cogarithmic Decibel	OK Cancel
-45dB	Don't plot the magnitude.		

Modifier l'affichage en bas sur l'axe des abscisses.

	Horizontal Axis		×
	Quantity Plotted: frequen	су	
	Left: 0	Axis Limits tick: 250	Right: 51/
0MHz 0.00225MHz	Logarithmic	Cancel	ОК

kar exe	rcice8.fft								
EV.			V(vout)					V(vin)	
-¥C									
4∀-									
3∀-						anna an			
						Everciceo.m			
						Cuisori	V(vin)		
						Freq: 249.917Hz	Mag:	3.38322V	$\odot$
24-							Phase:	68.2747°	0
							Group Delay:	165.968µs	$\bigcirc$
						Cursor 2			
11-	+ <mark>-</mark>					From NVA.	Marr		0
						Hed Le WAs	Dhanor	- N7A-	ŏ
	<u> </u>						Group Deleur	- N/A-	10
nv-						L	Batio	(Cursor2 / Cursor1)	<u> </u>
- 01	I	0.00075MHz	0.001	50MHz	0.00225	Erem N/A	Marr	- N/A	

*Rajouter les directives* .op
 .fourrier 250 V(Vin)
 .fourrier 250 V(Vin)

Ces directives permettent de calculer les taux de distorsion pour les 10 premières fréquences avec le fondamental f1=250 Hz. Le résultat du calcul se trouve dans fourrier.log.

8. Expliquer les résultats obtenus. Rappeler la notion de série de Fourrier pour un signal périodique. Donner la formule permettant le calcul des n premiers termes et calculer la valeur du premier élément (fréquence du fondamental).

*Relancer la simulation et lire le fichier fourrier.log.* Vérifier le calcul fait pour l'amplitude du fondamental.

# Directives .measure , mesures RMS,MAX,MIN,AVG,PP (measure.asc)



LtSpice est capable de faire des mesures qui seront affichées dans un fichier de log.

 Modifier la source de tension en sinus 10V, 1kHz et rajouter les directives: .measure RMS\_VOUT RMS(V(Vout)) from 4m to 10m
 .measure MAX\_VOUT MAX(V(Vout)) from 4m to 10m
 .measure MIN\_VOUT MIN(V(Vout)) from 4m to 10m
 .measure PP\_VOUT PP(V(Vout)) from 4m to 10m
 .measure AVG\_VOUT AVG(V(VOUT)) from 4m to 10m

- > Lancer la simulation, le résultat des mesures se trouve dans le fichier measure.log
  - 9. Donner les valeurs obtenues et retrouver par le calcul chacune de ces valeurs. Rajouter une mesure de valeur moyenne et valeur efficace V(Vin).Lancer la simulation et donner ces 2 valeurs.

## Transformée de Laplace : laplace.asc



- Copier measure.asc dans laplace.asc.
- Insérer le symbole e (source de tension dépendante).



	- Component At		
Clic droit sur le symble et taper dans le paramètre value: Laplace={1 /(s/ {w0} + 1)}			
<b>w0</b> est la pusation de coupure du filtre passe-bas. Nous allons utiliser la directive .param pour donner une valeur à w0.	This is	the second attribute to appear on the netlist line	
	Value =	Laplace={1 /(s/ {wU} + 1)}	Visible: 💟
	Attribute	Value	V.
	Prefix	E	
	InstName	E1	×
	SpiceModel		
	Value	Laplace={1 /(s/ {w0} + 1)}	×
	Value2		
	SpiceLine		
	SpiceLine2		
Puis placer la directive : .op .params w0=1/(1k*1u)	Cano	el OK	



Simuler et vérifier que vous obtenez le même résultat pour la sortie Vout et Vout\_L



Dans cet exercice nous allons faire varier les valeurs du condensateur et visualiser les différentes courbes résultats.





 cliquer sur C1, clic droit et modifier la valeur 1u par {CAP}. C'est cette valeur qui va être paramétrer.

