



Universidad de Oviedo

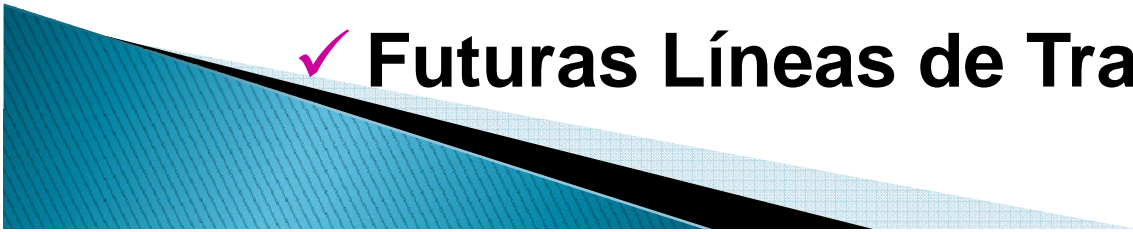
Seminario de Electrónica de Potencia
09 de Abril de 2010

**Determinación de los efectos de la
potencia en los modelos de pequeña
señal de lámparas fluorescentes**

Autor: Ramón E. Díaz Fernández

Tutores: Javier Ribas Bueno – Antonio J. Calleja Rodríguez

Índice

- ✓ **Introducción**
 - ✓ **Modelado de Lámparas de Descarga**
 - ✓ **Procedimiento de medida**
 - ✓ **Modelado dinámico de inversores resonantes**
 - ✓ **Ejemplo de Aplicación**
 - ✓ **Resultados Experimentales**
 - ✓ **Conclusiones**
 - ✓ **Futuras Líneas de Trabajo**
- 
- A decorative graphic element in the bottom-left corner, consisting of a blue triangle with a fine grid pattern, a black triangle, and a light blue triangle.

El trabajo de investigación forma parte del proyecto:

Objetivo del proyecto “ CEDIL”:

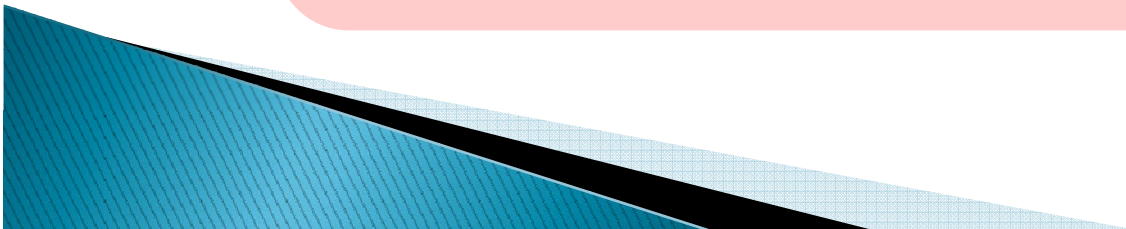
El estudio de las características eléctricas de las lámparas fluorescentes orientado a la obtención de parámetros que permitan distinguir los diferentes modelos entre sí, independientemente de las condiciones ambientales y del grado de envejecimiento de la lámpara

Los Objetivos del Trabajo de Investigación son:

Obtención de las características experimentales de pequeña señal a diferentes potencias de funcionamiento

Particularización para una lámpara fluorescente compacta

Obtención del modelo de pequeña señal en función de la potencia

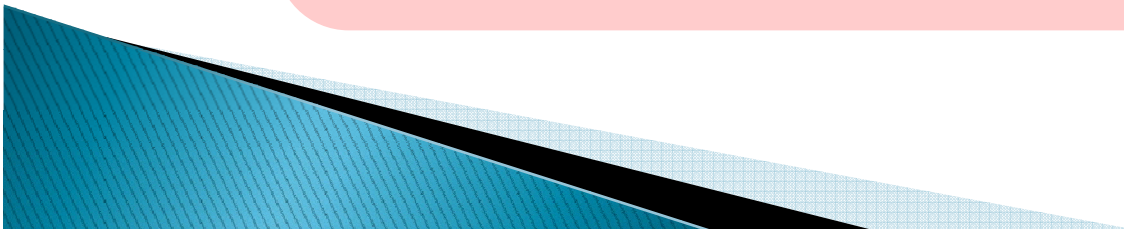


Los Objetivos del Trabajo de Investigación son:

Búsqueda de expresiones matemáticas para el ajuste óptimo del modelo

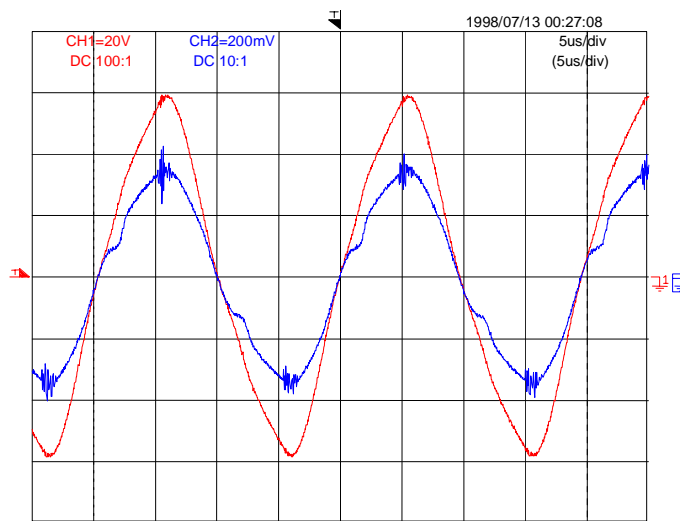
Estudio del margen de estabilidad por el método de promediado generalizado

Comprobación experimental de los resultados teóricos obtenidos



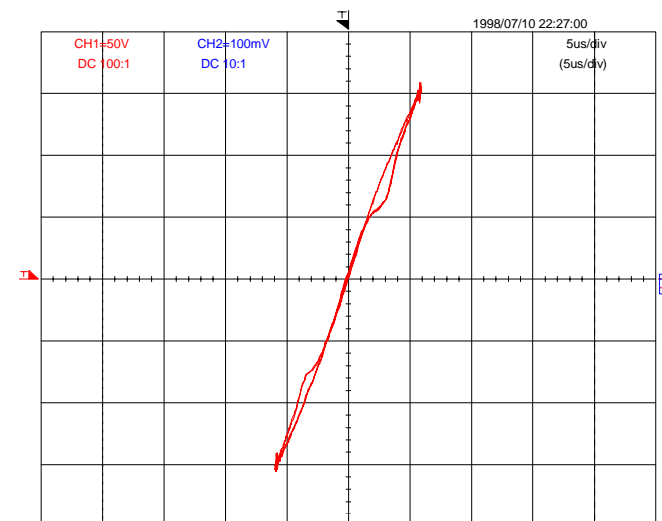
Características eléctricas de las lámparas de descarga: generalidades

Formas de onda de alta frecuencia



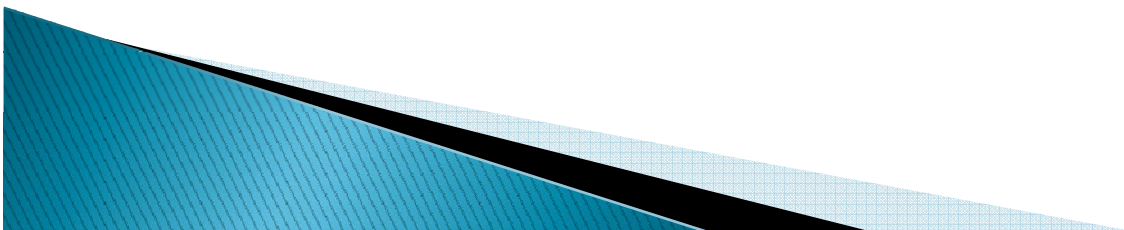
Canal 1: 20 V/div

Canal 2: 200 mA/div



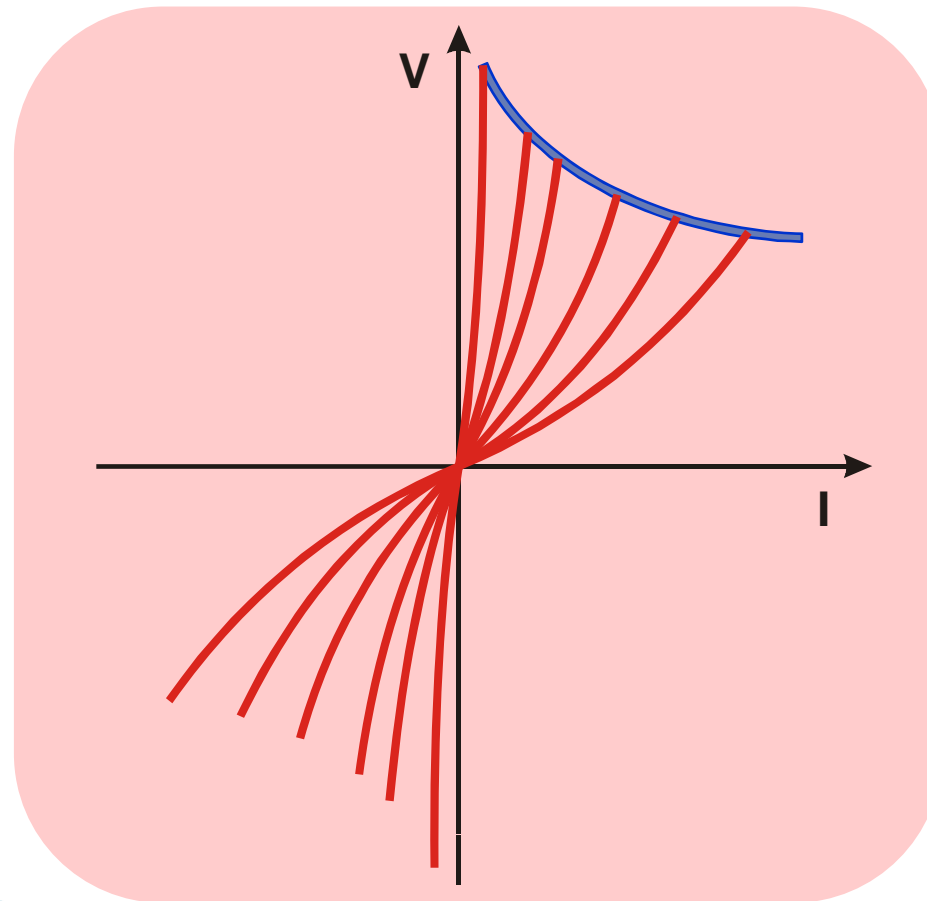
Canal 1 (Eje X): 50 V/div

Canal 2 (Eje Y): 100 mA/div



Características eléctricas de las lámparas de descarga: generalidades

Formas de onda de alta frecuencia



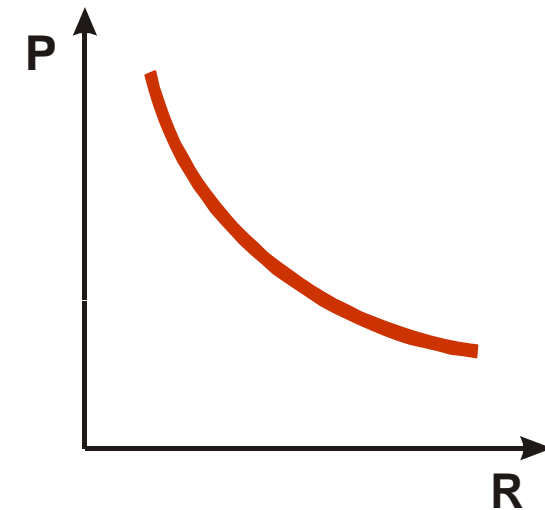
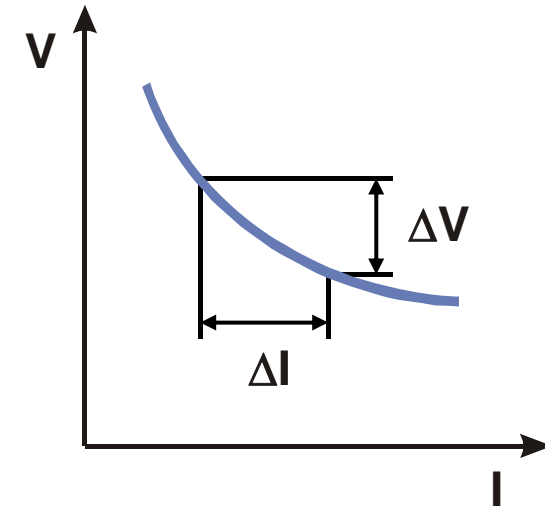
Impedancia incremental
negativa

$$Z_L = \frac{\Delta V}{\Delta I} < 0$$

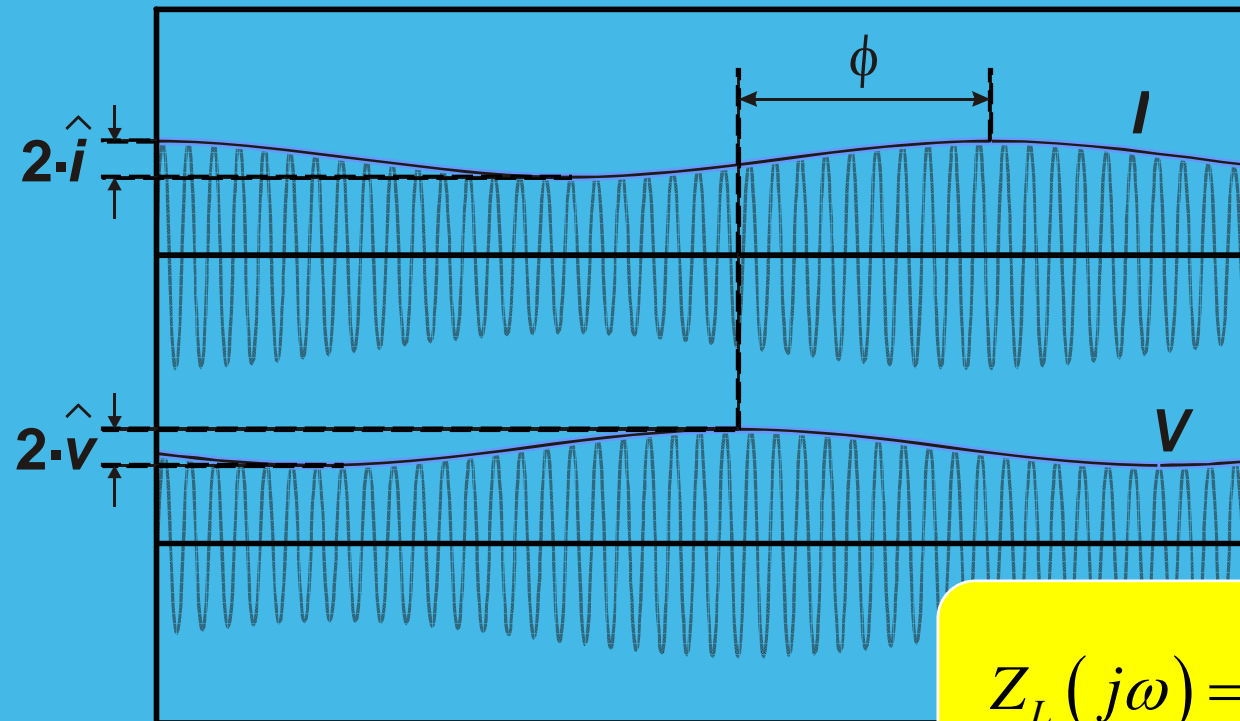
Necesario limitar
la corriente

Mayor variación de tensión a
corriente baja

A mayor potencia menor
resistencia equivalente



Modelos de pequeña señal: introducción



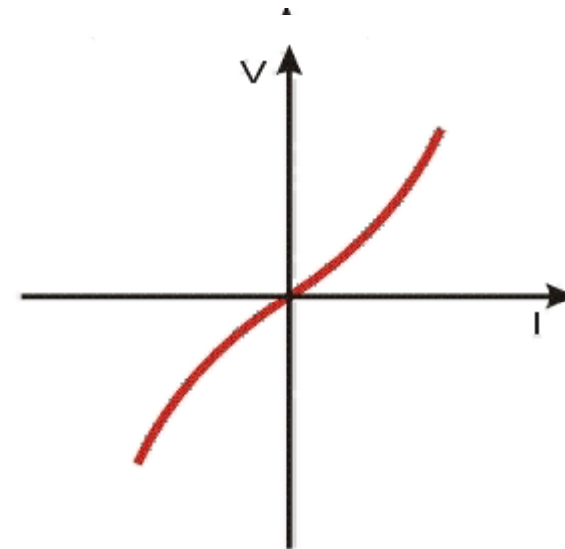
$$Z_L(j\omega) = \frac{\hat{v}}{\hat{i}}$$

