

## Les premières commandes de Pspice sur des exemples simples

J'invite le lecteur à consulter le site pour des informations complémentaires.

Page d'accueil du site Internet :

[page d'accueil](#)

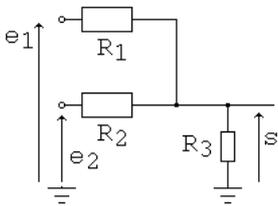
d'autres pdf, sur différents sujets :

[liste des PDF](#)

On se propose ici de se familiariser avec 3 analyses usuelles en électronique : OP, AC, TRAN. C'est en tant qu'électronicien qu'il faut raisonner : étude théorique du schéma, simulation, et interprétation quantitative des résultats. On donne 3 exemples pour commencer.

### 1. Un exemple de l'utilisation de .OP

Soit le schéma ci-dessous : On donne  $R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$  ;  $R_2 = 6,8 \text{ k}\Omega$  ;  $R_3 = 4,7 \text{ k}\Omega$ .



On désire connaître le potentiel continu en s quand  $e_1 = 1 \text{ V}$  et  $e_2 = 2 \text{ V}$

#### a) Etude théorique :

Le circuit étant un système linéaire, on peut appliquer le théorème de superposition :

La tension en s = contribution de la source  $e_1$  quand  $e_2$  est inactive + contribution de la source  $e_2$  quand  $e_1$  est inactive. Soit en posant  $R_{23} = R_2 // R_3$  et  $R_{13} = R_1 // R_3$ , on a :

$$s = e_1 \frac{R_{23}}{R_1 + R_{23}} + e_2 \frac{R_{13}}{R_2 + R_{13}}$$

L'application numérique donne :  $R_{23} \approx 2,78 \text{ k}\Omega$  ;  $R_{13} \approx 1,94 \text{ k}\Omega$  et par suite :

$$s \approx 1 \frac{2,78}{3,3 + 2,78} + 2 \frac{1,94}{6,8 + 1,94} \approx 0,457 + 0,444 = 0,901.$$

#### b) Simulation :

On place des tensions continues sur  $e_1$  et  $e_2$ .

On choisit la directive .OP pour cette analyse en continu.

Le fichier de sortie (.OUT) montre :

NODE	VOLTAGE	NODE	VOLTAGE	NODE	VOLTAGE
( 1 )	1.0000	( 2 )	2.0000	( 3 )	.9009

Le nœud n°1 est la source d'entrée 1.  
Le nœud n°2 est la source d'entrée 2.  
Le nœud n°3 est la sortie s.

```
circuit sommateur à résistances
* fichier circuit_R1R2R3.cir
V1 1 0 DC=1
V2 2 0 DC=2
R1 1 3 3.3k
R2 2 3 6.8k
R3 3 0 4.7k
.OP
.end
```

#### c) Interprétation :

V(1) et V(2) ont bien les valeurs des sources de tensions.

On retrouve en V(3) : 0,9009 V, soit la valeur calculée, aux arrondis près.

• Le fichier de sortie donne d'autres renseignements, comme les courants continus débités par chaque source :  
Le signe négatif s'explique par la convention utilisée par Pspice : quadripôle ou « égoïste » : tout ce qui sort est négatif.

VOLTAGE NAME	SOURCE CURRENT	CURRENTS CURRENT
V1		-3.004E-05
V2		-1.616E-04

• On peut vérifier le courant dans R3. Par loi des nœuds :  
30,04 μA + 161,6 μA = 191,64 μA, valeur que l'on retrouve par loi d'ohm en s : 0,9009 / 4,7k.