Capacitor - C1	
Manufacturer: Part Number: Type:	OK Cancel
Select Capacitor	
Capacitor Properties	
Capacitance[F]:	{CAP}
Voltage Rating[V]:	
RMS Current Rating[A]:	

Le paramétrage spice ne peut être fait que par une directive spice.

➢ Clic sur Directive spice <sup>∞p</sup>



- .step param CAP list 100n 300n 500n 1u
  - Lancer la simulation.

Sont alors affichés les 4 réponses pour les 4 valeurs de C1.



il est possible de ne visualiser qu'une réponse.

Choisir la courbe à afficher		
Select D	isplayed Steps	×
Step	CAP	
1	1e-007	
2	3e-007 5e-007	
4	1e-006	

Plot Settings	Simulation	<u>T</u> ools	Window
🧱 <u>V</u> isible Tra	ices		
🕰 Add trace		ı	Ctrl+A
👗 Delete Tra	aces		F5
🕜 Select Ste	ps		

Rajouter un commentaire en cliquant sur Aa pour expliquer le but du montage. Les commentaires apparaissent en bleu.

Mise en œuvre des directives .step et .measure

Vous pouvez visualiser les résultats des mesures

Pour plus de détail sur les différentes directives taper sur F1.

Sichier Edition Signat Options 2	
Publique d'aide Précédent Impri	
Rubliques a gide <u>riecedenic</u> impr	
L Contents S Index A Search	.MEASURE Evaluate User-Defined Electrical
- III .FUNC User Defined F	Functore
📑 .Ferret Download a Fil	
	There are two basic different types of
IC Set Initial Conditio	.MEASURE statements. Those that refer to a
INCLUDE Include Anc	point along the ordinate (the independent
- Include a Library	variable, i.e., the time axis of a .tran
LOADBIAS Load a Pre	analysis) and .MEASURE statements that refer
MEASURE Evaluate U	to a range over the ordinate axis. The first
MODEL Define a SPIC	version, those that point to one point on the
	ordinate axis, are used to print a data value
	or expression thereof at a specific point or
	when a condition is mot
OP	is yead.
PARAM Liser-Definer	IS used.
SAVE Limit the Quant	
SAVEBIAS Save Oper	Syntax: .MEAS[SURE] [AC DC OP TRAN TF NOISE]
- STEP Parameter Swei	<pre><name></name></pre>
	+ [ <find deriv param> <expr>]</expr></find deriv param>
Temperature S	+ [WHEN <expr>   AT=<expr>]]</expr></expr>
	+ [TD= <val1>]</val1>
- TRAN Do a Nonlinear	[ <rise fall cross>=[<count1> LAST]]</count1></rise fall cross>
,WAVE Write Selected	10 Transfer and the strength strength of the strength of th
🖻 🔟 Transient Analysis Options	
.TRAN Modifiers	Note one can optionally state the type of
	analysis to which the .MEAS statement
🕂 📃 startup	applies. This allows you to use certain .MEAS

## Transient Analysis :directive PWL (pwl.asc)

clic sur V1 . Choisir PWL, remplir les premiere case puis clic sur Additional PWL POINTS

dependent Voltage Source - V1 - Functions	-	Piece-wis	e Linear P [	3
O (none)		Time[s]	Value[V]	value:
O PULSE(V1 V2 Tdelay Trise Tfall Ton F	eriod Ncycles	0	15V	le on schematic:
SINE/Voffset Vamp Freg Td Theta Phi	Neveles)	1ms	15	
O EXP(/1 V2 Td1 Tau1 Td2 Tau2)		1.001ms	U	1
		2ms 2.001ms	15	1 × 100 - 1
SFFM(Vorr Vamp Fcar MDI Fsig)		4ms	15	litude: 10
PWL(t1 v1 t2 v2)		4.001ms	0	Phase:
		6ms	0	le on schematic:
time1[s]:	0	6.UU1ms	15	no on schemade.
value1[V]:	15V		7	
time2[s]:	1ms			
value2[V]:	15			
time3[s]:	1.001ms			ie on schematic.
value3[V]:	0	Right click abo	on a time or value	
time4[s]:	2ms	Insert Point	Cancel	
value4[V]:	0			
Additional Pw	'L Points	Delete Point		ОК
Make this information visible on s	chematic:			Coursel