Modelos de pequeña señal

Resistencia variable

$$R_{LAMP} = f(P_{LAMP}, t)$$

**Impedancia incremental
función de la
frecuencia de
perturbación**



**Frecuencia de
perturbación media**

Respuesta en frecuencia típica de la impedancia

- A baja frecuencia resistencia negativa
- A alta frecuencia resistencia positiva

$$Z_l(s) = k \cdot \frac{\frac{s}{z} + 1}{\frac{s}{p} + 1}$$

Polo en semiplano negativo

$$p > 0$$

Cero en semiplano positivo

$$z < 0$$

Término constante

$$k < 0$$

Modificaciones al modelo de Deng y Cuk

Realizando un cambio de variable en el modelo de Deng y Cuk

$$\hat{P} = \frac{I}{2} \hat{v} + \frac{V}{2} \hat{i}$$

$$\hat{R} = \frac{1}{I} \hat{v} - \frac{V}{I^2} \hat{i}$$

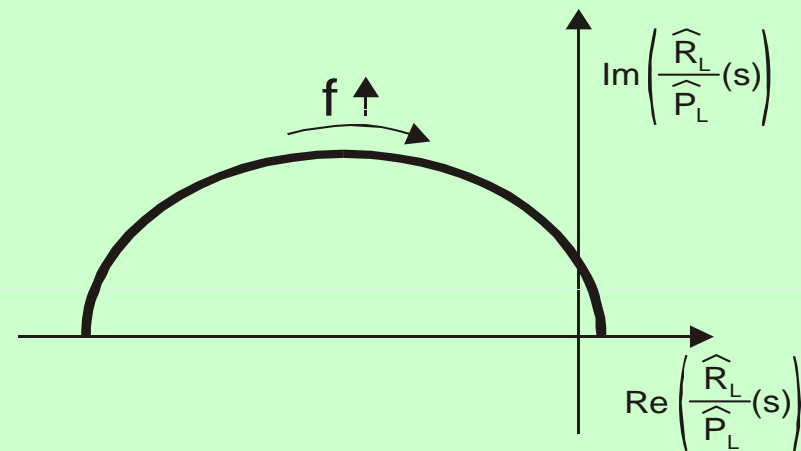
$$\frac{\hat{R}}{\hat{P}} = \frac{1}{I^2} \cdot \frac{k - R_0}{k + R_0} \cdot \frac{s \cdot \frac{k - R_0}{k - R_0} \cdot \frac{z}{p} + 1}{\frac{k + R_0}{k + R_0} \cdot \frac{s \cdot \frac{z}{k + R_0} \cdot \frac{p}{p} + 1}$$

Modificaciones al modelo de Deng y Cuk

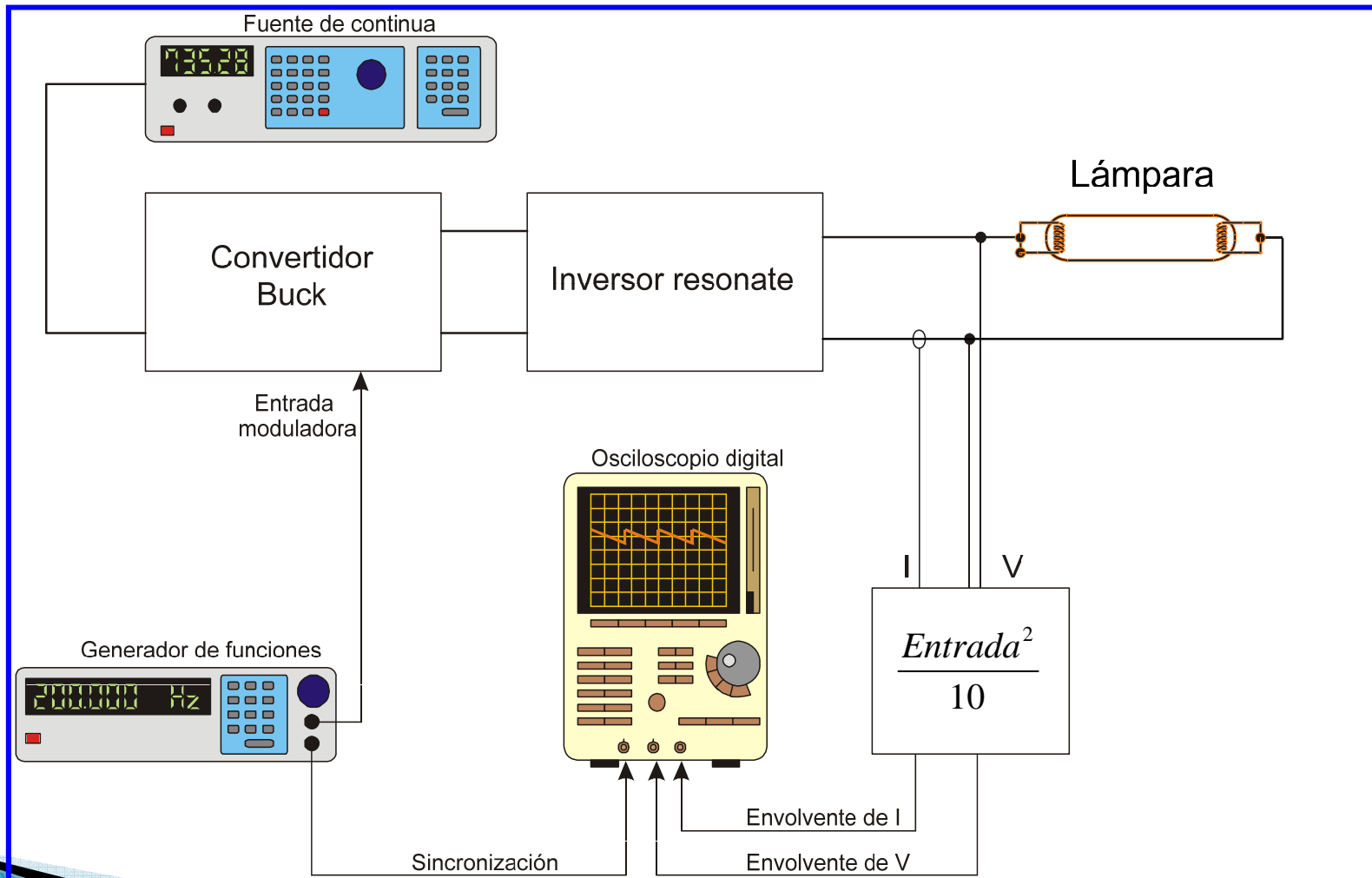
Definiendo las constantes

$$k' = \frac{1}{I^2} \cdot \frac{k - R_0}{k + R_0} \quad z' = \frac{k - R_0}{\frac{z}{k} - \frac{R_0}{p}} \quad p' = \frac{k + R_0}{\frac{z}{k} + \frac{R_0}{p}}$$

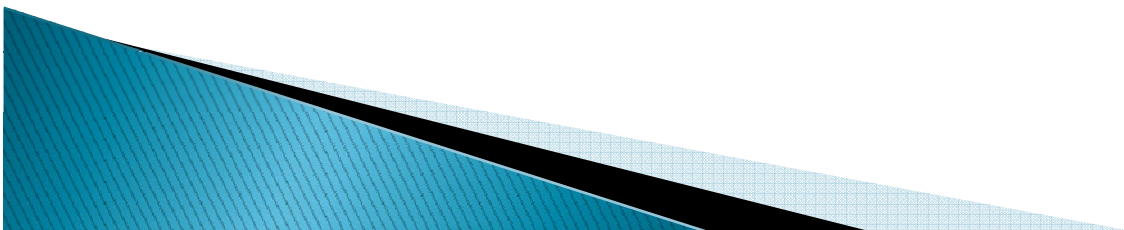
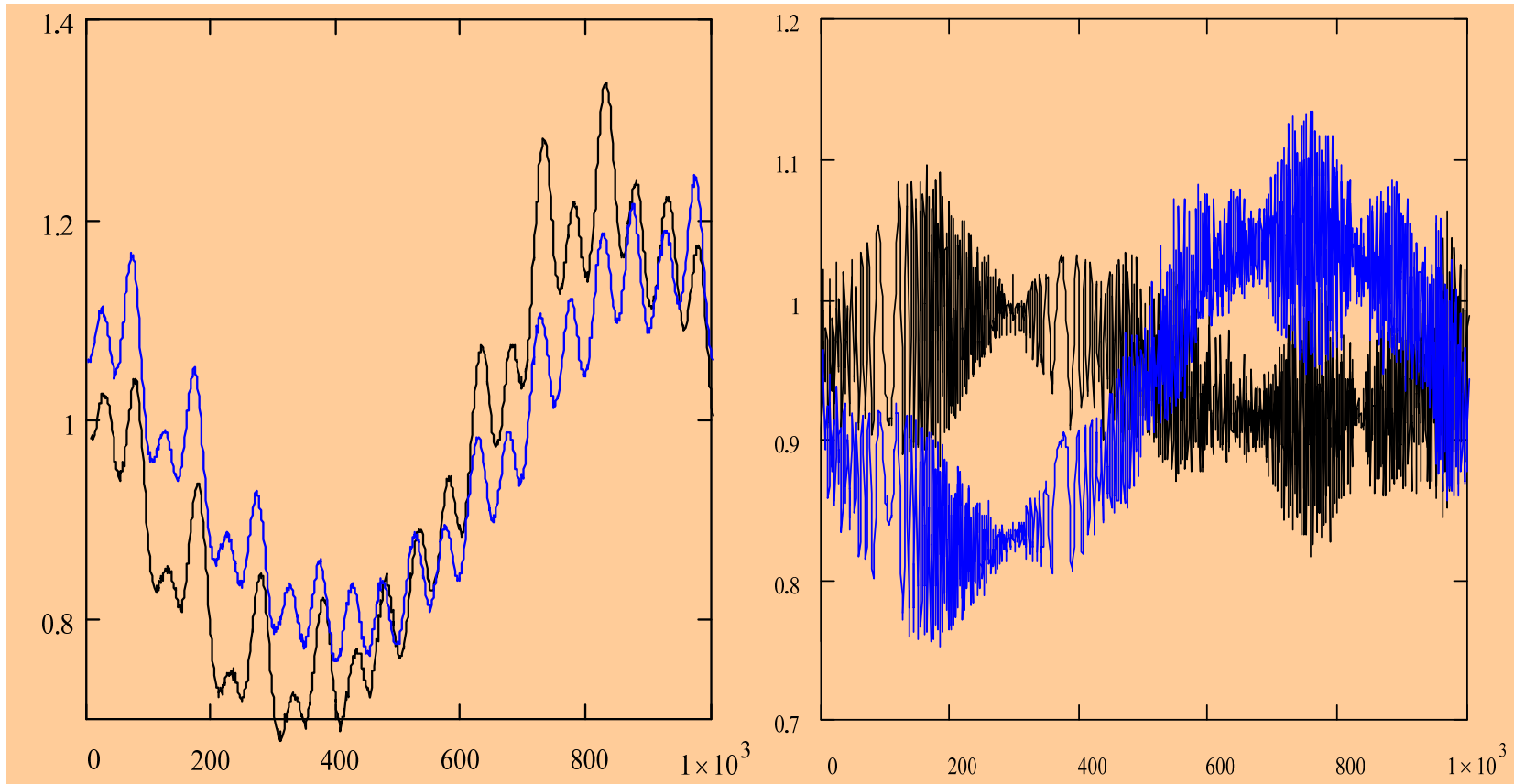
$$\frac{\hat{R}}{\hat{P}}(s) = k' \cdot \frac{\frac{s}{z'} + 1}{\frac{s}{p'} + 1}$$



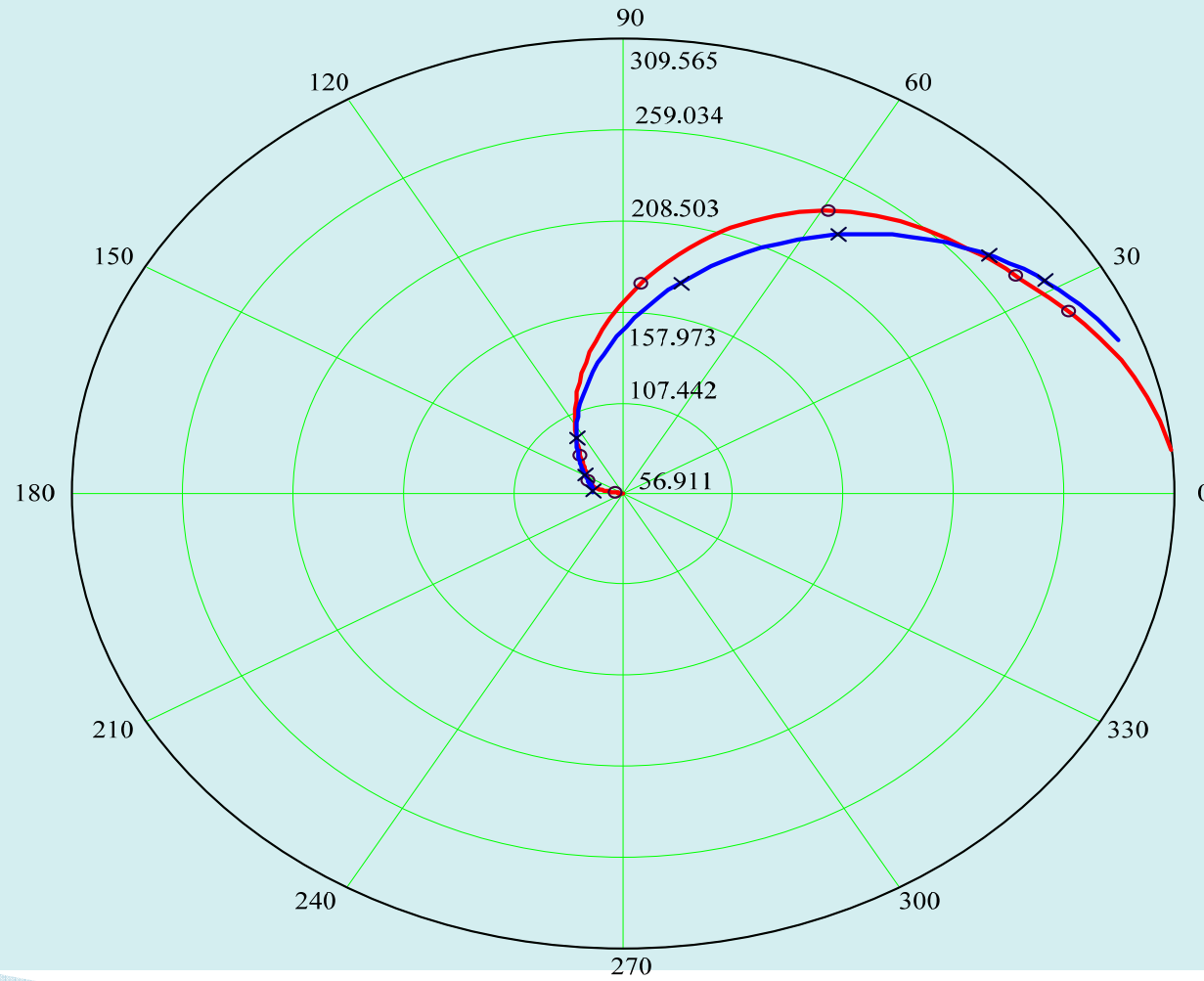
Banco de Ensayos



Secuencia empleada

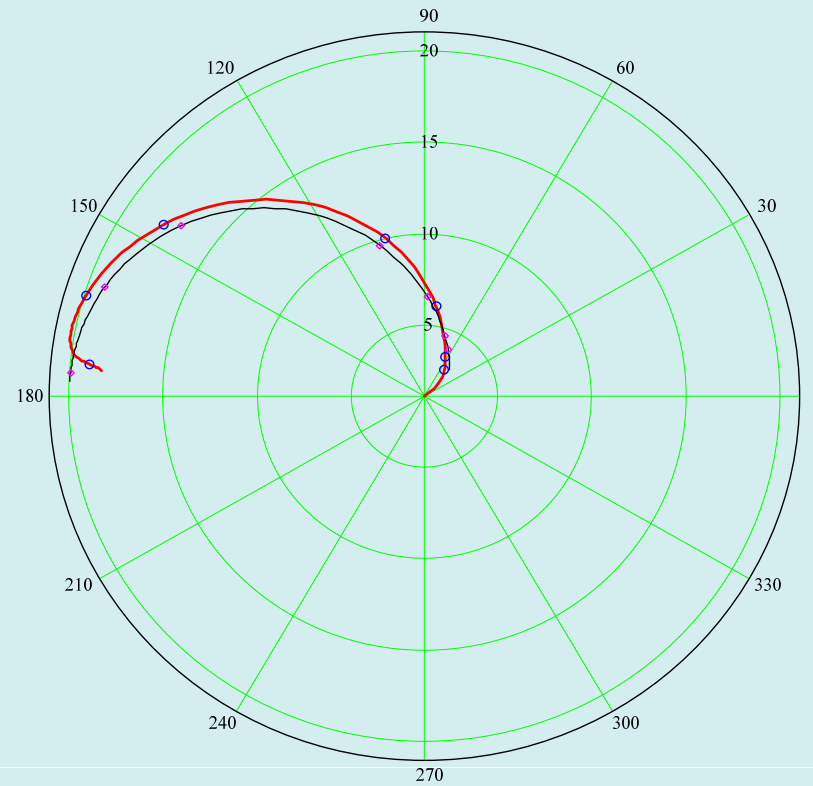


Modelos de pequeña señal tensión – corriente

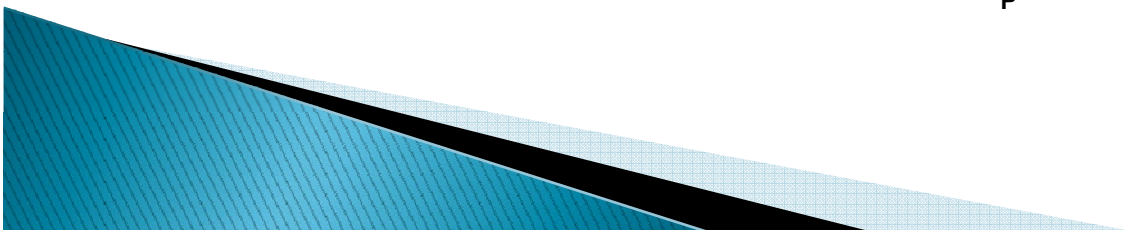
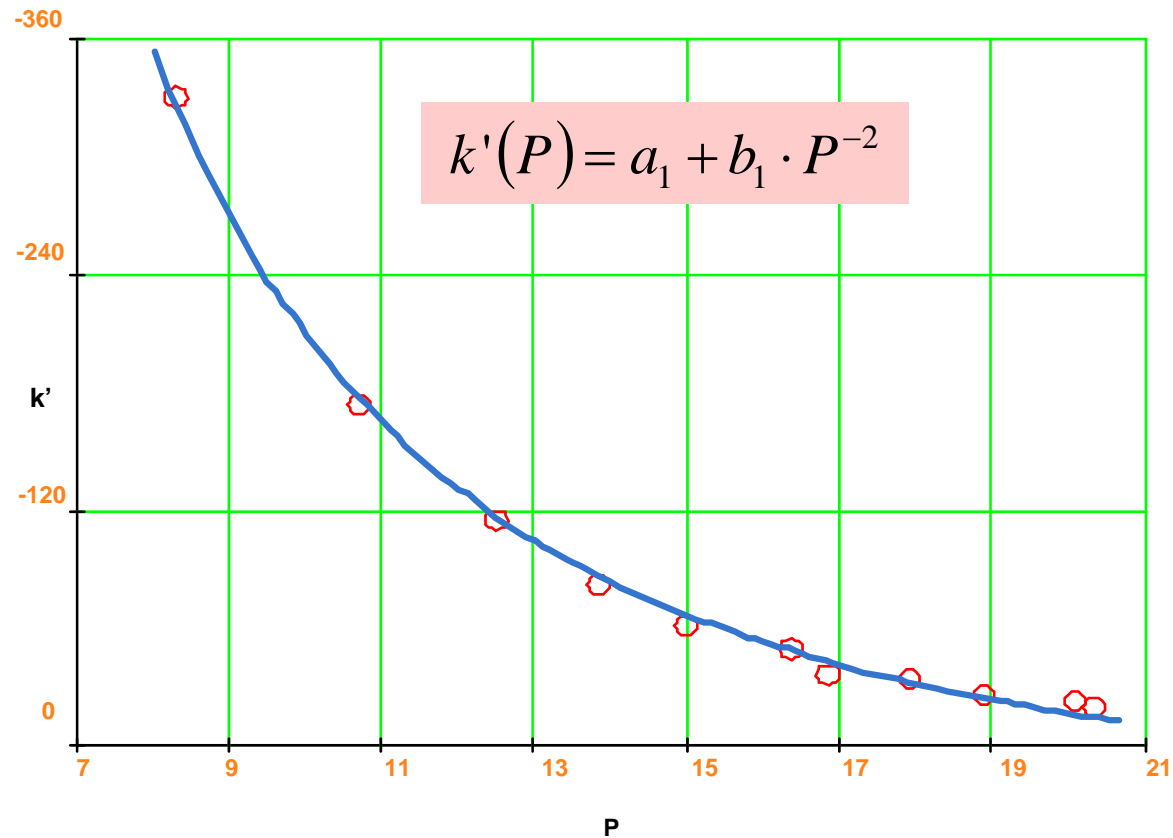


