



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA,  
SISTEMAS INFORMÁTICOS Y AUTOMÁTICA

# Electrónica de Potencia

(Especialidad de Electricidad)

## PRÁCTICA 1

### DETERMINACIÓN DE LA THD Y EL FACTOR DE POTENCIA MEDIANTE PSpICE Y SIMPOWERSYSTEM

#### 1. Introducción

Toda función periódica que cumple ciertas propiedades puede ser descompuesta en una suma infinita de senos y cosenos, denominada “desarrollo en serie de *Fourier*”:

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} C_n \sin(n\omega t + \phi_n) \quad \text{Donde: } C_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2} \text{ y } \phi_n = \text{tg}^{-1}\left(\frac{a_n}{b_n}\right)$$

Cuyos coeficientes pueden calcularse mediante las expresiones:

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos(n\omega t) dt \quad \text{y} \quad b_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin(n\omega t) dt$$

La distorsión del armónico n-ésimo se define como:

$$D_n = \frac{C_n}{C_1}$$

Y la Distorsión Armónica Total (THD):

$$THD = \sqrt{D_2^2 + D_3^2 + D_4^2 + \dots}$$

El Factor de Potencia en función de la THD, para fuente sinusoidal y carga no lineal, viene dado por:

$$PF = \frac{I_{1\text{ RMS}}}{\sqrt{I_{med}^2 + I_{1\text{ RMS}}^2 (1 + (THD)^2)}} \cos \phi_1$$

Tanto *PSpice* como *SimPowerSystem* permiten calcular cada una de las componentes del desarrollo, así como la THD y por tanto el Factor de Potencia.

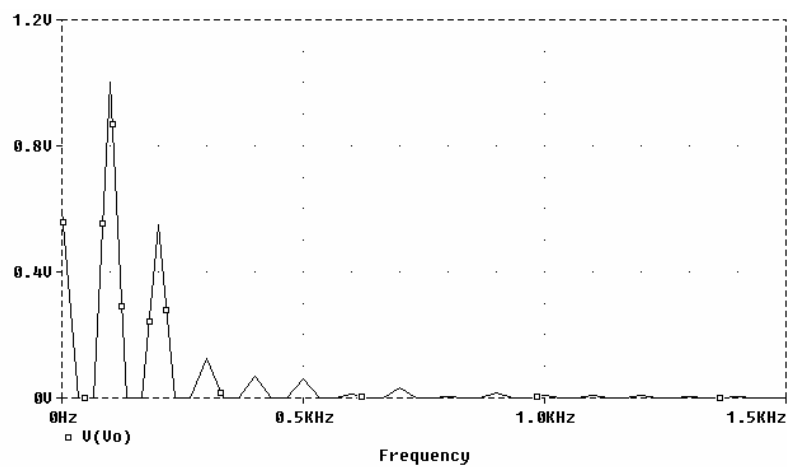
Para PSpice se accede al análisis *Transient*, se abre la ventana *Output File Options*, se habilita el casillero *Perform Fourier Analysis*, y se especifica la frecuencia del fundamental (*Center Frequency*), el número de armónicos a calcular, junto con la/s variable/s de salida sobre la/s que se quiere realizar dicho análisis.

Una vez realizada la simulación y ejecutado *Probe*, se puede observar el espectro de *Fourier* activando el icono correspondiente a *FTT (Fourier)*, y añadiendo las señales cuyo espectro se desee estudiar (*Trace – Add*). El valor de la Distorsión Armónica Total puede observarse en el fichero de salida *out* generado por *PSpice*, así como los valores de los armónicos y sus desfases.

Las figuras siguientes muestran un ejemplo de la interpretación de los resultados obtenidos mediante *Pspice*. Los parámetros configurados en este caso son:

Frecuencia central: 100 Hz

Variables de salida: V(Vo)



Espectro de la señal obtenido mediante Probe.