• Par curiosité, on peut également interpréter une autre information donnée dans le fichier de sortie :

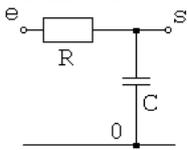
TOTAL POWER DISSIPATION 3.53E-04 WATTS

Par loi de Joule sur chaque résistance :

$$\begin{aligned}
 & 3,3 \text{ k}\Omega \times (30,04 \text{ }\mu\text{A})^2 \\
 + & 6,8 \text{ k}\Omega \times (161,6 \text{ }\mu\text{A})^2 \\
 + & 4,7 \text{ k}\Omega \times (191,64 \text{ }\mu\text{A})^2 \\
 \approx & 3 \text{ }\mu\text{W} + 177,6 \text{ }\mu\text{W} + 172,6 \text{ }\mu\text{W} = 353,2 \text{ }\mu\text{W}
 \end{aligned}$$

## 2. Un exemple de l'utilisation de .AC

Soit le schéma ci-dessous :



On donne R = 3,3 kΩ ; C = 10 nF.

On désire connaître la réponse harmonique de  $\frac{s(j\omega)}{e(j\omega)}$  et savoir dans quelle plage ce montage est assimilable à un intégrateur.

### a) Etude théorique :

En régime harmonique, la variable est la pulsation, ou la fréquence. On manipule les impédances complexes.

Le pont diviseur de tension s'écrit  $H(j\omega) = \frac{s(j\omega)}{e(j\omega)} = \frac{1/(jC\omega)}{R + 1/(jC\omega)} = \frac{1}{1 + j\omega\tau}$  avec  $\tau = RC$

On peut tracer  $20 \log |H(j\omega)|$  en s'aidant des asymptotes :

Pour  $\omega \rightarrow 0$ ,  $H(j\omega) \approx 1$ , donc 20 log du module est un plateau à 0 dB.

Pour  $\omega \rightarrow \infty$ ,  $H(j\omega) \approx 1/j\omega\tau$ , donc 20 log du module est une asymptote à -20 dB/décade.

L'intersection des asymptotes est à la pulsation  $1/\tau$ , c'est-à-dire à la fréquence  $1/(2\pi\tau)$ .

### b) Simulation :

La constante de temps est  $\tau = RC = 33 \text{ }\mu\text{s}$ .

Pspice utilise la **fréquence** (variable exploitée en électronique) et non la pulsation (plus usuelle en automatique).

La réponse harmonique doit être choisie dans une gamme de fréquence intéressante pour notre circuit : de part et d'autre de  $1/(2\pi\tau) = 4822 \text{ Hz}$  est judicieux. Par exemple de 100 Hz à 100 kHz.

Une résolution de 1000 points par décade est largement suffisante.

Le nœud n°1 est la source d'entrée.

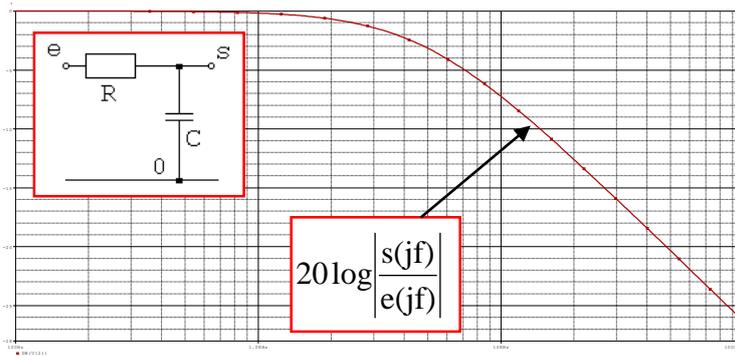
Le nœud n°2 est la sortie u<sub>C</sub>.

```

circuit R C
* fichier circuit_RC.cir

Ve 1 0 AC=1
R1 1 2 3.3k
C1 2 0 10n

.AC DEC 1000 100 100k
.probe
.end
    
```



**c) Interprétation :**

On retrouve le plateau à 0 dB en basse fréquence, et la pente à - 20 dB/décade (ou - 6dB/octave) en hautes fréquences.

Le curseur positionné à - 3 dB permet de vérifier la fréquence de cassure placée à 4822 Hz.

