

Seminario 3: Lenguaje de Simulación SPICE

SPICE : *Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis*

- Se desarrolló en la Universidad de California (Berkeley), y su versión SPICE1 (Fortran) es de 1973
- La primera versión en C y entorno gráfico (X-Windows) es SPICE3 1989
- Sintaxis básica común entre todas las versiones
- Diferentes empresas de semiconductores lo adaptaron (codigo abierto) a sus necesidades
- Las versiones comerciales más populares:
 - **PSPICE** (orig MicroSim, OrCAD, Cadence). Primera versión (1984) para PC, con versión de evaluacion (*Student Version*). Contiene alteraciones del modelo original, siendo muy usado por las compañías de componentes electrónicos.

- **HSPICE** (orig Meta, Synopsys). Pensado para funcionar en mainframes. Los fabricantes de silicio (foundries) lo emplean para ajustar elaborados modelos (BSIM).
- Se suelen distinguir tres aspectos:
 1. *Netlist* : Elementos que componen el circuito, conexionado y modelos
 2. *Analyses* : Pruebas a realizar
 3. *Representación* : Visualización y Medida de resultados

Aunque las dos primeras suelen ser muy compatibles, la representación es muy dependiente del software empleado.

Bibliografía

- www.wikipedia.org
- www.gte.us.es/~chavez/doc/spice.pdf
- www.freedra.org/doc/SPICE/spice.pdf

Netlist

- Fichero de entrada en texto plano (*ASCII*)
- No se diferencia entre mayúsculas y minúsculas (*case insensitive*)
- Lenguaje orientado a línea (80 caracteres)
 - `+` : es el caracter de continuación (primer carácter línea)
 - `*` : línea de comentario (primer carácter línea)
 - La primera línea es el título y la última *.END*
 - *.INCLUDE "filename"* : permite insertar ficheros
- Descripción nodal
 - la conexión del elemento es mediante nodos
 - los nodos pueden ser números (consecutivos o no) y/o cadena de caracteres
 - El nodo `0` es la referencia de tensiones del circuito (siempre debe de existir)
 - la solución son las **tensiones nodales** y las **corrientes de las fuentes de tensión**

Las cantidades se pueden expresar mediante: enteros, flotantes, formato exponencial o exponencial literal:

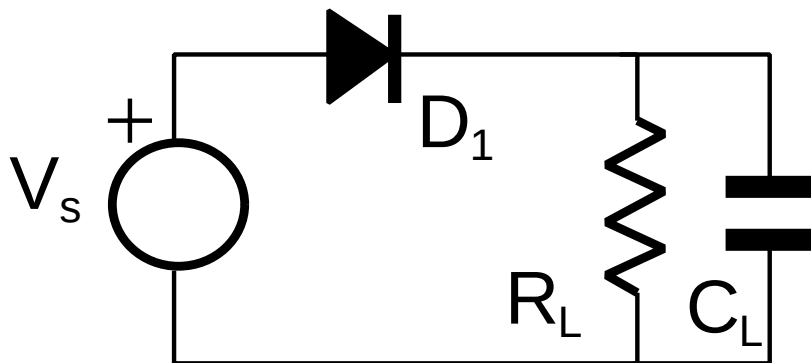
$$1500 = 1.5e3 = 15e2 = 1.5k$$

$k = 10^{+3}$	$m = 10^{-3}$
$meg = 10^{+6}$	$u = 10^{-6}$
$g = 10^{+9}$	$n = 10^{-9}$
$t = 10^{+12}$	$p = 10^{-12}$
	$f = 10^{-15}$

■ Una línea de elemento está compuesta por:

- **identificador del elemento** : cuya primera letra determina el tipo de elemento
- **nodos** entre los que se conecta
- **valor** de los parámetros

Ejemplo:



Circuito Rectificador

*BAS521, NXP Semiconductors

*Single high-voltage switching diode

*VRRM=300V, IFRM=1A @ tp=1ms trr=50ns

.MODEL BAS521 D IS=7.219E-9 N=2 BV=310

+ IBV=0.0001 RS=0.63 CJO=4.074E-13

+ VJ=0.6538 M=0.05409 FC=0.5 TT=2.1987E-8

+ EG=0.69 XTI=2

Vs 1 0 dc 12 sin(0, 12, 50)