Modelos de pequeña señal Resistencia-Potencia

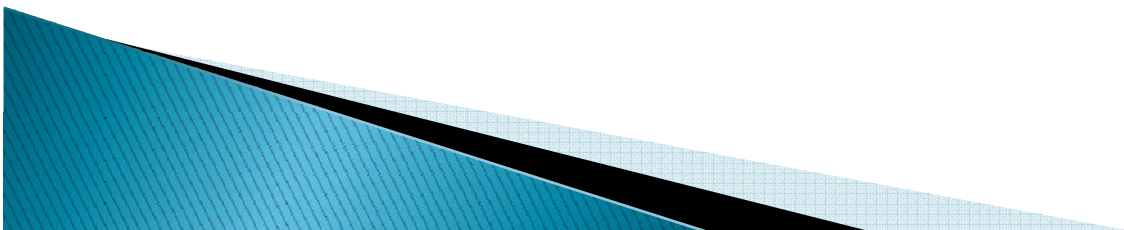
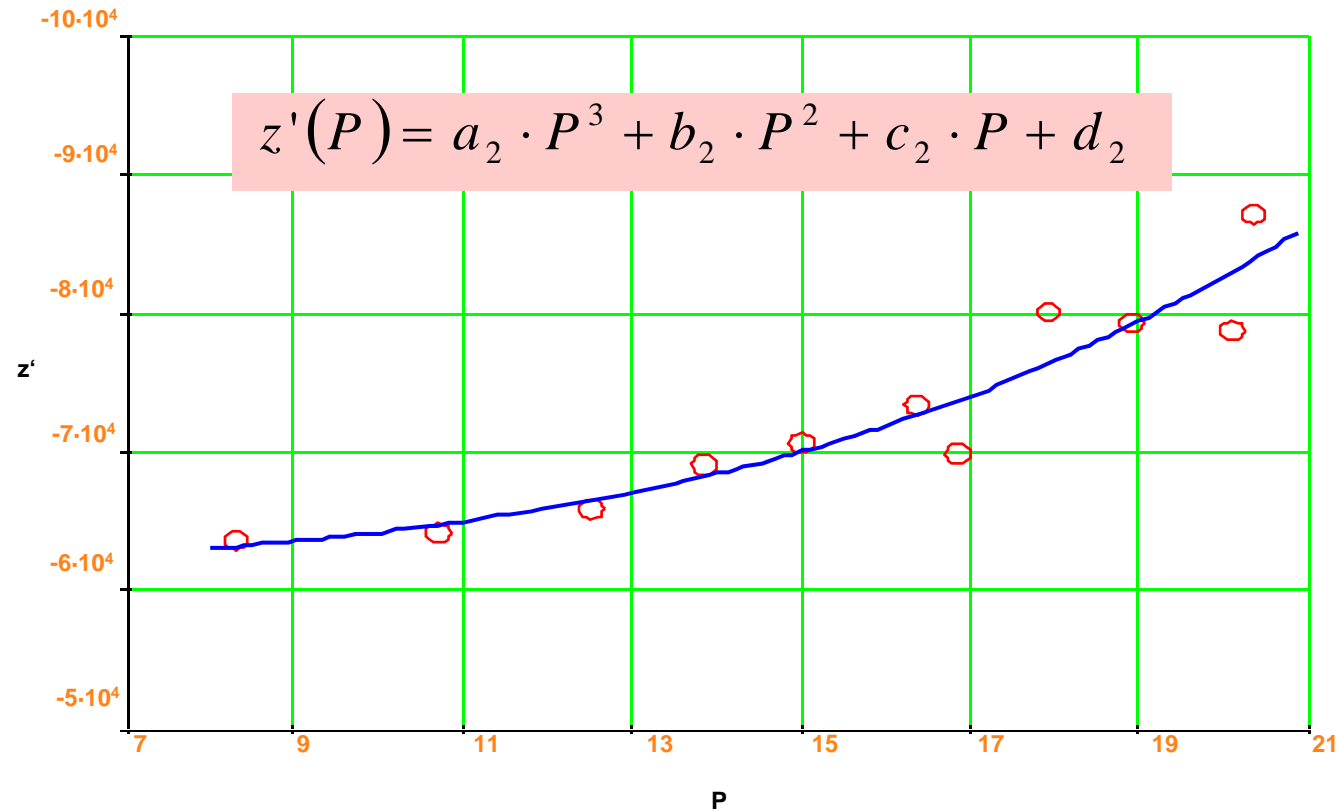
De idéntica forma que en el caso anterior se obtiene:



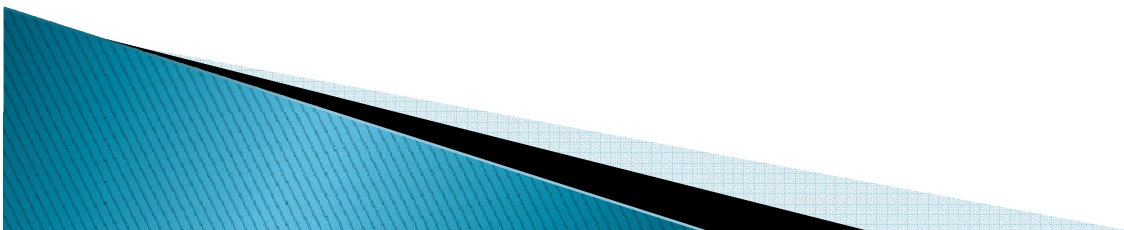
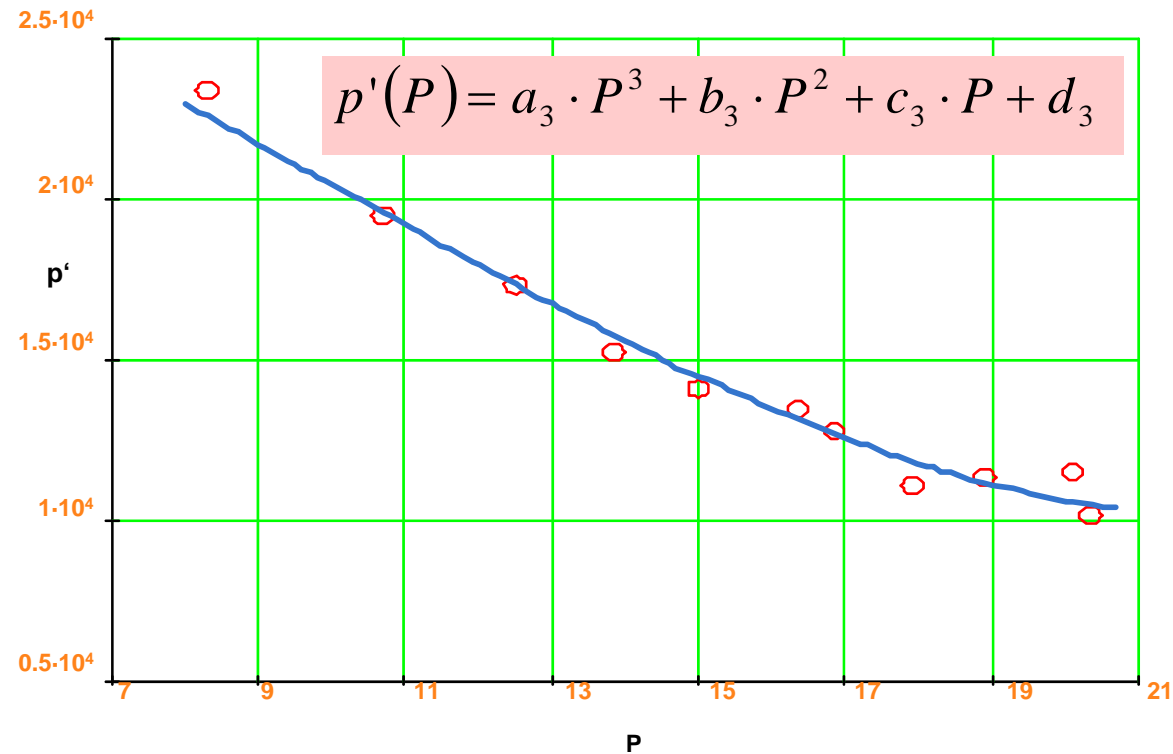
Obtención de la ganancia estática en función de la potencia



Obtención del cero en función de la potencia



Obtención del polo en función de la potencia

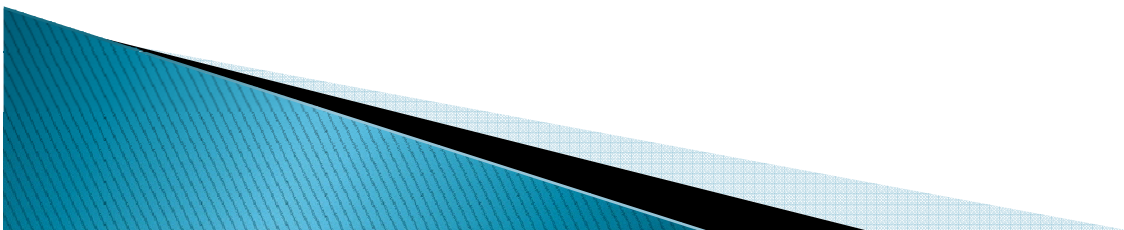
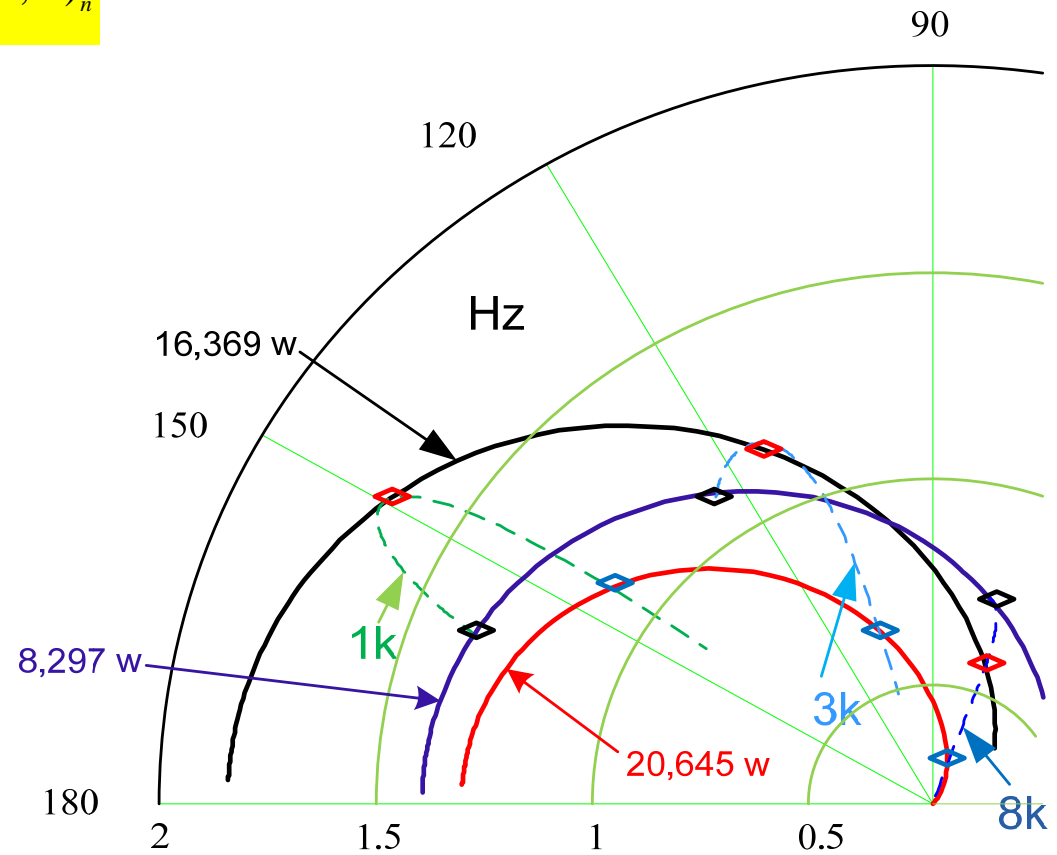


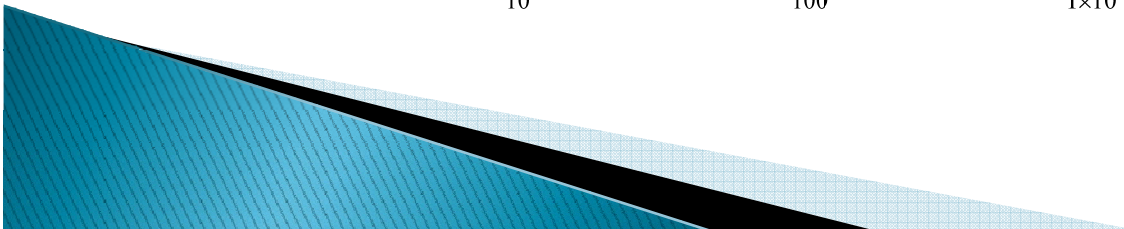
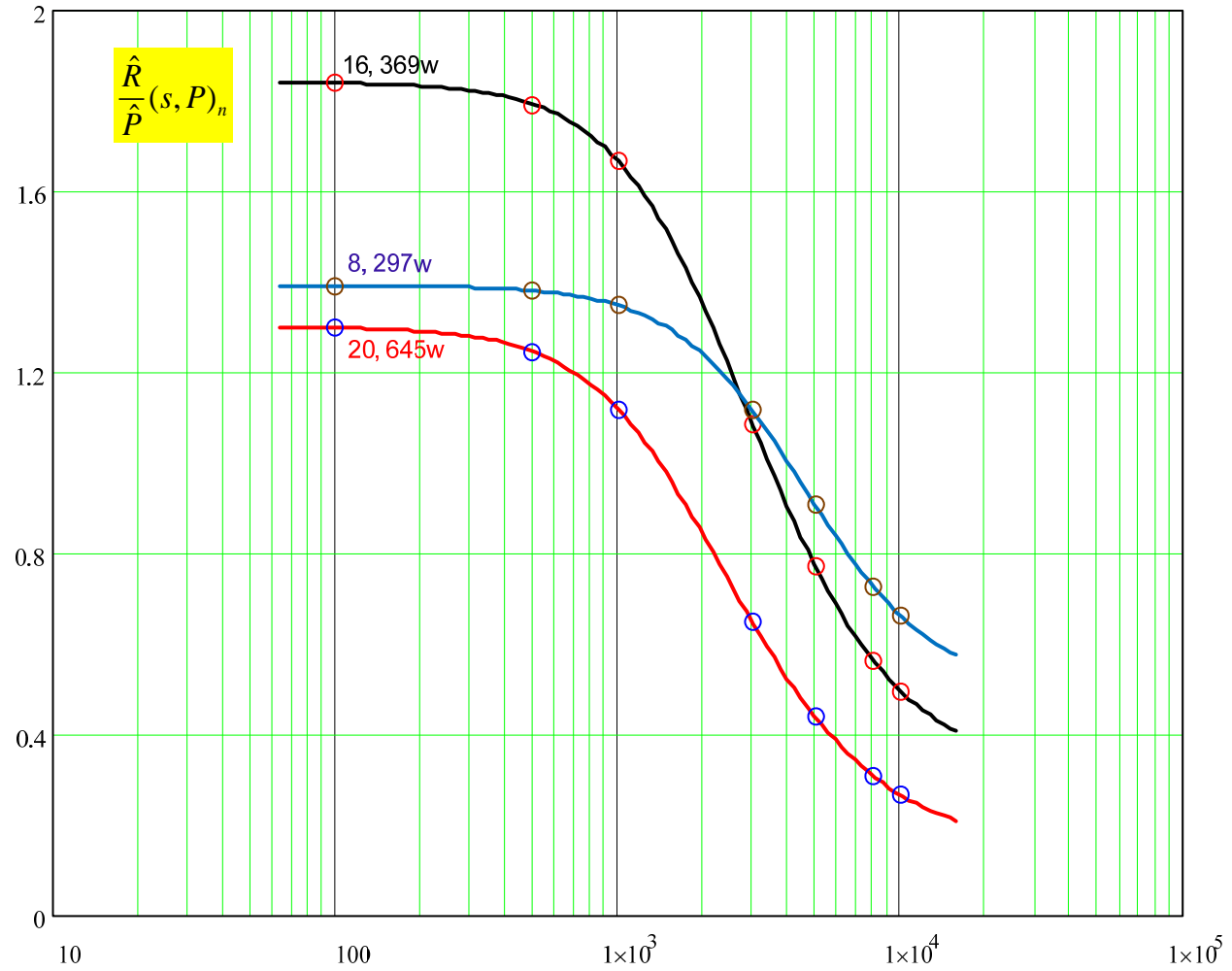
Modelo de pequeña señal en función de la potencia de la lámpara

$$\frac{\hat{R}}{\hat{P}}(s, P)_n = k'(P) \cdot \frac{\frac{s}{z'(P)} + 1}{\frac{s}{p'(P)} + 1}$$

$$\frac{\hat{R}}{\hat{P}}(s, P)_n = k'(P) \cdot \frac{\frac{s}{z'(P)} + 1}{\frac{s}{p'(P)} + 1} \cdot \frac{P}{R(P)}$$