Trace Name	Y1
X Values	4.8195K
DB(V(2))	-2.9973

En effet, à la pulsation  $1/\tau$ , le complexe  $\frac{1}{1 + j\omega\tau}$  s'écrit  $\frac{1}{1 + j}$  dont le module vaut  $1/\sqrt{2}$ .

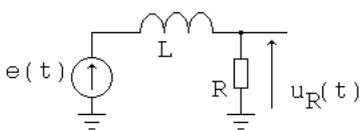
Le passage à - 3 dB est appelé la fréquence de coupure. Dans le cas d'un ordre 1, c'est la fréquence d'intersection des asymptotes placée à  $1/(2\pi\tau)$ .

Le circuit est assimilable à un intégrateur (dont la transmittance est  $\frac{1}{j\omega\tau}$ ) pour des fréquences supérieures à  $1/(2\pi\tau)$ .

Remarque :

on peut également tracer la phase par P(V(2)) : on reconnaît la courbe d'équation  $-\text{artg } \omega\tau$ , dont la traversée à  $-45^\circ$  se situe à la pulsation  $1/\tau$ , c'est-à-dire la fréquence 4822 Hz.

**3. Un exemple de l'utilisation de .TRAN**



Soit le schéma LR ci-contre.

On désire connaître la forme d'onde  $u_R(t)$  quand  $e(t)$  est un échelon de tension d'amplitude  $E_0 = 3 \text{ V}$ . Conditions initiales nulles.

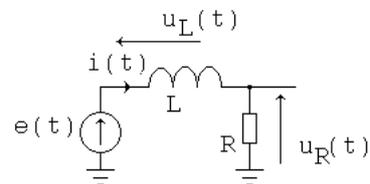
$R = 50 \Omega$ ,  $L = 1 \text{ mH}$ .

**a) Etude théorique :**

Fléchons courant, tension et écrivons toutes les lois électriques indépendantes :

$$e(t) = u_L(t) + u_R(t), \quad u_R(t) = R i(t) \quad u_L(t) = L di/dt$$

$$\text{Il vient : } L di/dt + R i(t) = e(t).$$



• On reconnaît une équation différentielle linéaire, dont la variable est  $i(t)$ , à coefficients constants, avec second membre. La résolution passe par 4 étapes : intégration de l'équation sans second membre, recherche d'une solution particulière, puis solution complète, et application de la condition initiale, ce qui aboutit à :  $i(t) = E_0 / R [ 1 - \exp(-t/\tau) ]$  pour  $t > 0$ , avec  $\tau = L/R$

$$\text{On déduit : } \underline{u_R(t) = E_0 [ 1 - \exp(-t/\tau) ].}$$

• On peut également résoudre en passant par les transformées de Laplace :

$$\text{On pose } E(p) = L\{e(t)\}, \quad S(p) = L\{s(t)\}, \quad I(p) = L\{i(t)\}$$

$$E(p) = U_L(p) + U_R(p) \quad U_R(p) = R I(p) \quad U_L(p) = L p I(p)$$

Il vient  $E(p) = (R + L p) I(p)$  d'où  $I(p) = \frac{E(p)}{R + Lp}$  avec  $E(p) = \frac{E_0}{p}$  soit  $I(p) = \frac{E_0}{p(R + Lp)}$ .

Par décomposition en éléments simples :  $I(p) = \frac{E_0}{R} \left( \frac{1}{p} - \frac{1}{(R/L + p)} \right)$ . En exploitant les tables de

transformées de Laplace, on retrouve :  $i(t) = E_0 / R [ 1 - \exp(-t/\tau) ]$  pour  $t > 0$ , avec  $\tau = L/R$

On déduit  $u_R(t) = E_0 [ 1 - \exp(-t/\tau) ]$ .

**b) Simulation :**

La constante de temps est  $\tau = L/R = 20 \mu s$ .