En el fichero de salida *out* (*File-Examine Output*) se obtienen los resultados numéricos:

```

****      FOURIER ANALYSIS              TEMPERATURE =   27.000 DEG C
*****
FOURIER COMPONENTS OF TRANSIENT RESPONSE U(Vo)
DC COMPONENT =   5.975527E-01

HARMONIC  FREQUENCY  FOURIER  NORMALIZED  PHASE  NORMALIZED
NO        (HZ)      COMPONENT COMPONENT  (DEG)   PHASE (DEG)
1      1.000E+02    9.989E-01  1.000E+00  -2.716E-02  0.000E+00
2      2.000E+02    5.469E-01  5.475E-01  -9.001E+01  -8.998E+01
3      3.000E+02    1.257E-01  1.259E-01  -1.798E+02  -1.798E+02
4      4.000E+02    6.934E-02  6.941E-02  -9.014E+01  -9.011E+01
5      5.000E+02    5.839E-02  5.845E-02  -1.797E+02  -1.796E+02
6      6.000E+02    1.048E-02  1.049E-02  -9.110E+01  -9.107E+01
7      7.000E+02    2.997E-02  3.000E-02  -1.795E+02  -1.795E+02
8      8.000E+02    3.771E-03  3.775E-03  9.275E+01  9.277E+01
9      9.000E+02    1.510E-02  1.512E-02  -1.794E+02  -1.794E+02

TOTAL HARMONIC DISTORTION =   5.701287E+01 PERCENT

```

Columna 1: número de armónico.

Columna 2: frecuencia del armónico.

Columna 3: valor absoluto de la amplitud del armónico.

Columna 4: valor relativo respecto a la componente fundamental.

Columna 5: fase absoluta en grados sexagesimales.

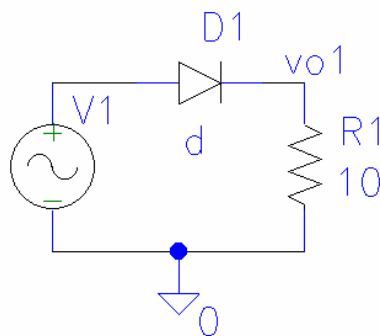
Columna 6: fase relativa respecto a la componente fundamental.

Para SimPowerSystem se puede realizar el mismo cálculo, mediante el bloque *powergui* (Power Graphical User Interface) de la librería *powerlib*, o mediante los bloques *Total Harmonic Distorsion* y *Fourier* dentro de *Extra Library/Measurements*.

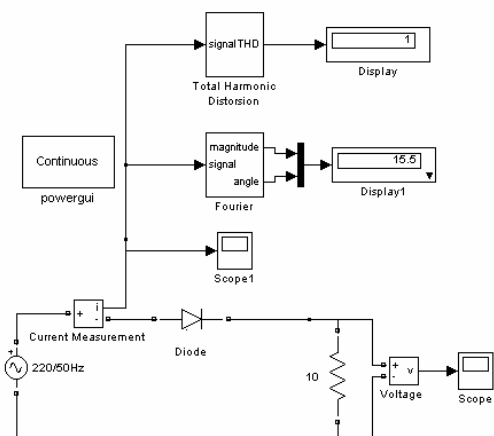
## 2. Procedimiento práctico

En esta práctica se van a estudiar diversos montajes de rectificadores monofásicos de media y de onda completa.

### 1<sup>er</sup> Caso: Rectificador monofásico de media onda con carga resistiva.

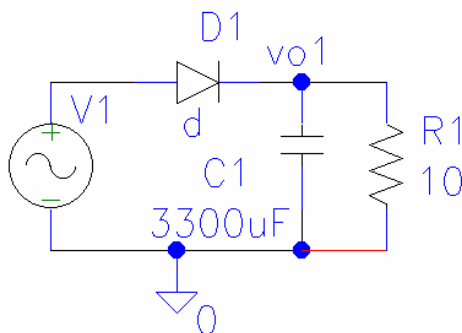


a) Circuito para PSpice.