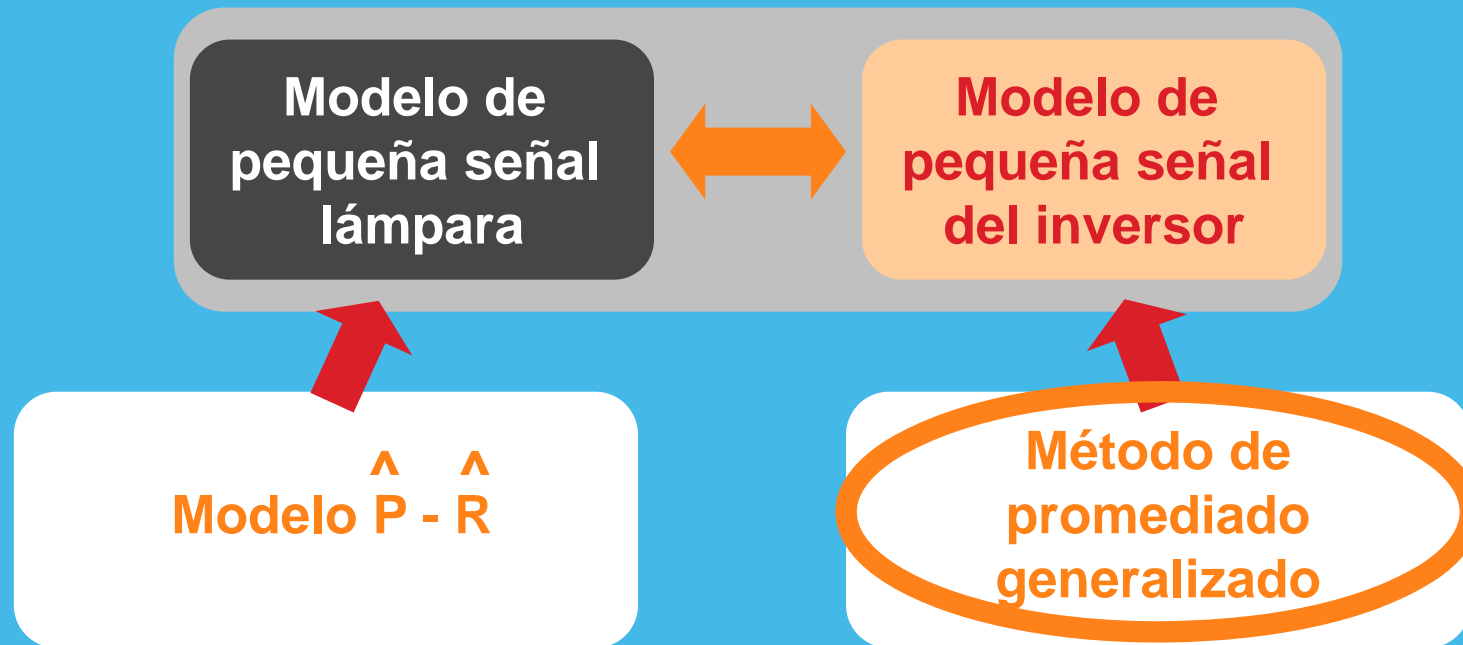
$$\frac{\hat{R}}{\hat{P}}(s, P)_n$$





Modelado dinámico de inversores resonantes

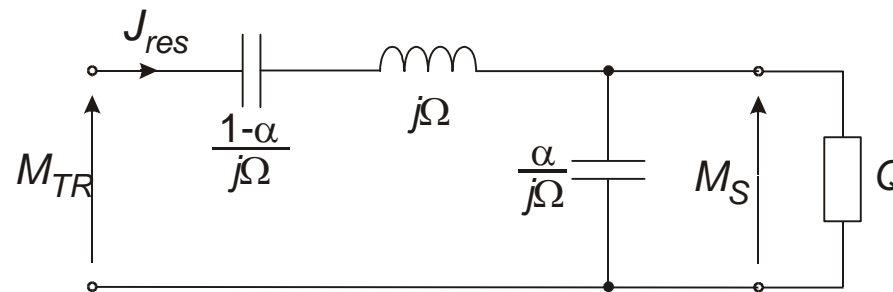
Introducción



Modelado dinámico de inversores resonantes

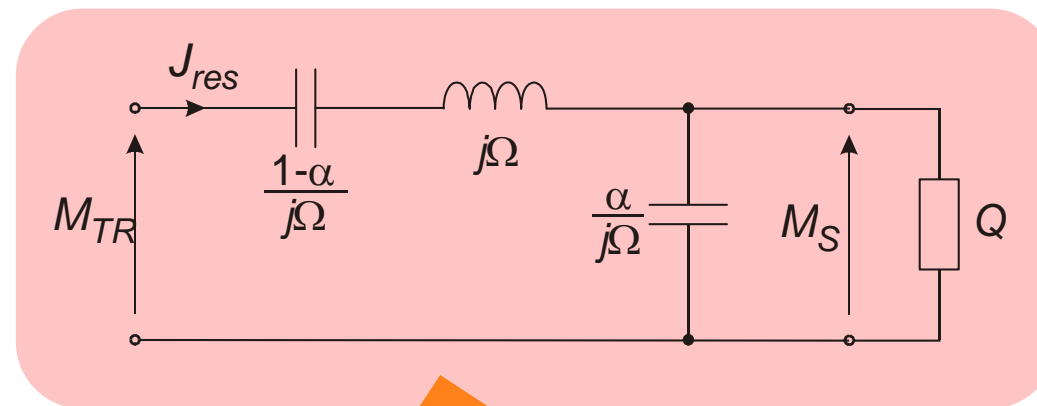
Paso 1: normalización

Tensión base	Impedancia base	Frecuencia angular base
$V_{\text{BASE}} = V_{\text{BUS}}$	$Z_{\text{BASE}} = \sqrt{\frac{L_S(C_S + C_P)}{C_S C_P}}$	$\omega_{\text{BASE}} = \frac{1}{\sqrt{L_S \frac{C_S C_P}{C_S + C_P}}}$
Intensidad base	Potencia base	Parámetro α
$I_{\text{BASE}} = \frac{V_{\text{BASE}}}{Z_{\text{BASE}}}$	$P_{\text{BASE}} = V_{\text{BASE}} \cdot I_{\text{BASE}}$	$\alpha = \frac{C_S}{C_S + C_P}$



Modelado dinámico de inversores resonantes

Paso 2: obtención de las ecuaciones en el espacio de estados



$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} J_E \\ M_S \\ M_P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & -1 \\ 1-\alpha & 0 & 0 \\ \alpha & 0 & -\alpha/Q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} J_E \\ M_S \\ M_P \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} M_g(t)$$

$$\frac{d}{dt} \bar{x}(t) = A \cdot \bar{x}(t) + B \cdot M_g(t)$$

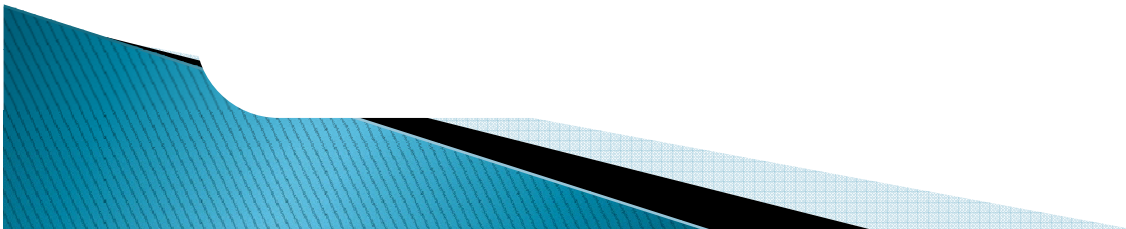
Modelado dinámico de inversores resonantes

Paso 3: obtención del modelo en gran señal

$$\frac{d}{dt} \bar{x}(t) = A \cdot \bar{x}(t) + B \cdot M_g(t)$$

Fourier exponencial:
primer armónico

$$\frac{d}{dt} \langle \bar{x} \rangle_1 = (-j\omega I + A) \langle \bar{x} \rangle_1 + B \langle M_g \rangle_1$$



Obtención del modelo de pequeña señal

**Modelo promediado
en gran señal**

$$\frac{d}{dt} \langle \bar{x} \rangle_1 = (-jk\omega I + A(R)) \langle \bar{x} \rangle_1 + B \langle u \rangle_1$$

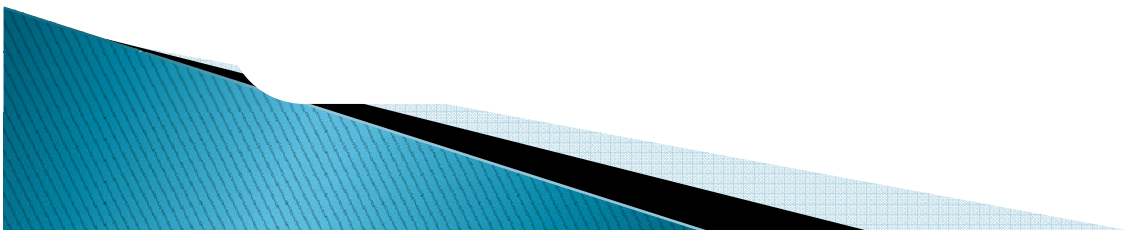
**Tomando las siguientes
variables perturbadas,
linealizando y aplicando
Laplace**

$$\omega = \omega_0 + \hat{\omega}$$

$$\langle \bar{x} \rangle_1 = \langle \bar{x}_0 \rangle_1 + \langle \hat{x} \rangle_1$$

$$P = P_0 + \hat{P}$$

$$R = R_0 + \hat{R}$$



Obtención del modelo de pequeña señal

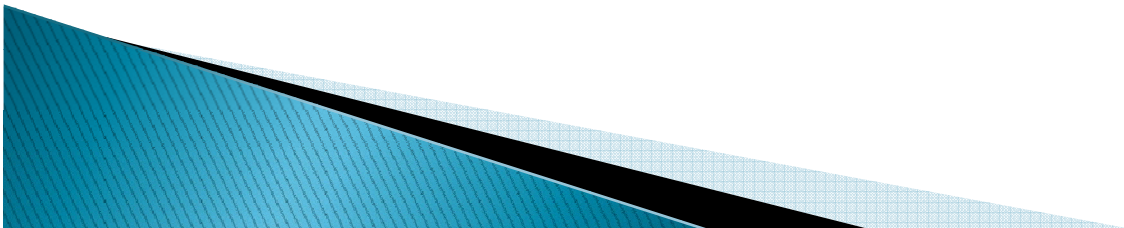
Inversor

$$\hat{P} = P_{\omega}(s) \cdot \hat{\omega} + P_R(s) \cdot \hat{R}$$

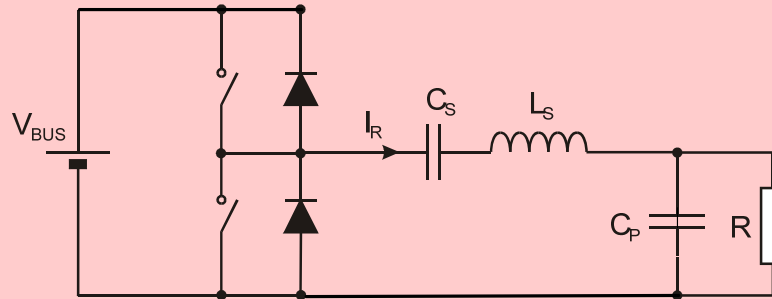
Lámpara

$$\Pi_L(s) = \frac{\hat{R}_L(s)}{\hat{P}_L(s)}$$

$$\frac{\hat{P}}{\hat{\omega}}(s) = \frac{P_{\omega}(s)}{1 - P_R(s) \cdot \Pi_L(s)}$$

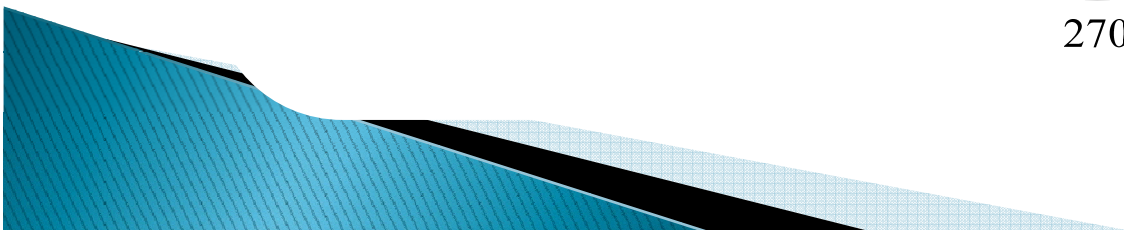
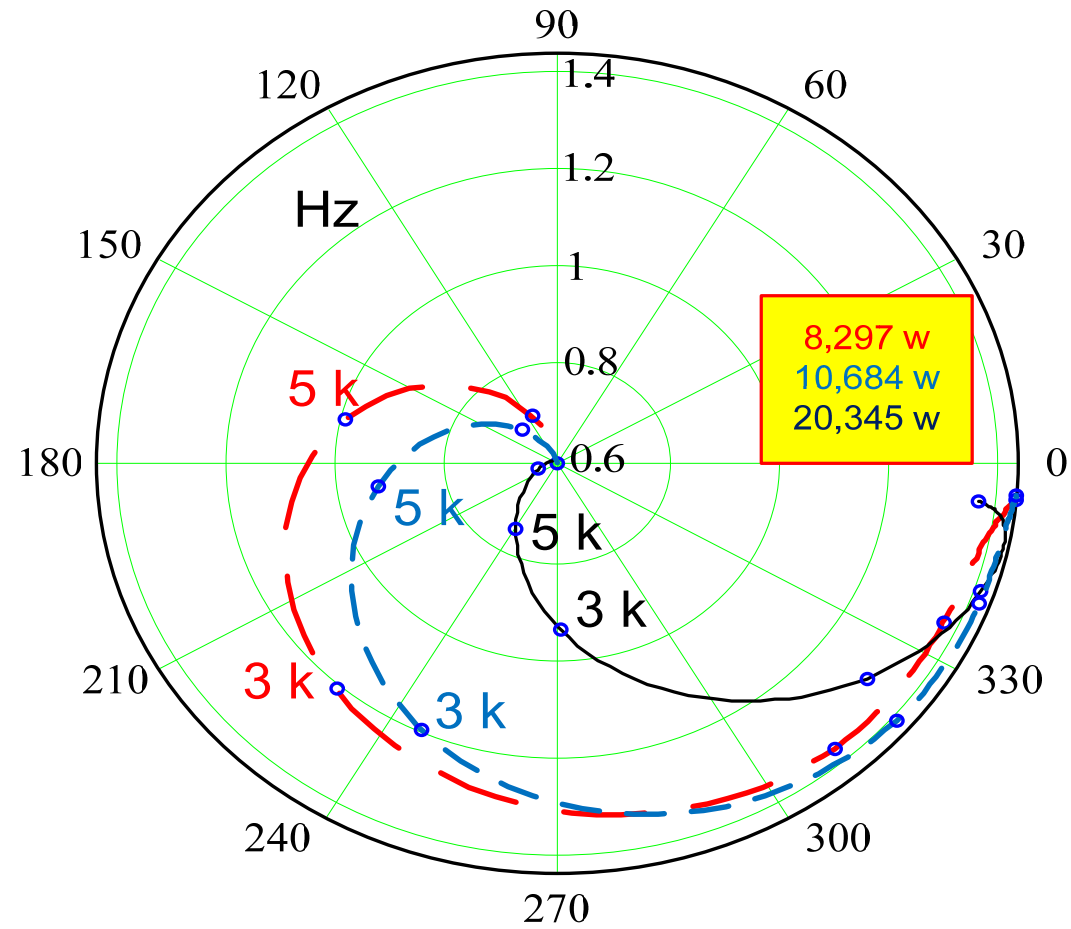