Pour faire l'échelon, on choisit une source pulse dont le front montant est de durée très brève (1 ns), et dont la durée à l'état haut de 3 V doit être bien supérieure à  $20 \mu s$  : on choisit  $200 \mu s$ . La période de répétition est de  $400 \mu s$ .

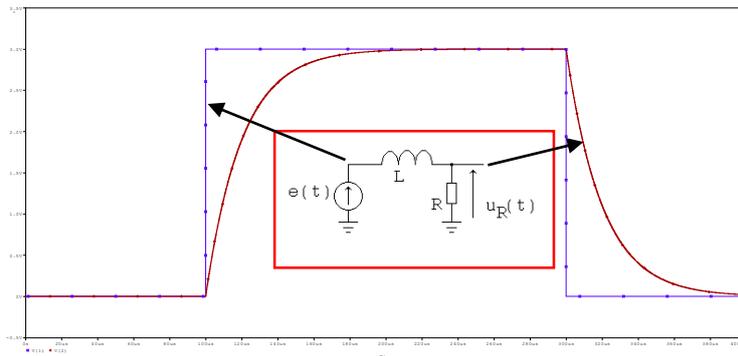
Le run doit montrer au moins une centaine de  $\mu s$  après le front, pour apprécier l'évolution de  $u_R(t)$  jusqu'à la valeur finale. On choisit  $400 \mu s$ , ce qui permet de visualiser également l'évolution de la sortie lors du front descendant.

On choisit de décaler l'instant de départ de l'échelon, pour une meilleure lisibilité d'une part, et pour vérifier qu'il n'y a pas d'influence d'éventuelles conditions initiales d'autre part. L'origine des temps est donc à  $100 \mu s$ .

Le nœud n°1 est la source d'entrée.

Le nœud n°2 est la sortie  $u_R(t)$ .

```
circuit L R
* fichier circuit_LR.cir
Ve 1 0 pulse (0 3 100u 1n 1n 200u 400u)
L1 1 2 1m
R1 2 0 50
.tran 10n 400u 0 10n
.probe
.end
```



**c) Interprétation :**

La sortie commence à 0 V, valeur de la condition initiale.

L'évolution de  $u_R(t)$  suit une loi en  $[ 1 - \exp(-t/\tau) ]$ . Pour vérifier la valeur numérique de  $\tau$ , on peut appliquer la méthode des 63 % : à  $t = \tau$ , le terme  $[ 1 - \exp(-t/\tau) ]$  vaut 0,63.

Il suffit de placer le curseur à 63 % de l'évolution de  $u_R(t)$ , soit 1,89 V.

On a bien le passage à 1,89 V de V(2)  $20 \mu s$  après le front de V(1). On a ainsi vérifié la valeur de  $\tau$ .

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
	X Values	120.005u	100.000u	20.005u
CURSOR 2	V(1)	3.0000	2.4000u	3.0000
CURSOR 1	V(2)	1.8966	330.405p	1.8966

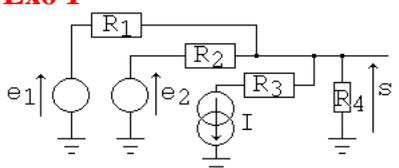
**Remarque :**

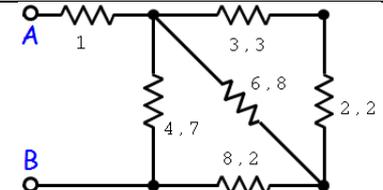
après la simulation, on peut demander le tracé de la courbe :  $3*(1-\exp(-(\text{time}-100e-6)/20e-6))$

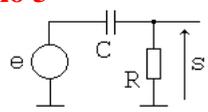
on est en parfaite coïncidence avec V(2), pour  $t$  dans  $[ 100 \mu s ; 300 \mu s ]$ ,

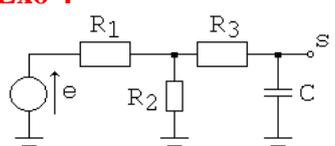
ce qui confirme l'équation  $E_0 [ 1 - \exp(-t/\tau) ]$ .