Explication sur PWL : pwl permet de générer un signal quelconque. il suffit de préciser les couples de points de la courbe(Vi Ti)

Vname N1 N2 PWL(T1 V1 T2 V2 T3 V3 ...)

in which (Ti Vi) specifies the value Vi of the source at time Ti

Example:



En cas d'erreur de saisie, il est possible de modifier directement les paramètres en cliquant sur la ligne PWL sur le schéma.

### PWL(0 15V 1ms 15 1.001ms 0 2ms <del>0</del> 2.001ms 15 4ms 15 4.001ms 0 6ms 0 6.001ms 15)

Modifier les paramètres de simulation pour que la sortie parte condensateur non chargé. Simulate, Cmd Simulation Cmd, Transient.

Skip Initial operating point solution: 🗹

Si cette option n'est pas cochée, la simulation commence condensateur chargé. En effet avant de commencer la simulation, Spice calcule le point de fonctionnement (condensateur équivalent à un circuit ouvert, donc V(Vout)=V(Vin)) et démarre à partir de ce point de fonctionnement.

une autre solution aurait été de rajouter la directive .IC V(Vout)=0		
Edit Text on the Schemat	ic:	
How to netlist this text Comment SPICE directive	Left Vertical Text	OK Cancel
.ic V(Vout)=0		~
Type Ctrl-M to start a new line.		. : :

La directive .Ic permet de spécifier les tensions ou courant de démarrage.

Lancer la simulation et modifier les axes des abscisses et ordonnées pour obtenir le résultat suivant :



Utiliser un fichier comme source d'entrée :

Lancer bloc notes, et copier la ligne PWL.

Ď pwl.txt - Bloc-notes	
Fichier Edition Format Affichage ?	
0 15∨ 1ms 15 1.001ms 0 2ms 0 2.001ms 15 4ms 15 4.001m	s 0 6ms 0 6.001ms 15

> Enregistrer le fichier dans le fichier pwl.txt sous le rép tutoriel.

Clic droit sur la ligne PWL(....) et modifier la ligne

Enter new Value for V1	$\mathbf{X}$
Justification Left 🖌	OK Cancel
PWL(FILE⊨pwl.txt))	

- *Lancer la simulation et vérifier que l'on arrive au même résultat.*
- > Modifier la directive pour que le signal d'entrée soit répété indéfiniment.

#### PWL(repeat forever (FILE=pwl.txt) endrepeat)

Modifier le temps de simulation .tran 10 ms.
 Le motif d'entrée se répète .



Pour répéter 5 fois seulement le motif défini dans le fichier pwl.txt,il suffit de taper la ligne : **PWL(repeat for 5 (File=pwl.txt) endrepeat)** 

### lecture fichiers wav

filtre passe-haut appliqué à un fichier .wav
.wave OUTPUT_CAT.wav 16 44.1k V(out .tran 0 4 0 1e-4
;ac dec 50 1 1MEG
C1 in V1 10n R1 WAVEFILE=input.wav 10k AC 1

Il est possible de prendre pour stimulus d'entrée un fichier son au format wav. Nous allons appliquer un fichier input.wav à un filtre passe-haut RC.

- Créer le fichier wav.asc.
- *Récupérer un fichier wav et le placer dans le répertoire wav.*
- Insérer une source de tension qui va lire le fichier wav.
- Pour cela insérer dans DC value

#### WAVEFILE=nom\_fichier\_wav.wav

Voltage Source - V2		
DC value[V]: Series Resistance[Ω]:	WAVEFILE	OK Cancel Advanced

> Pour sauver le résultat de la simulation dans un fichier wav ,ajouter la directive spice. .wave OUTPUT\_CAT.wav 16 44.1k V(out)

Lancer la simulation en temporel.

10. Lire le fichier OUTPUT\_CAT généré. Conclure sur l'effet du filtre passe-haut.