Topología y parámetros

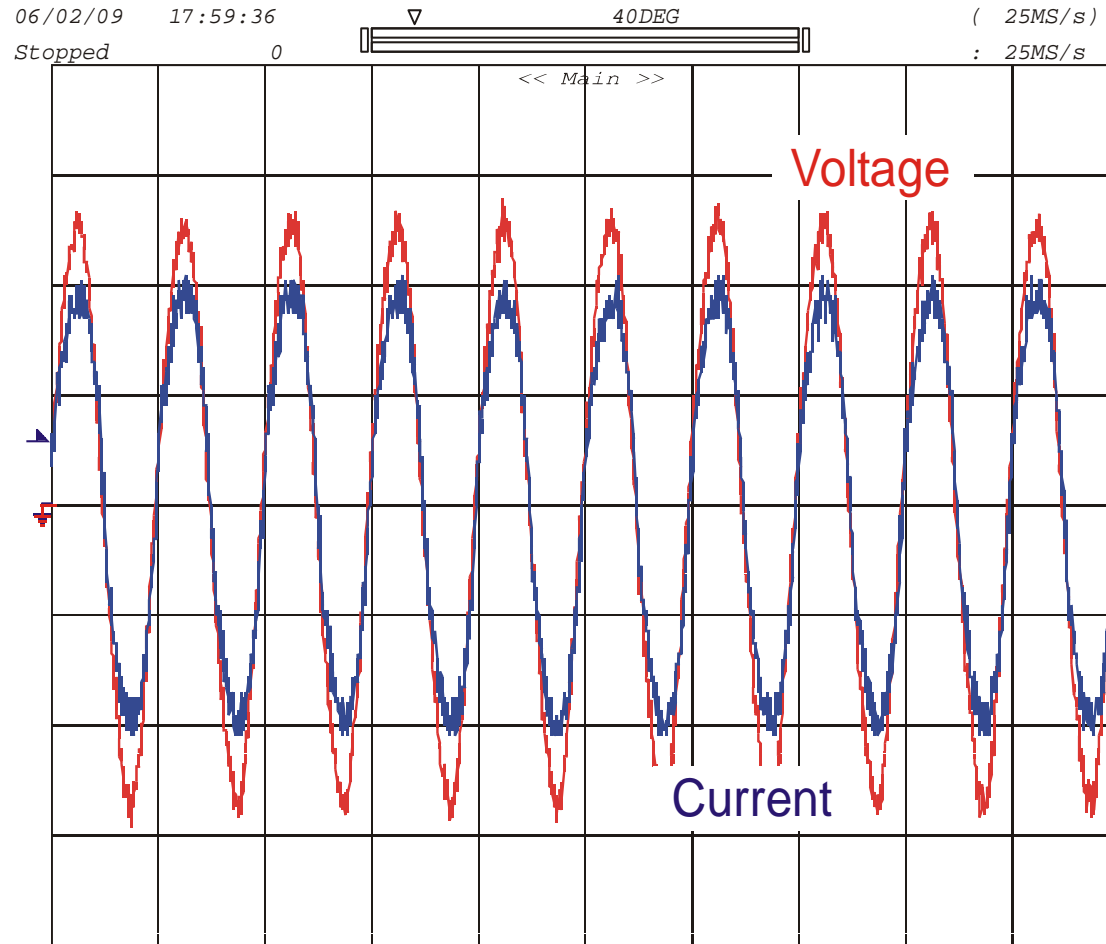


Características de la lámpara		
<i>Modelo</i>	<i>Resistencia Equivalente a 26 W</i>	
Osram Dulux T/E 26 w	173 Ω	
Parámetros del Circuito		
C_S	C_P	L_S
5.8 nF	5.8 nF	861,4 μ H
Condiciones del Test		
<i>Frecuencia de conmutación</i>	V_g	
100 kHz	235-39.3V	

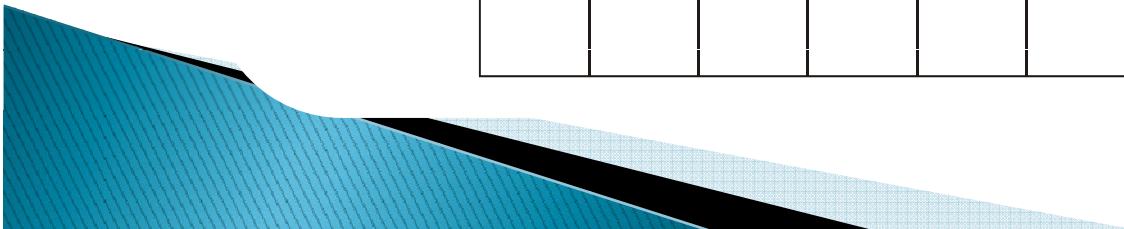
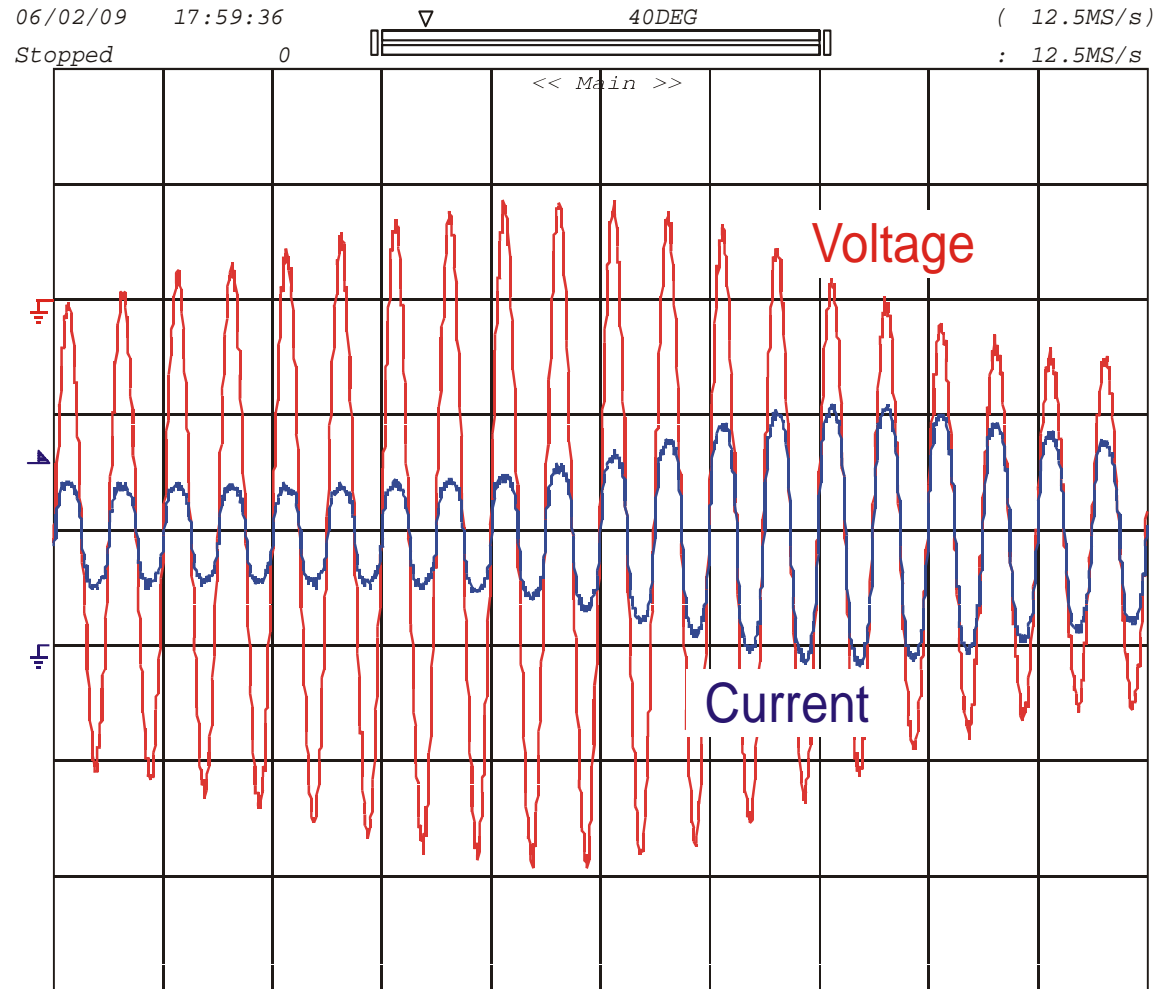
Estabilidad del prototipo



Corriente y tensión de la lámpara a potencia nominal



Corriente y tensión de la lámpara a 8,72 W



Otros estudios caracterizan la lámpara a su potencia nominal sin añadir a los análisis la interacción lámpara – balasto cuando se realiza dimming al balasto.

En el presente trabajo se ha presentado un procedimiento sistemático para obtener el modelo de pequeña señal para lámparas fluorescentes en función de la potencia.

El procedimiento se ha utilizado para obtener el modelo de una lámpara fluorescente compacta de 26 W.

El modelo se ha utilizado para determinar el rango de dimming de un balasto resonante controlado por tensión.

Utilizando la técnica del método promediado generalizado se ha analizado la dinámica de un inversor resonante y se ha determinado la estabilidad del sistema lámpara – balasto.

Se ha diseñado y probado un prototipo de laboratorio para demostrar la fiabilidad del procedimiento propuesto. Los resultados experimentales obtenidos con este prototipo han estado en sintonía con los calculados con el modelo teórico.

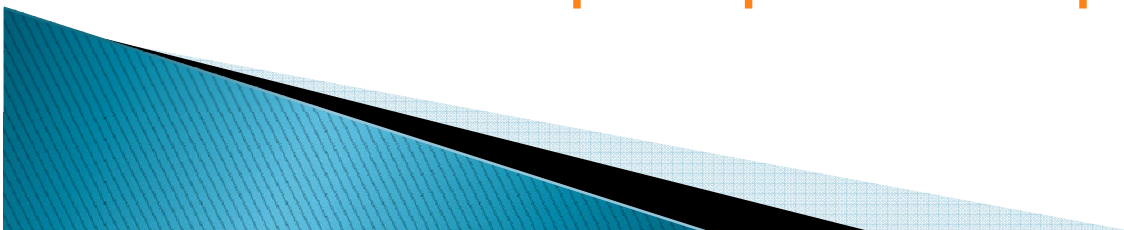
“Caracterización estática y dinámica de lámparas fluorescentes: búsqueda de parámetros eléctricos diferenciadores en función de tamaño, potencia y forma (Proyecto CEDIL)”.

Estudio de las características estáticas y dinámicas de múltiples lámparas fluorescentes en condiciones de temperatura controlada y envejecidas entre 100 y 5000 h.

Estudio de las características de los electrodos durante el calentamiento.

Obtención de modelos estáticos y dinámicos que incluyan los efectos del envejecimiento, temperatura ambiente y dispersión.

Obtención de algoritmos para la detección automática de lámpara a partir de sus parámetros eléctricos.





Universidad de Oviedo

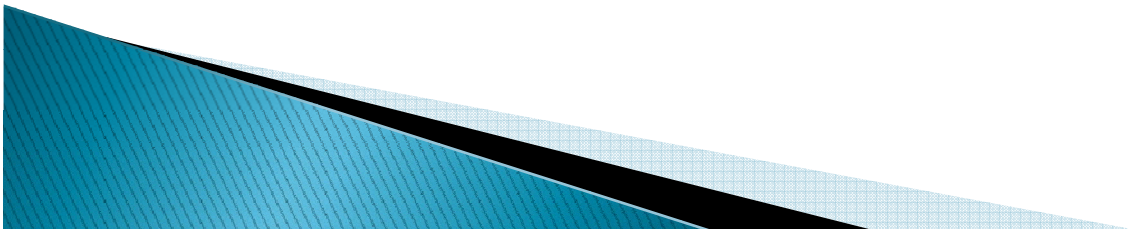
**Artículo Presentado al
Congreso IECON 2009**

“Small Signal Characterization of Fluorescent Lamps in Dimmed Operation”

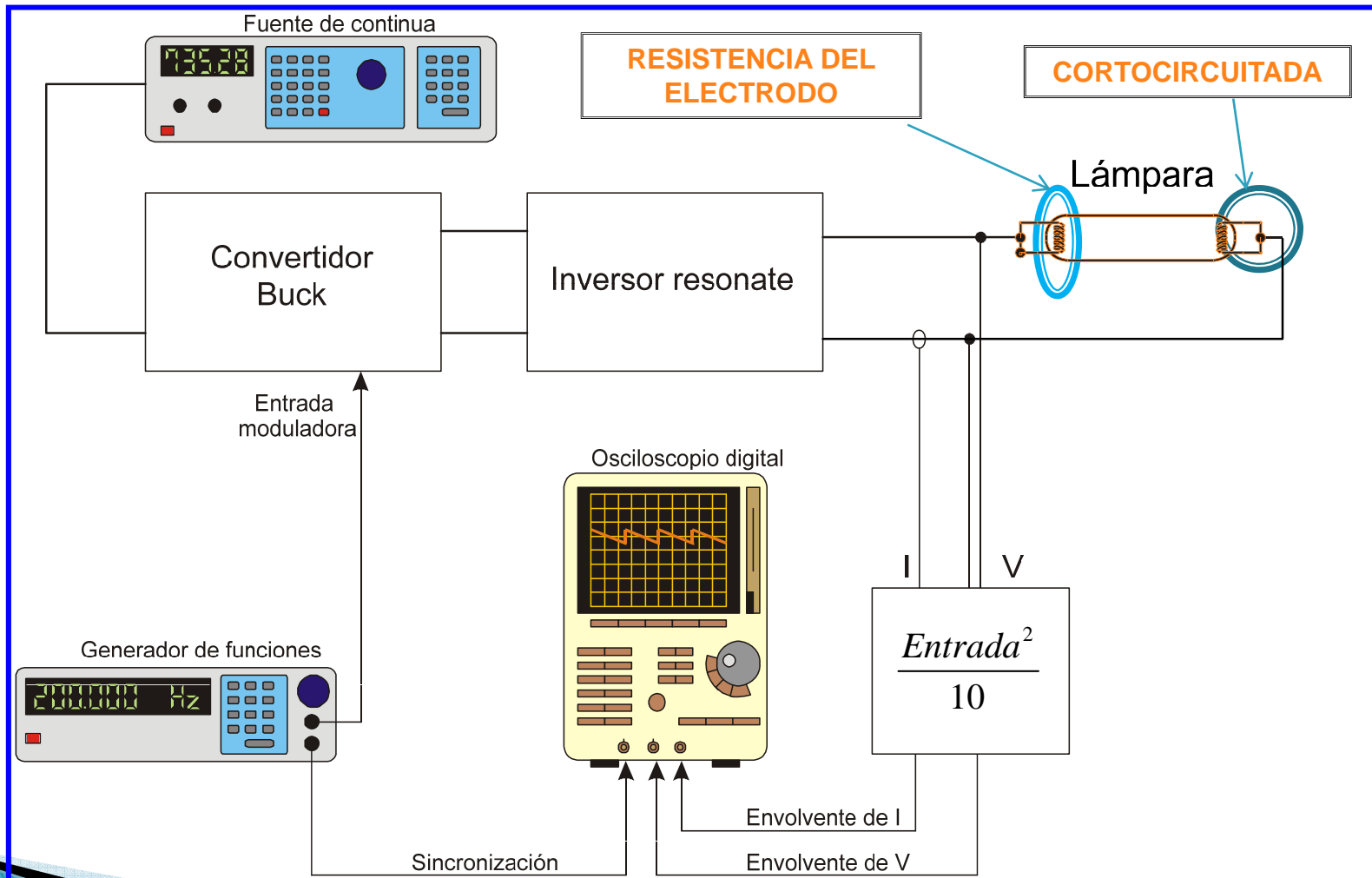
Autores:

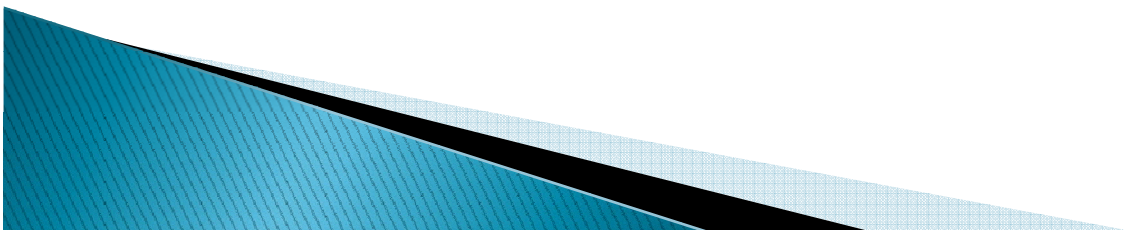
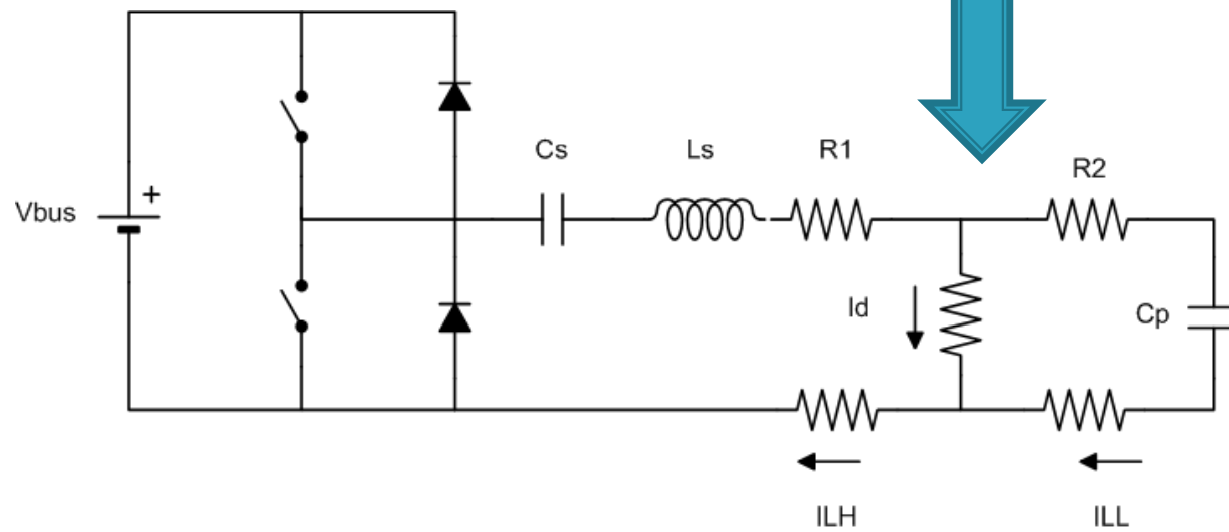
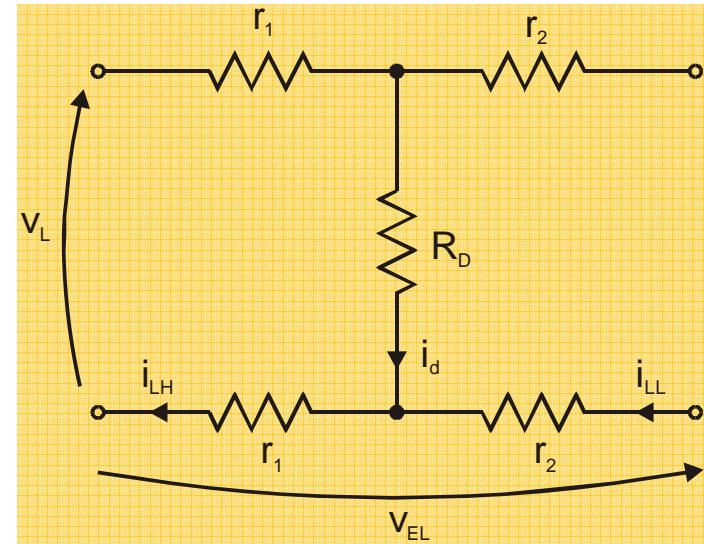
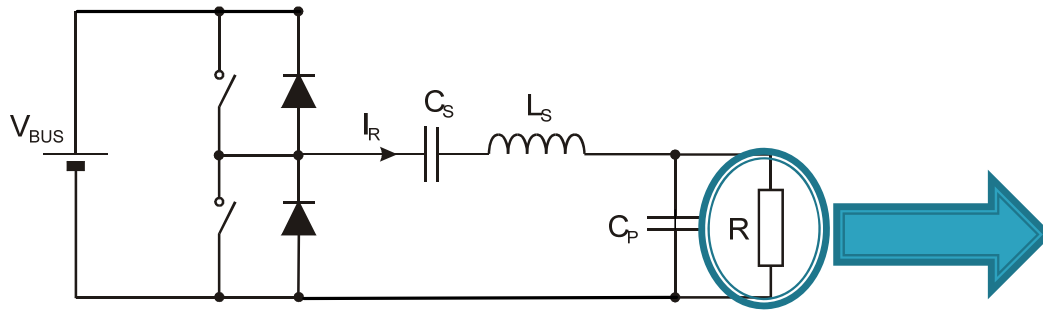
R.E. Díaz, J. Ribas, A.J. Calleja, J.M. Alonso, J. García-García