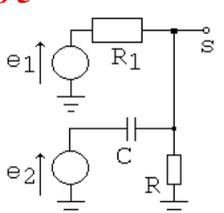
Si vous avez du courage : appliquez la même démarche (théorie, simulation, interprétation chiffrée) pour les montages suivants :

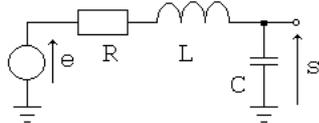
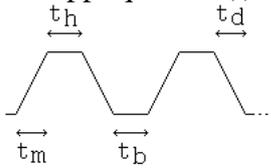
<p><b>Exo 1</b></p> 	<p>Soit le schéma ci-contre. On désire connaître le potentiel continu en s quand : <math>e_1 = 1 \text{ V}</math>, <math>e_2 = 2 \text{ V}</math>, <math>I = 1 \text{ mA}</math>. Calculer, simuler, interpréter. On donne : <math>R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega</math> ; <math>R_2 = 6,8 \text{ k}\Omega</math> ; <math>R_3 = 4,7 \text{ k}\Omega</math> ; <math>R_4 = 2,2 \text{ k}\Omega</math>.</p>
---	---

<p><b>Exo 2</b></p> <p>On désire connaître la résistance équivalente entre les nœuds A et B. Calculer, simuler (quelle analyse faire ?), interpréter.</p>	
---	---

<p><b>Exo 3</b></p> 	<p>Soit le schéma ci-contre. On désire savoir dans quelle plage ce montage est assimilable à un dérivateur. Calculer, simuler, interpréter. On donne : <math>R = 4,7 \text{ k}\Omega</math> ; <math>C = 2,2 \text{ nF}</math>.</p>
---	--

<p><b>Exo 4</b></p> 	<p>Soit le schéma ci-contre. Calculer la forme d'onde <math>s(t)</math> quand <math>e(t)</math> est un échelon de tension d'amplitude <math>E_0 = 3 \text{ V}</math>. Conditions initiales nulles. On donne : <math>R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega</math> ; <math>R_2 = 6,8 \text{ k}\Omega</math> ; <math>R_3 = 4,7 \text{ k}\Omega</math> ; <math>C = 100 \mu\text{F}</math>. Simuler, interpréter.</p>
--	--

<p><b>Exo 5</b></p> 	<p>Soit le schéma ci-contre. La source <math>e_1(t)</math> est une tension continue de <math>2 \text{ V}</math>. La source <math>e_2(t)</math> est une sinusoïde d'amplitude <math>1 \text{ V}</math>, de fréquence <math>30 \text{ kHz}</math>. On veut connaître <math>s(t)</math> en régime établi : Calculer, simuler, interpréter. On donne : <math>R = 4,7 \text{ k}\Omega</math> ; <math>C = 2,2 \text{ nF}</math> ; <math>R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega</math></p>
---	--

<p><b>Exo 6</b></p> <p>Soit le circuit RLC ci-dessous, dont la transmittance <math>S(p)/E(p)</math> est :</p> $\frac{1}{\frac{p^2}{\omega_0^2} + \frac{2z}{\omega_0}p + 1}$ 	<p>On donne : <math>R = 500 \Omega</math> ; <math>L = 200 \text{ mH}</math> ; <math>C = 1,2665 \text{ nF}</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• par identification, donner : <math>f_0</math>, (<math>= \omega_0/2\pi</math>), sa fréquence propre sans amortissement, <math>z</math>, son coefficient d'amortissement réduit, en déduire <math>f_R</math>, sa fréquence de résonance.</li> <li>• On applique en <math>e(t)</math> un signal périodique dont la forme est :   <ul style="list-style-type: none"> <li>temps de montée : <math>t_m = 30 \mu\text{s}</math></li> <li>temps de descente : <math>t_d = 30 \mu\text{s}</math></li> <li>temps à l'état haut : <math>t_h = 20 \mu\text{s}</math></li> <li>temps à l'état bas : <math>t_b = 20 \mu\text{s}</math></li> <li>niveau haut = <math>1 \text{ V}</math></li> <li>niveau bas = <math>-1 \text{ V}</math>.</li> </ul> </li> </ul> <p>On veut connaître <math>s(t)</math> en régime établi. Calculer, simuler, interpréter.</p>
---	---