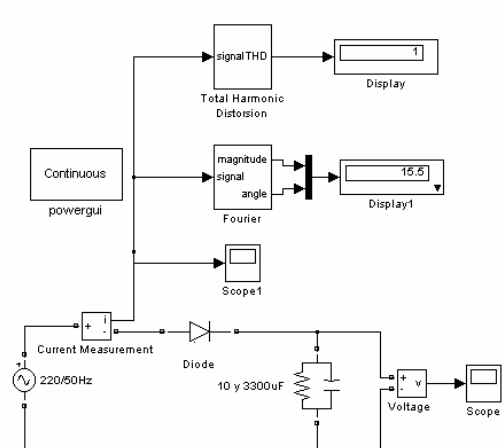


b) Circuito para SimPowerSystem.

### 2º Caso: Rectificador monofásico de media onda con carga RC paralelo.

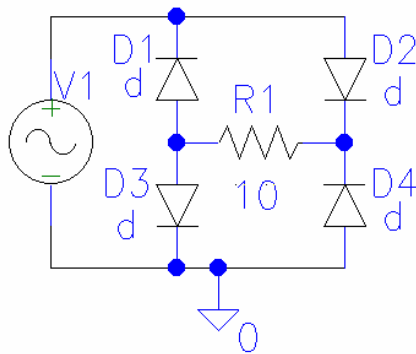


a) Circuito para PSpice.

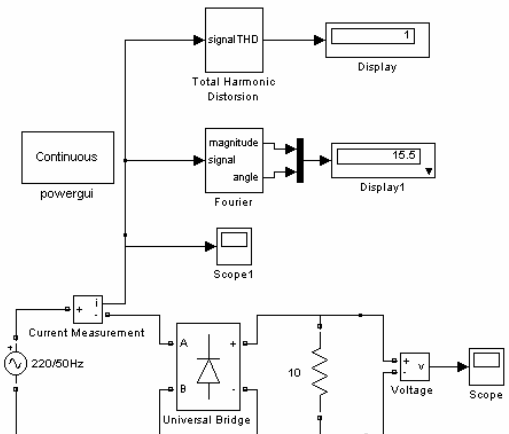


b) Circuito para SimPowerSystem.

**3<sup>er</sup> Caso:** Rectificador monofásico de onda completa con carga resistiva.

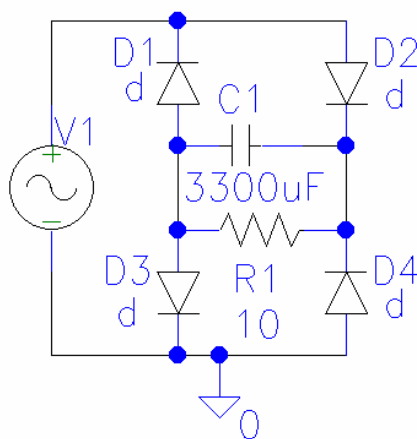


a) Circuito para PSpice.

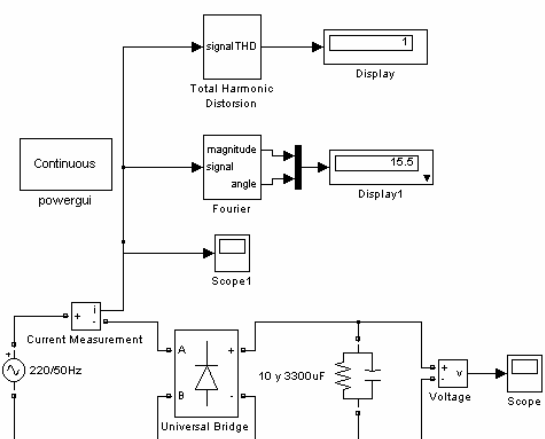


b) Circuito para SimPowerSystem.

**4<sup>o</sup> Caso:** Rectificador monofásico de onda completa con carga RC paralelo.



a) Circuito para PSpice.



b) Circuito para SimPowerSystem.

## 2.1 Análisis mediante PSpice

En todos los casos se han de realizar los siguientes análisis:

- Transitorio de 40ms.
- Análisis de Fourier sobre la corriente de la fuente de excitación, con frecuencia del fundamental 50Hz y para cinco armónicos.