**¿ QUE PASA CON LA
RESISTENCIA DE LOS
ELECTRODOS?**

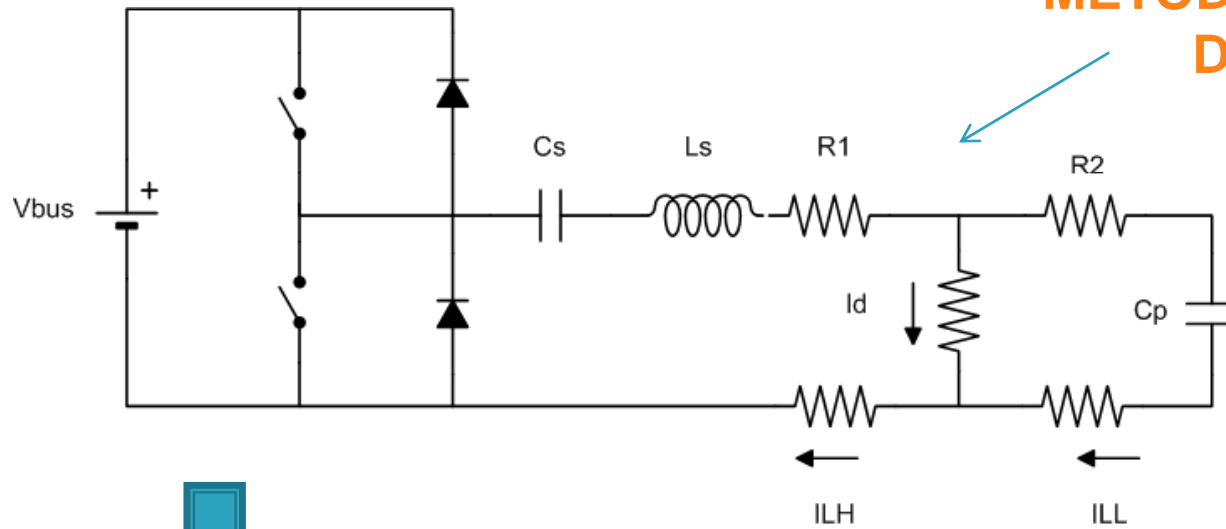


Banco de Ensayos

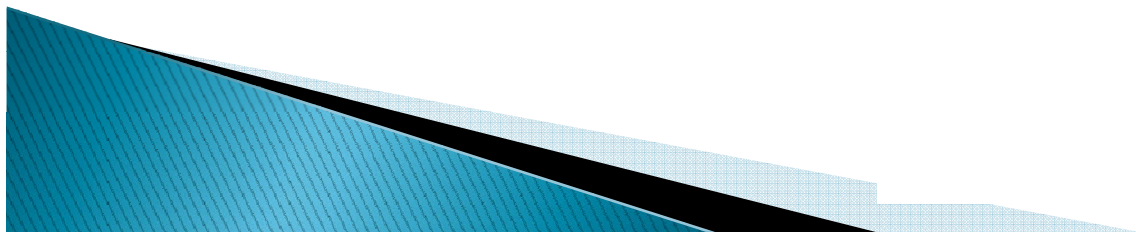
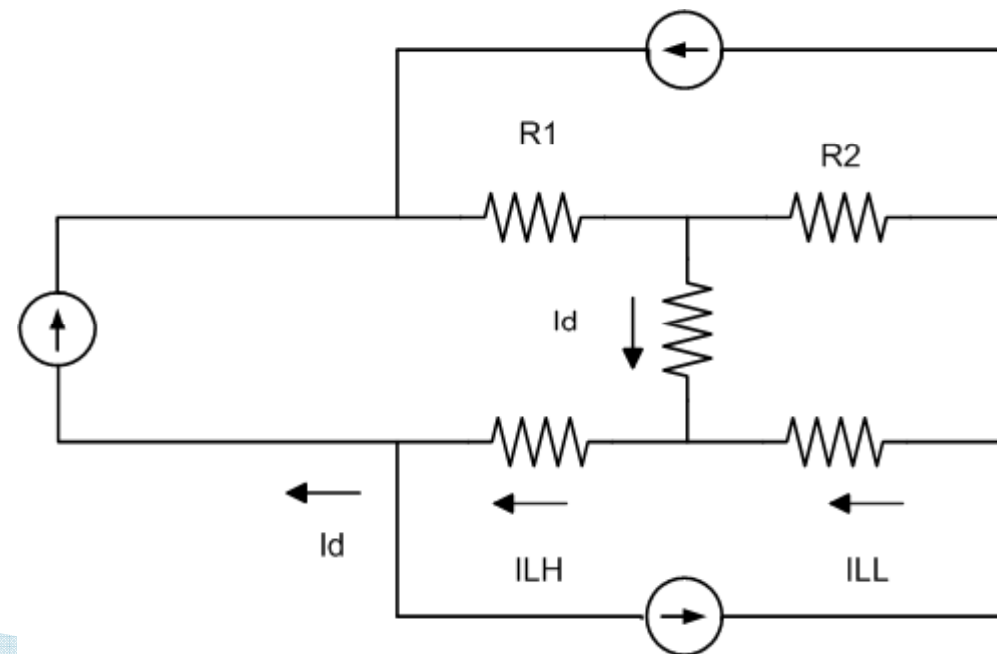




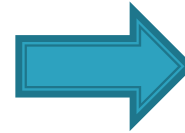
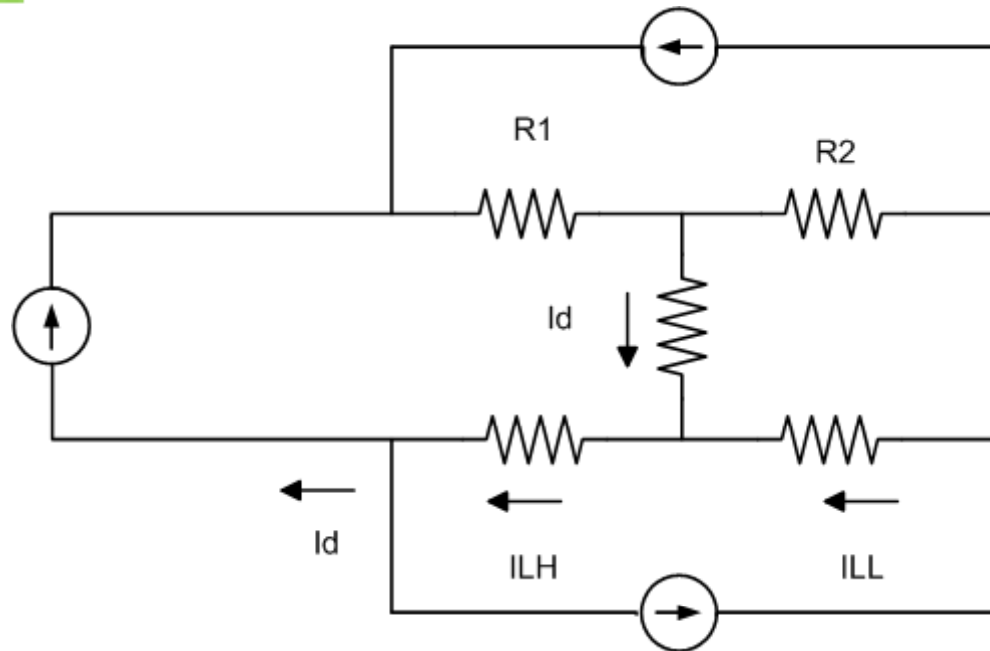
METODO TRADICIONAL DE CALDEO



Caldeo del electrodo por medio de fuentes independientes



Líneas SoS para realización de dimming



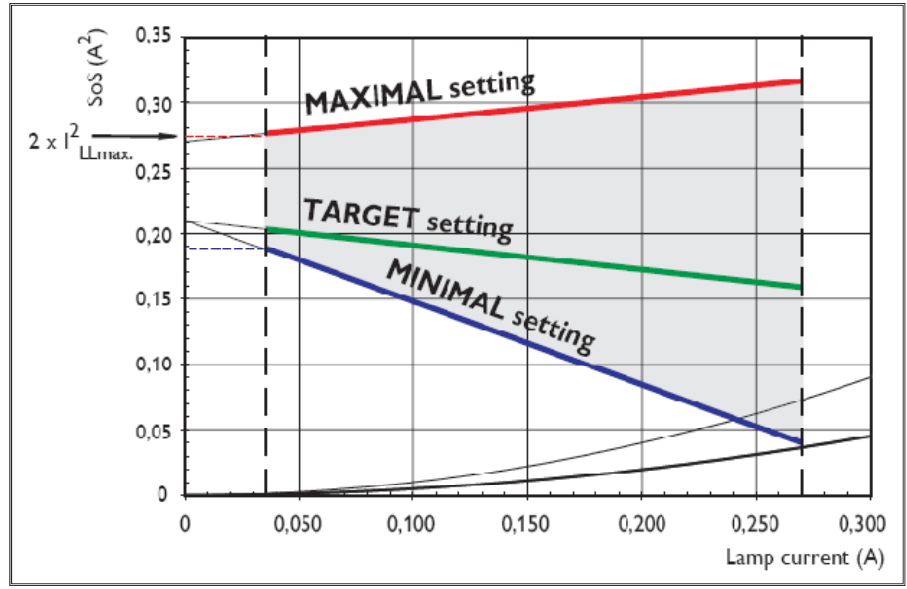
Goud y Dorleijn

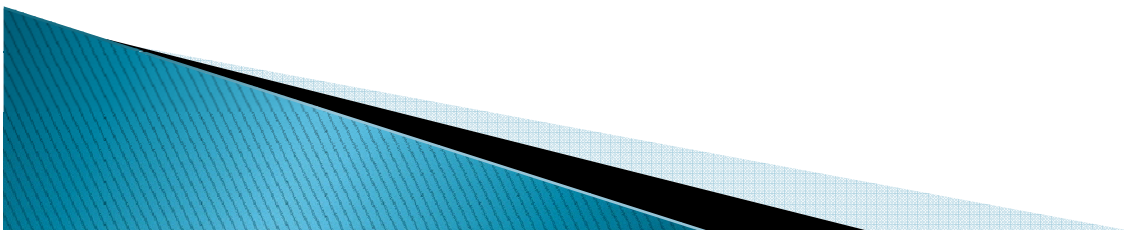
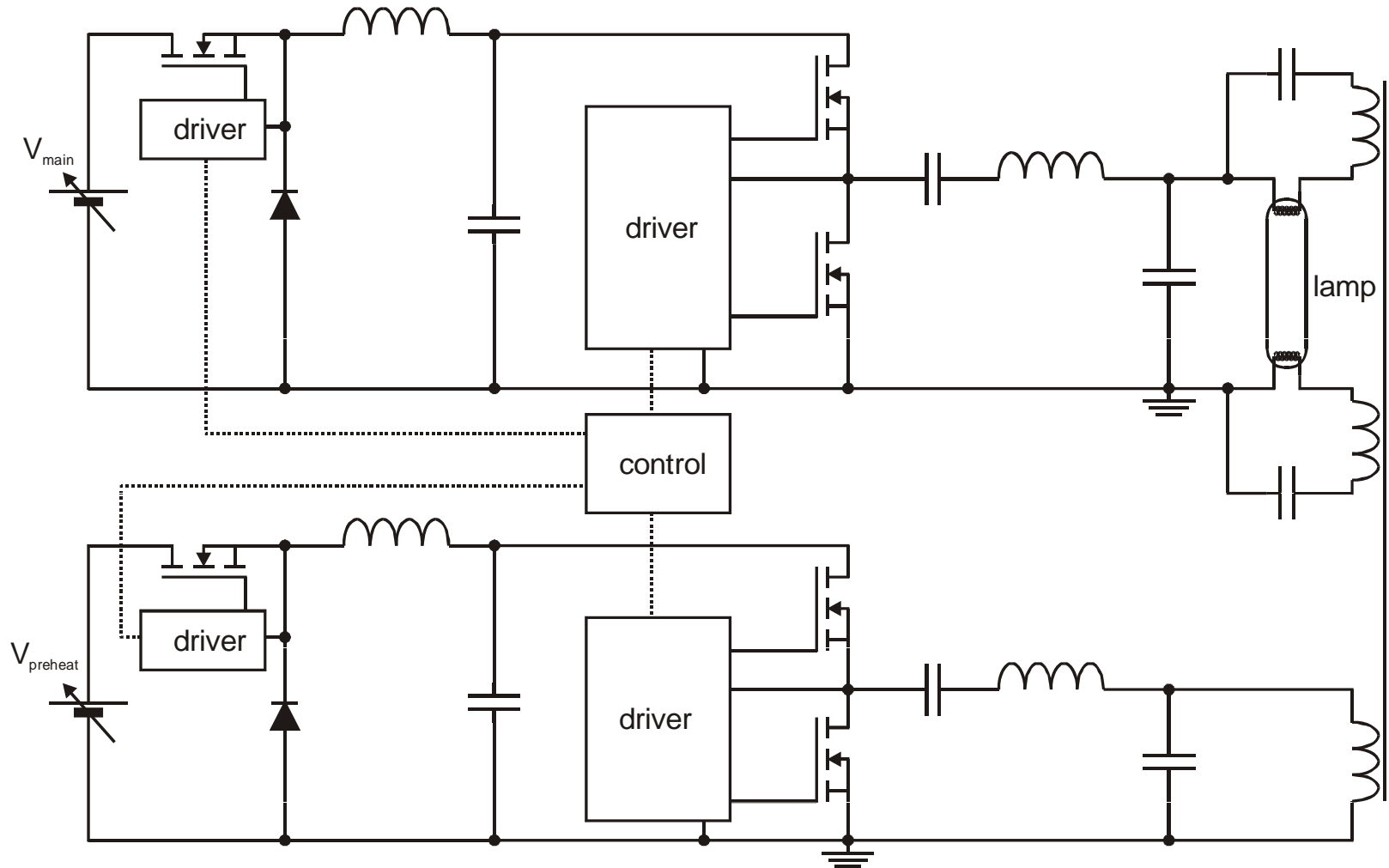