articles 1 à 43 : sur le livre

**Tableau récapitulatif des articles PDF disponibles sur ce site**

n°	titre	lien présentation	lien direct article
	Guide d'installation et d'emploi simplifié	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
44	Exemples basiques et des exercices...	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
45	Un exemple de circuit passif	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
46	Un oscillateur Colpitts	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
47	Compensation en fréquence des amplificateurs opérationnels	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
48	Un amplificateur à transistors bipolaires	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
49	Une bascule D Flip Flop CMOS	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
50	Une porte XOR à transistors MOS	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
51	Un VCO à 12 transistors MOS	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
52	Une PLL à moins de 20 transistors MOS	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
53	Un oscillateur à résistance négative	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
54	Une charge électronique	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
55	Un amplificateur en classe C	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
56	Le monostable 74 123	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
57	Un amplificateur en classe D	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
58	Le transformateur en linéaire	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
59	La loi d'ohm thermique	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
60	Le transformateur en non linéaire	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
61	Robustesse d'un oscillateur en anneau	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
62	Une alimentation stabilisée	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
63	Modélisation d'un haut-parleur	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
64	Un synthétiseur de fréquence	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
65	Un ampli audio de Sparkfun	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
66	Simulation logique et analogique	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
67	Un oscillateur à relaxation	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
68	Lecteur de TAG RFID 125 kHz	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
69	Diagramme de l'œil avec Pspice	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
70	Un amplificateur hautes fréquences	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
71	Une bizarrerie enfin expliquée...	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
72	Comprendre le paramétrage de la FFT	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
73	La relation de Bennett	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
74	Simuler un circuit à plus de 20 transistors avec PSpice Eval	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
75	Une horloge biphasé sans recouvrement	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
76	Quelques simulations sur la diode	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
77	Un ampli classe A, avec transformateur de sortie	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
78	Des stimuli pour PSpice	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
79	Simuler le TL431 : zener ajustable	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
80	Un ADC flash	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
81	Une chaîne d'acquisition : S&H, ADC, DAC	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
82	Un amplificateur 50 MHz	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
83	Un dérivateur non inverseur	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
84	Un amplificateur bipolaire avec push pull CMOS	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
85	Rôle des répéteurs logiques dans un circuit intégré	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
86	Un driver logique CMOS pour charge 50 ohms	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
87	Des triggers de Schmitt et des applications	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
88	Un filtre gaussien analogique	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
89	Un générateur de bruit rose	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>

90	Un anémomètre à fil chaud : simulation comportementale	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
91	Un oscillateur à pont de Wien stabilisé par CTN	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
92	L'emballement thermique d'une diode	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
93	Les puissances dans un amplificateur	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
94	Asservissement de puissance dans une résistance	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
95	Asservissement de la puissance émise par une antenne radio	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
96	Un driver de LED de puissance	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
97	Exploiter Pspice pour simuler des filtres numériques	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
98	Un filtre en cosinus surélevé avec Pspice	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
99	Effet de la température sur un amplificateur en classe A	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
100	Un amplificateur à transistors JFET et bipolaires	<a href="#">présentation</a>	<a href="#">document PDF</a>
<b>Supplément, hors article :</b>			
<b>mon cours « Electronique pour les communications numériques », <a href="#">polycopié couleur 201 pages en pdf</a></b>			

[retour à l'écran d'accueil de ce site](#)