Para todos los circuitos se deben emplear diodos genéricos Dbreak con modelo *DMOD D* ( $I_s=2.22E-15$   $BV=1500$ ), siendo los parámetros de tensión y frecuencia de la fuente de excitación los correspondientes a la red eléctrica.

## 2.1 Análisis mediante SimPowerSystem

Para las cuatro simulaciones, se establecerán los parámetros que aparecen en la ventana de la figura 1, dentro de *Simulation/Configuration parameters*.

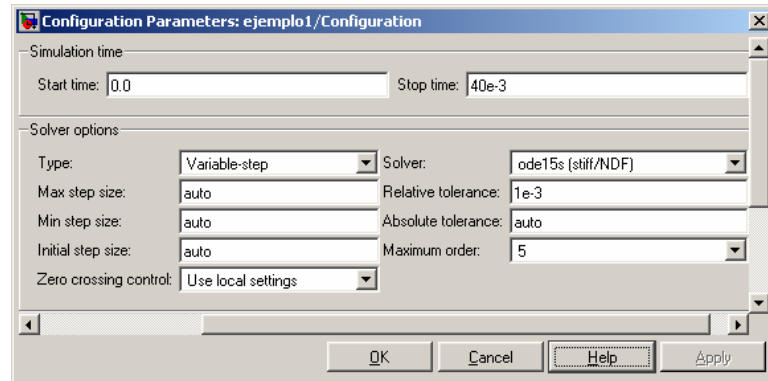
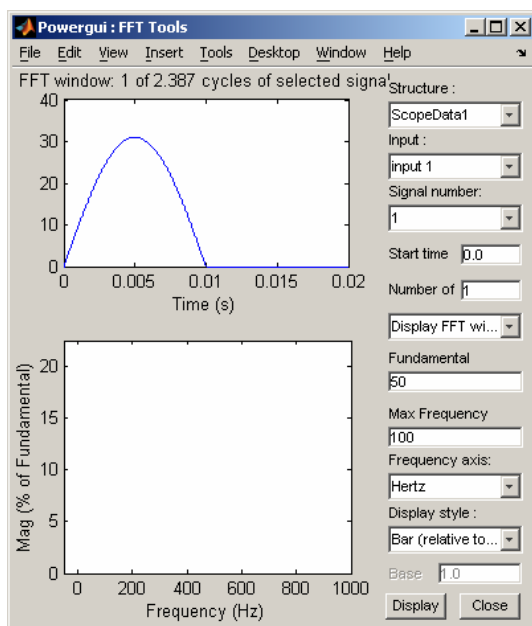
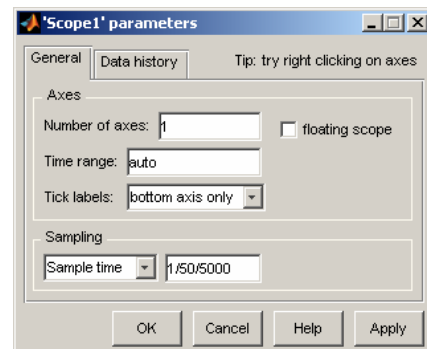
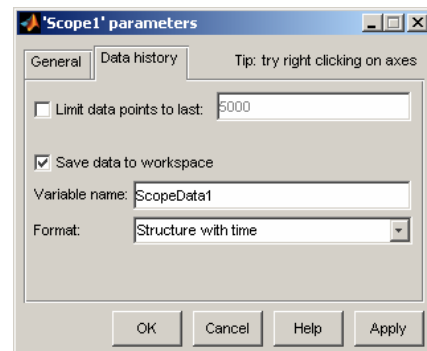


Fig. 1 Configuración de parámetros para la simulación con SimPowerSystem.



a) Ventana de la FFT de Powergui.



b) Ventana de parámetros del Scope1.

### Objetivos:

- Determinar para los cuatro circuitos, la THD y el Factor de Potencia.
- Comparar los cuatro casos en términos de la THD, nivel de continua y Factor de Potencia.