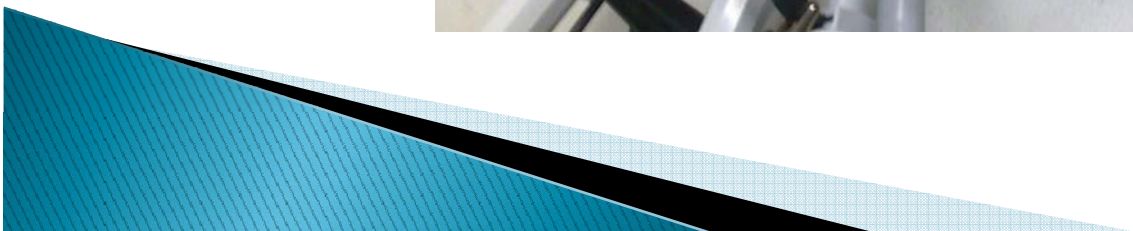
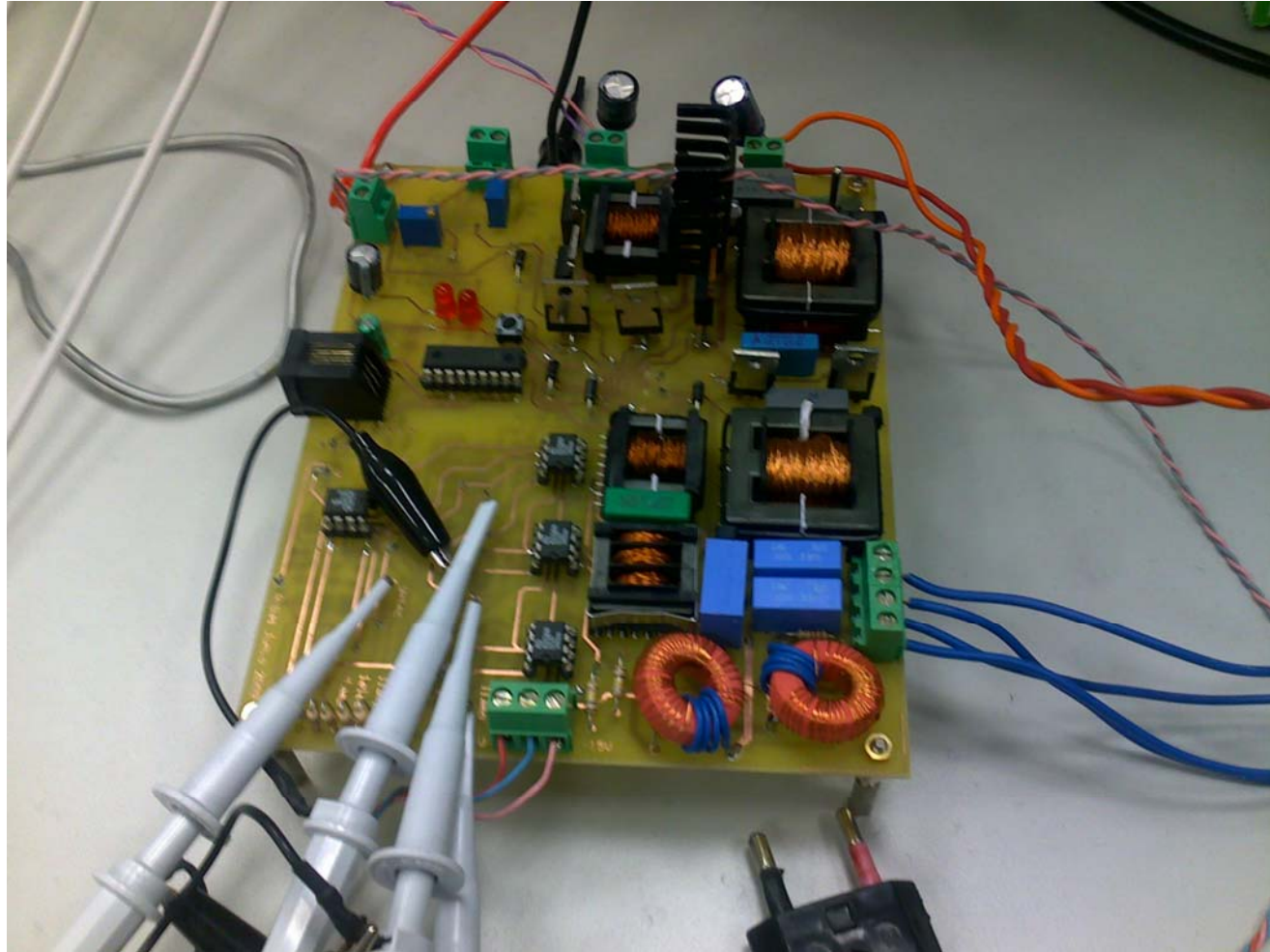
$$ILH^2 + ILL^2 = X_1 - z \times Y_1 \times I_D$$



Norma Internacional:
IEC 60901







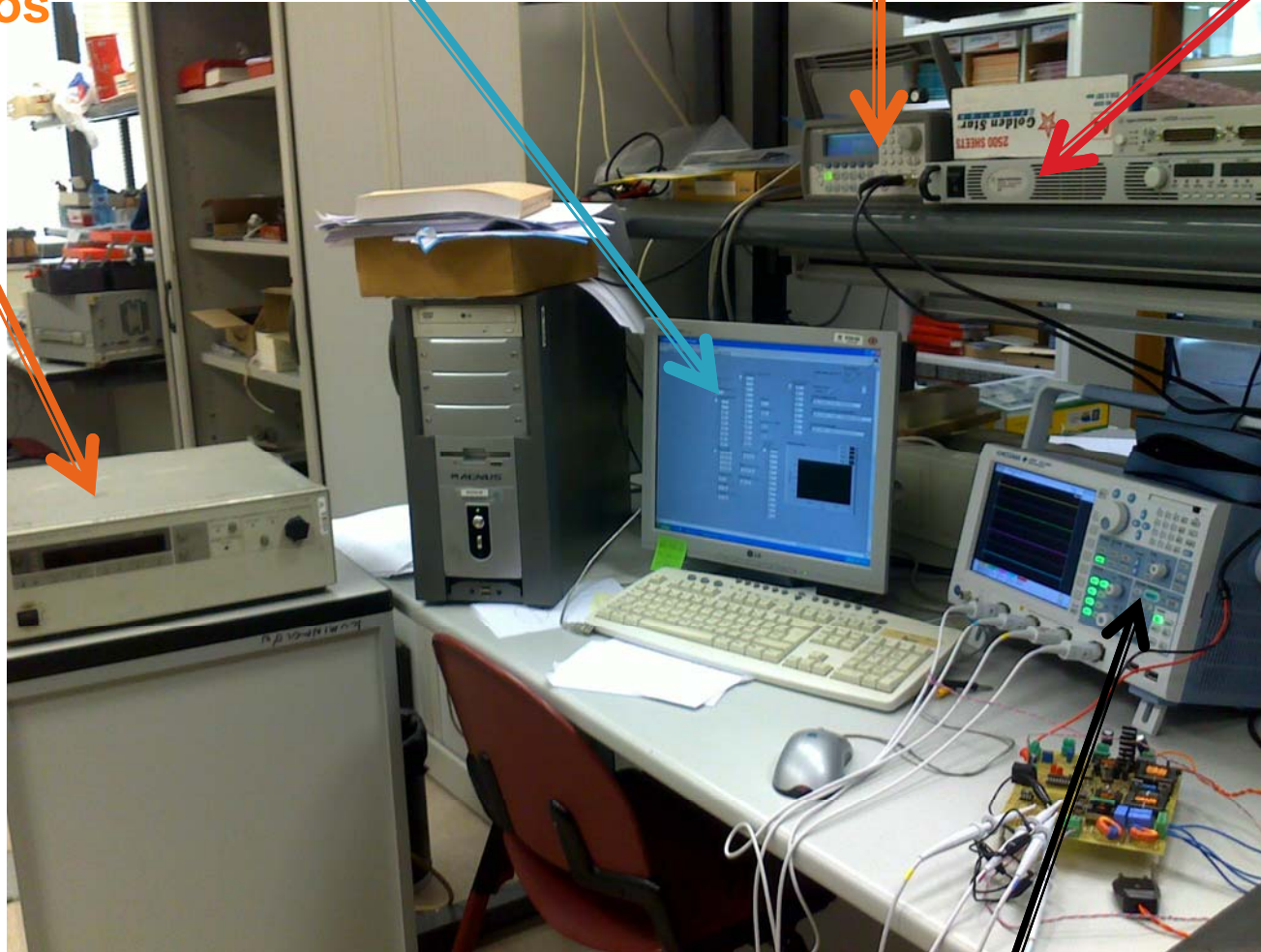
Banco de ensayos segunda versión

Tensión en los
electrodos

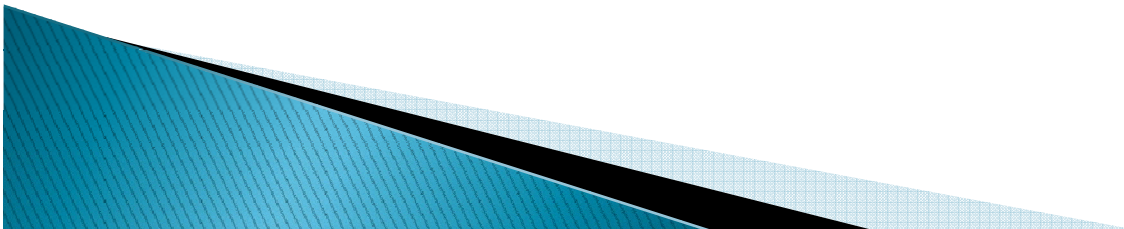
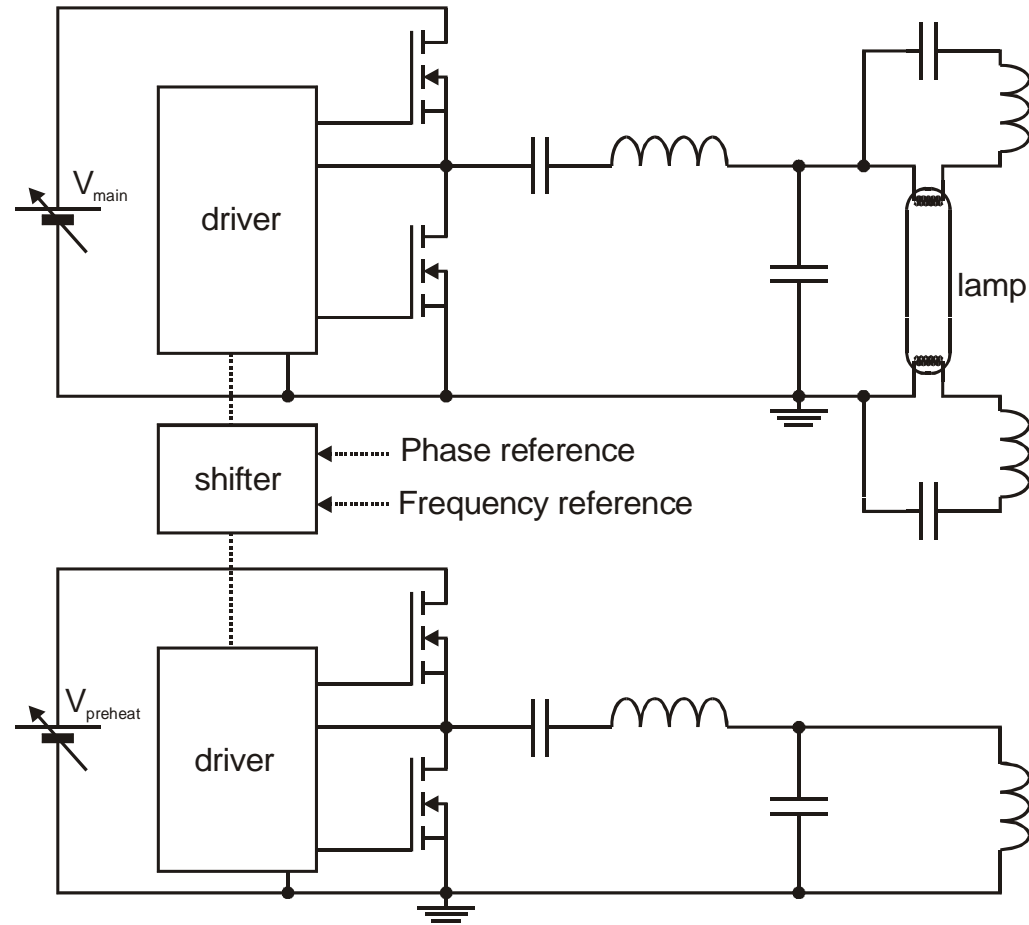
LabVIEW

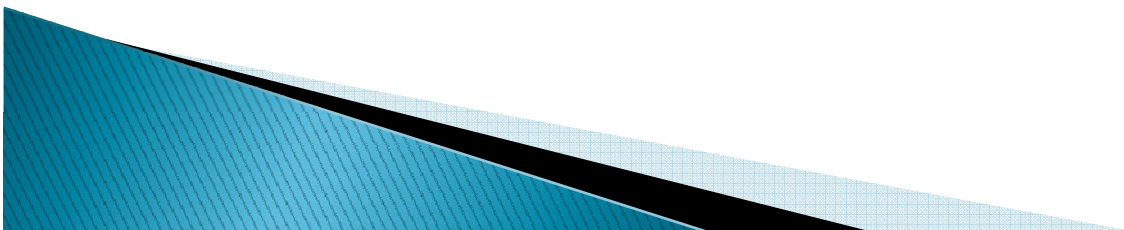
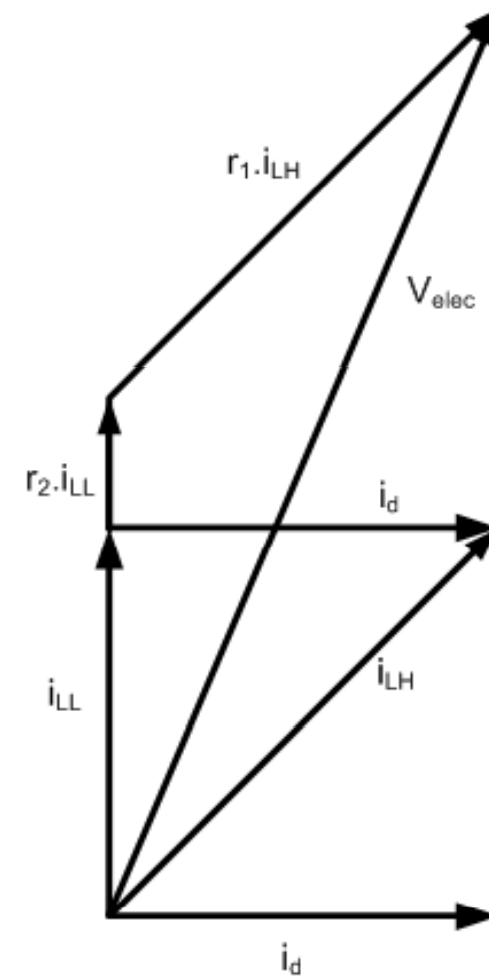
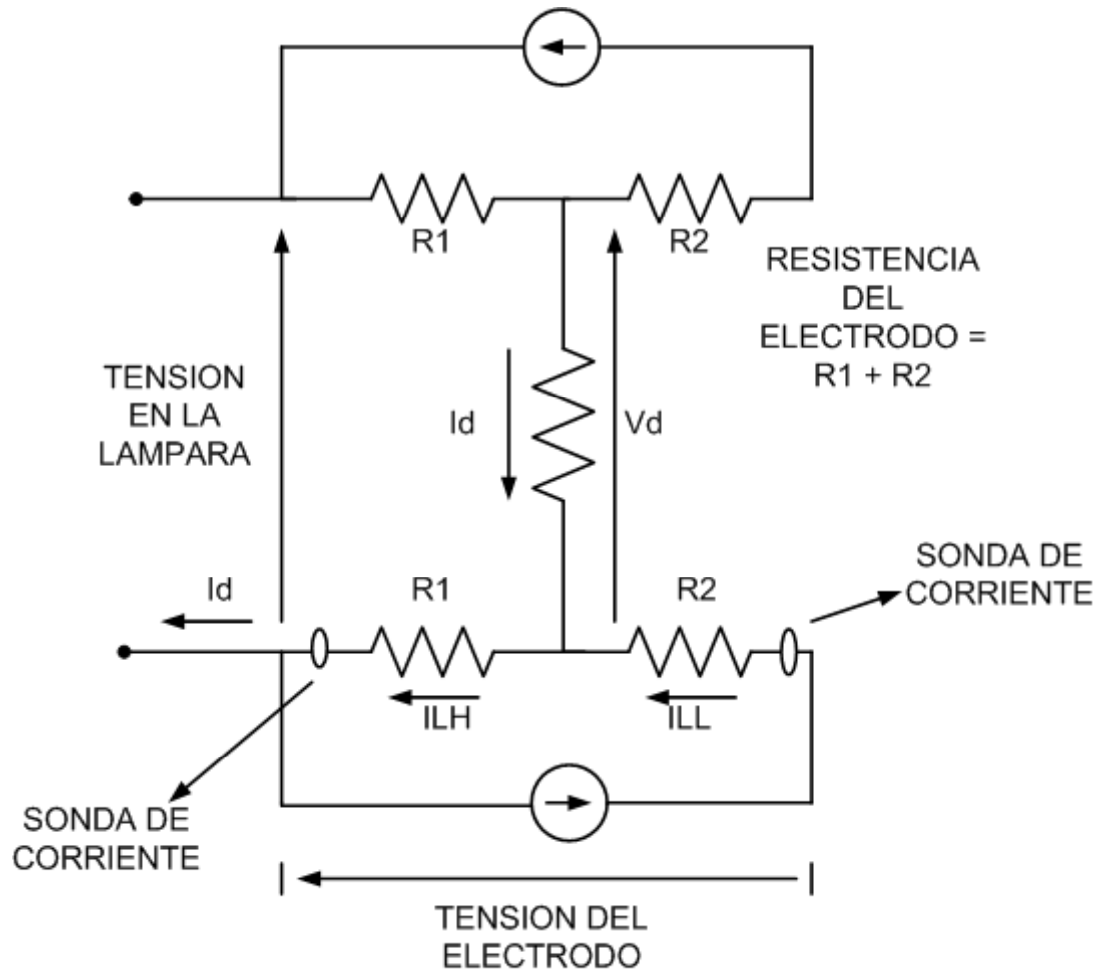
Generador de
funciones