D1 1 2 bas521

RL 2 0 120

CL 2 0 100u

.end

Veamos algunos componentes:

■ Resistencia

Rxxx n1 n2 valor

Ejemplo: R1 1 2 1kohm

■ Condensador

Cxxx n+ n- valor [IC=initial]

Ejemplo: C10 12 23 100pf ic=0v

■ Inductor

Lxxx n+ n- valor [IC=initial]

Ejemplo: L4 0 21 10uH ic=10mA

■ Diodo

Dxxx na nk d_model

■ Bipolar

Qxxx nc nb ne bjt_model

■ Mosfet

Mxxx nd ng ns nb mos_model

■ Fuente independiente

- de tensión *Vxxx n+ n- wave*
- de intensidad *Ixxx n+ n- wave*

Pudiendo ser la forma de onda:

• DC waveform

DC val

• PULSE waveform

PULSE v1 v2 td tr tf pw per

• SIN waveform

SIN vm va freq td theta

• EXP waveform

EXP v1 v2 td1 tau1 td2 tau2

• PWL waveform

PWL t1 v1 t2 v2 t3 v3 t4 v4 . . .

■ Fuente dependiente (lineal)

- VCCS *Gxxx n+ n- nc+ nc- gain_mho*
- VCVS *Exxx n+ n- nc+ nc- gain_av*
- CCCS *Fxxx n+ n- vmeas gain_ai*
- CCVS *Hxxx n+ n- vmeas gain_ohm*

Análisis

- **análisis OP**

Resolución estática (regimen permanente) del circuito.

OP

- **análisis DC**

Resolución estática de un circuito, para diferentes valores de una fuente de tensión/corriente (característica estática)

DC name ini last step

- **análisis AC**

Resolución en frecuencia, en pequeña señal del circuito (linealizado en el OP). Debe existir al menos una fuente independiente, cuya excitación senoidal de frecuencia variable se considera la entrada.

AC dec/lin nstep f_ini f_last

- **análisis TRAN**

Resolución en el tiempo (*transient*), del circuito (sistema de ecuaciones diferenciales). Pueden especificarse condiciones iniciales para simular transitorios.

TRAN tstep tstop

Representación de resultados

■ PRINT value/s

Permite imprimir un valor o un vector, una vez realizado un análisis.

- $V(n1)$ permite acceder a la tensión de un nodo
- $V(n1,n2)$ permite acceder a la tensión entre dos nodos
- $I(Vname)$ permite acceder a la corriente por una fuente

■ PLOT value/s

Permite realizar una gráfica con las variables de salida

Software WinSpice

Versión WIN32 del Berkeley Spice3f4

- admite librerías *PSpice*
- admite modelos *BSIM3* y *BSIM4*
- permite generar ventanas de representación
- versión “Shareware”

Control Window

```

C:\tmp\sim\prac-eb\wspice3.exe
File Edit Settings Help
Note: can't find init file.
*****
WinSpice © Copyright 1996-2002 Mike Smith. All Rights Reserved.

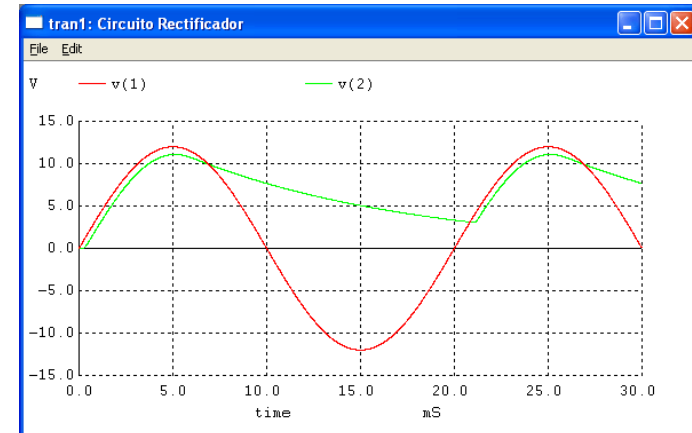
Version: 1.04.00
Built : Aug 3 2002 17:56:39

Shareware version of WinSpice. For non-commercial use only.
Please read the file 'license.txt' for conditions of use.
*****
WinSpice 1 -> source drec.cir
Reading .\drec.cir
NOTE: This is a Spice2 circuit file
Spice3 commands added:-
.control
destroy all
set units=degrees
.endc

Circuit: Circuito Rectificador

WinSpice 2 -> tran 10u 30m
Transient analysis ... 100%
WinSpice 3 -> plot v(1), v(2)
WinSpice 4 -> _
  
```

Plot Window



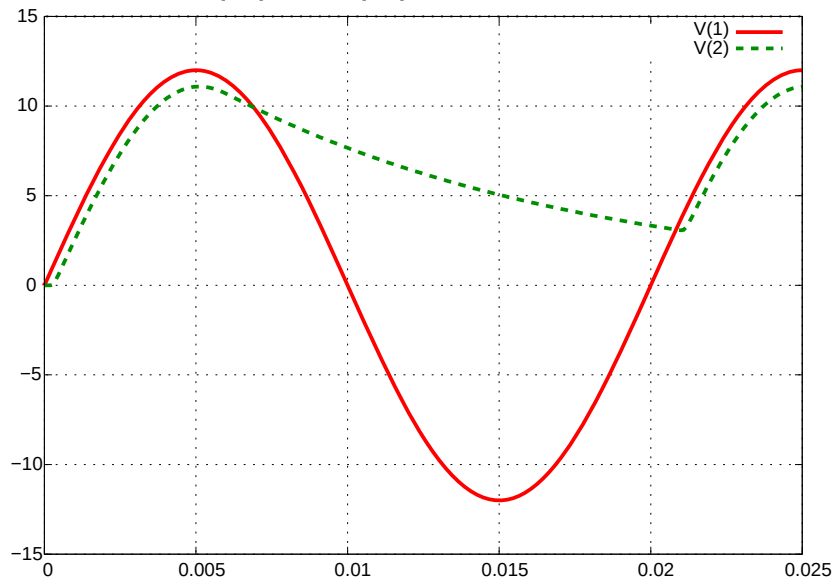
Disponible en el apartado **Documentos**

Veamos algunos análisis y representación ■ para el circuito de la pagina 4

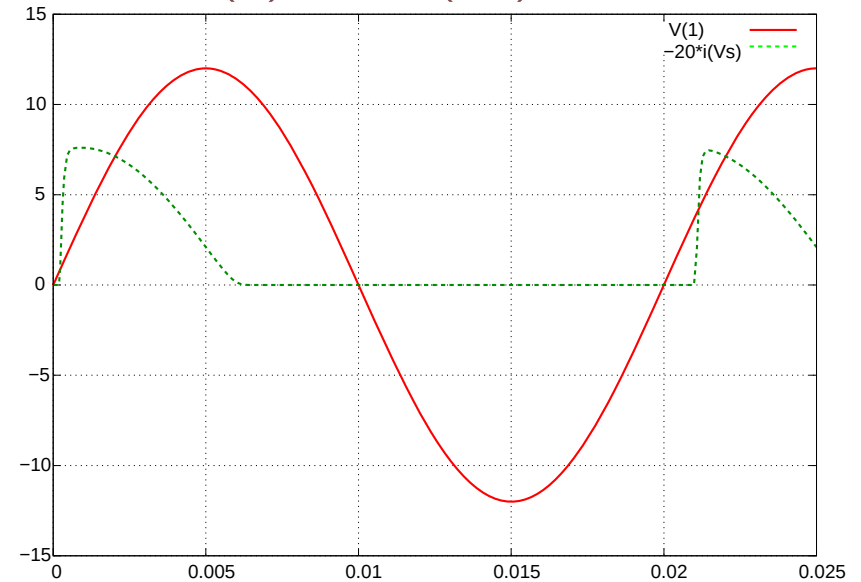
■ OP
PRINT ALL

$v(1) = 1.200000e+01$
 $v(2) = 1.109467e+01$
 $i(vs) = -9.24556e-02$

■ TRAN 100u 25m
PLOT V(1), V(2)



■ PLOT V(1), -20*i(Vs)



■ SET NOPAGE=1
PRINT V(1), V(2) > kk.txt