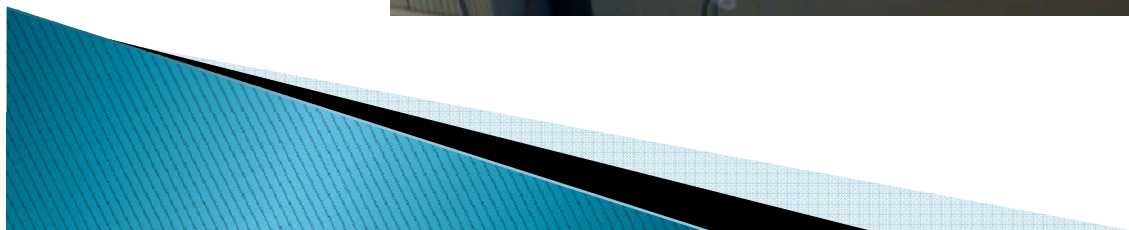
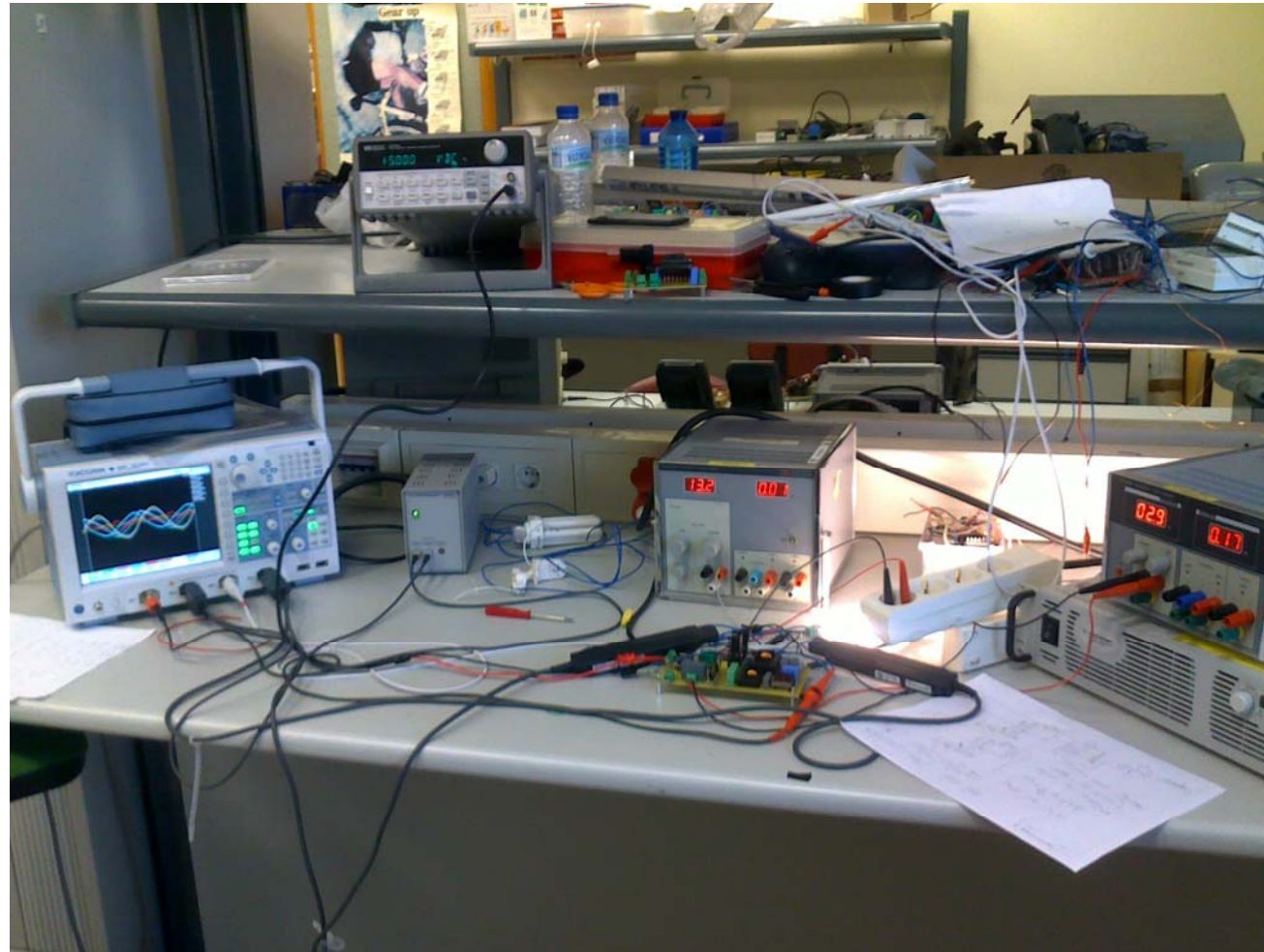
Tensión del BUS

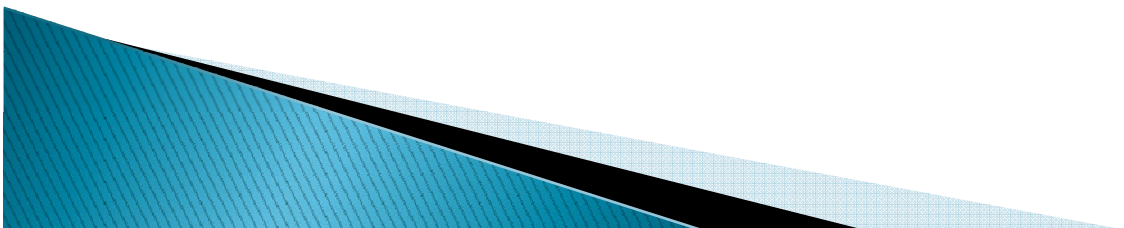
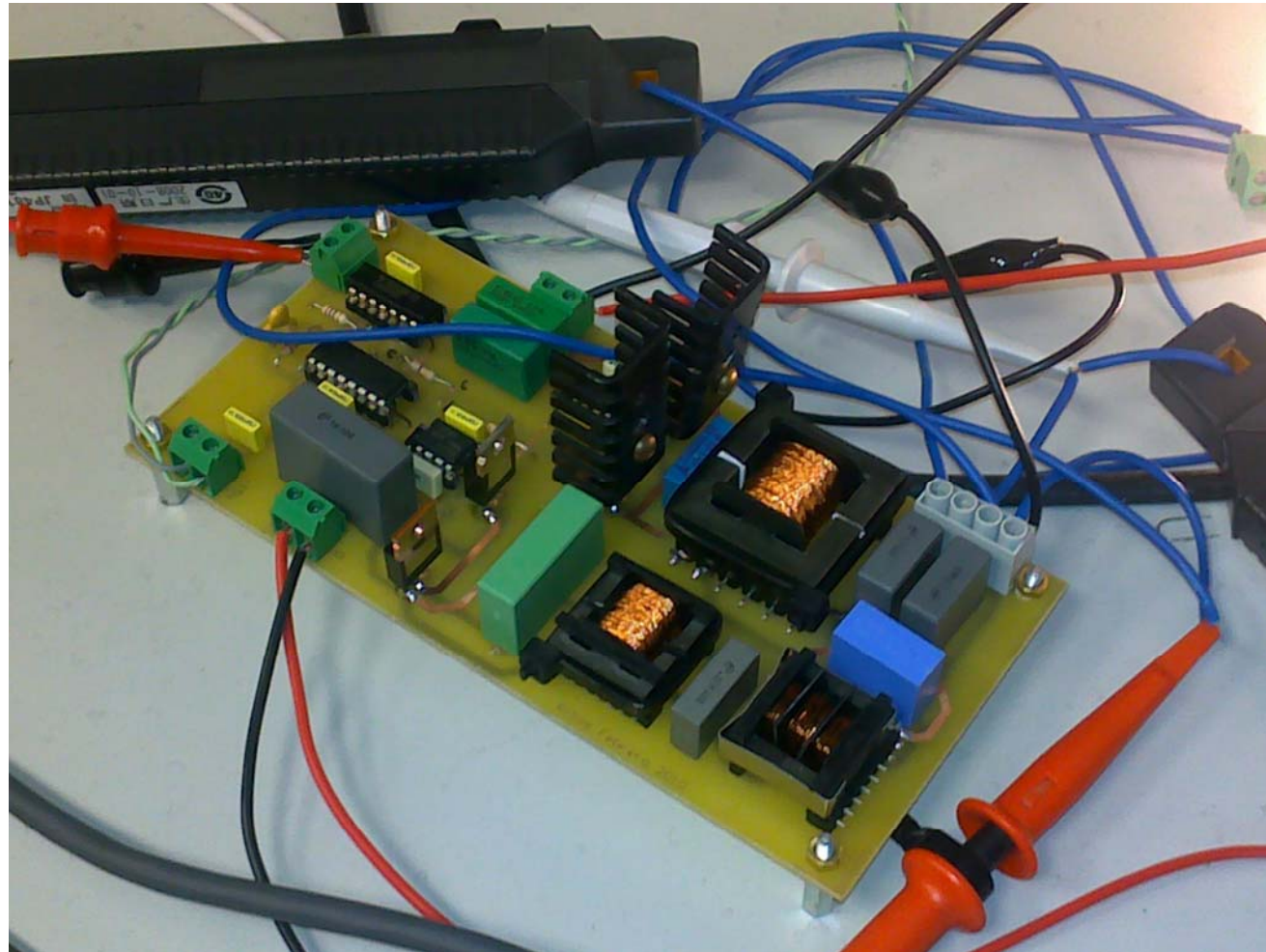


Osciloscopio



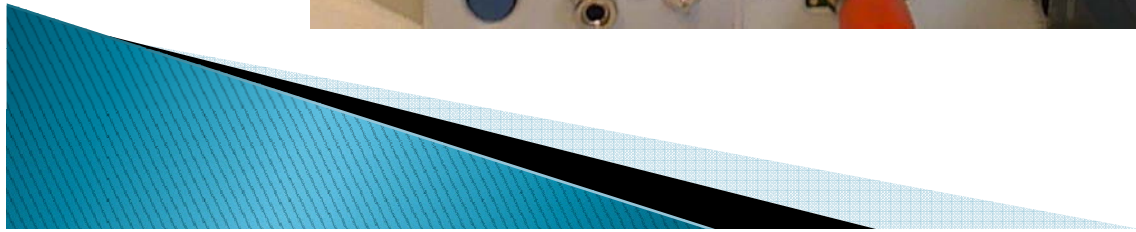
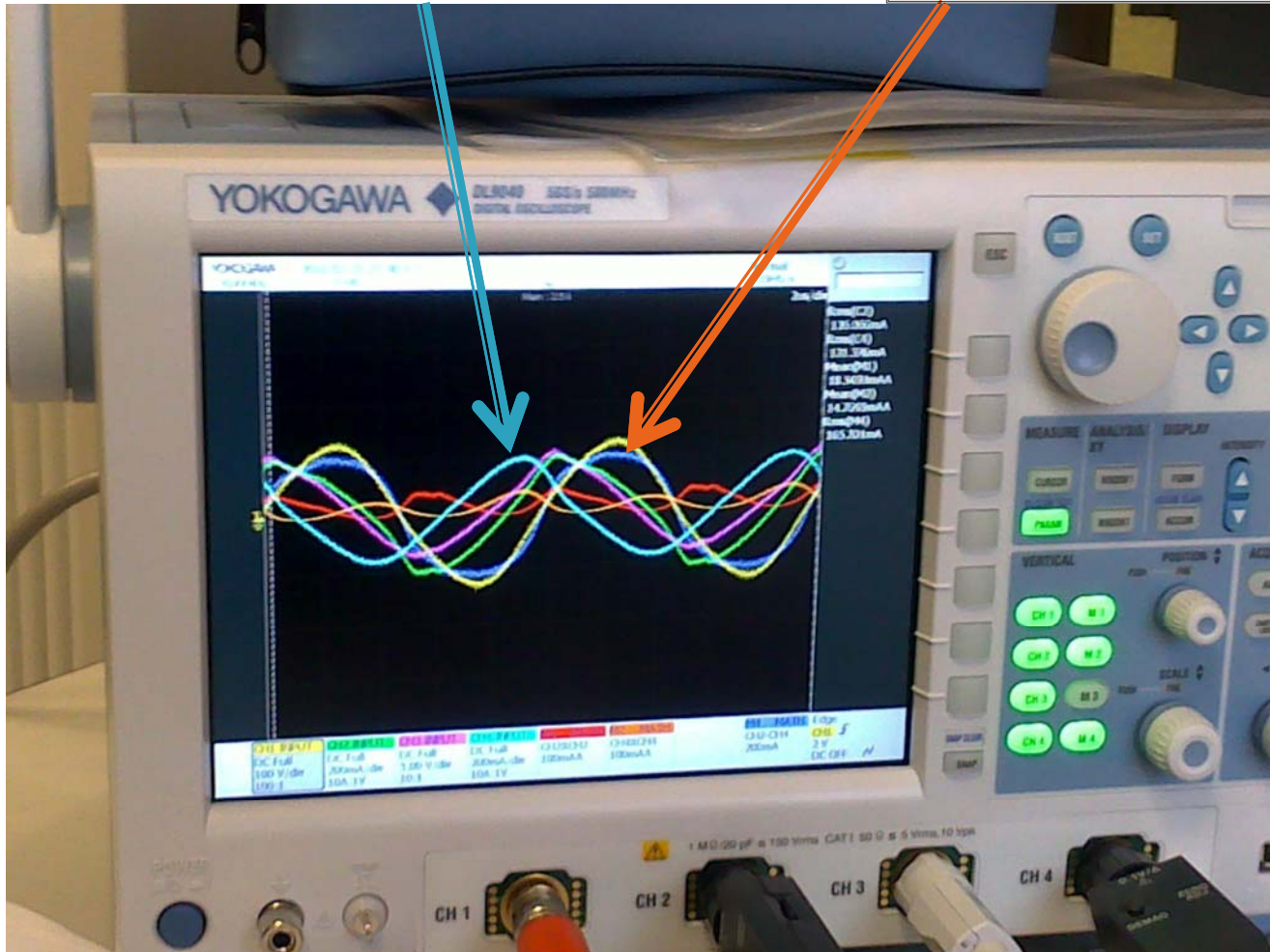




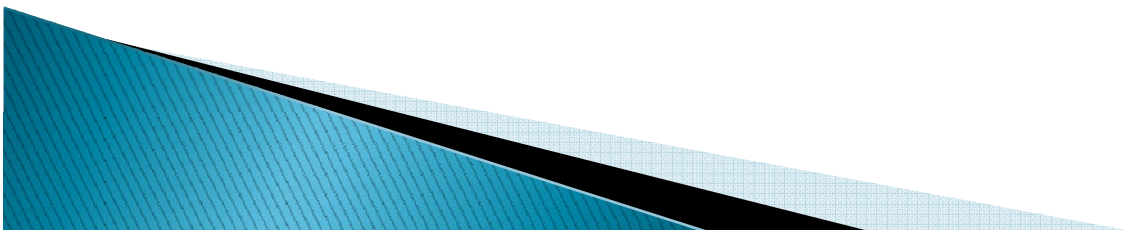
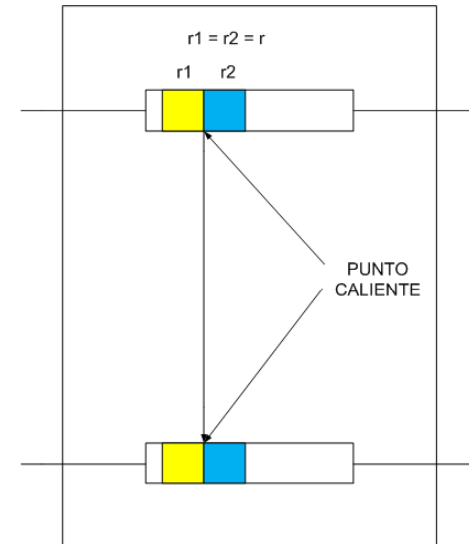
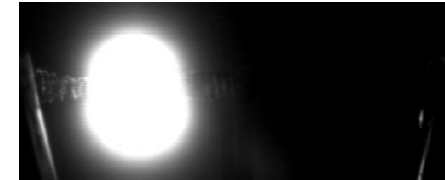
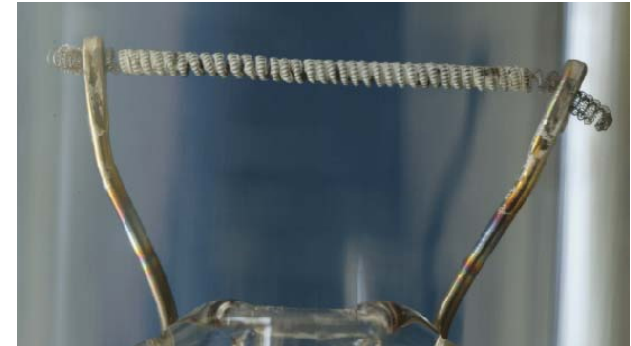
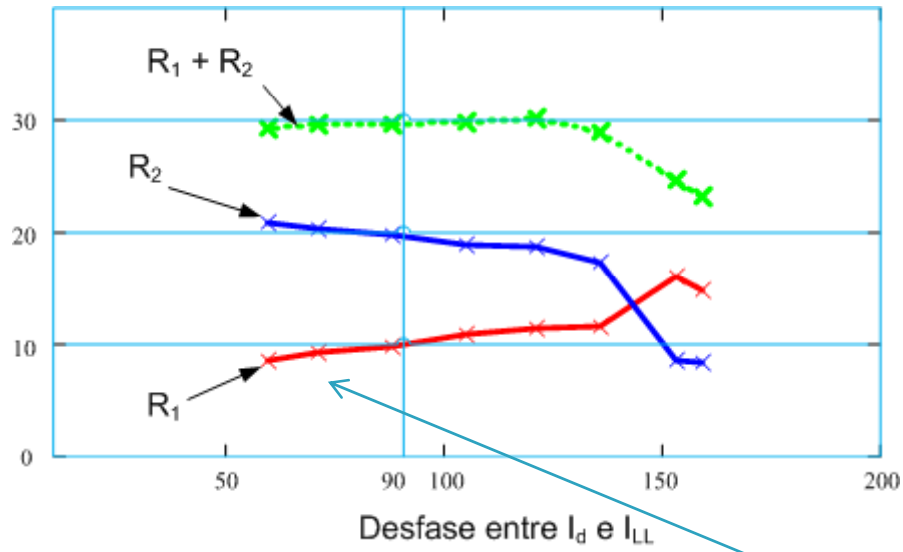


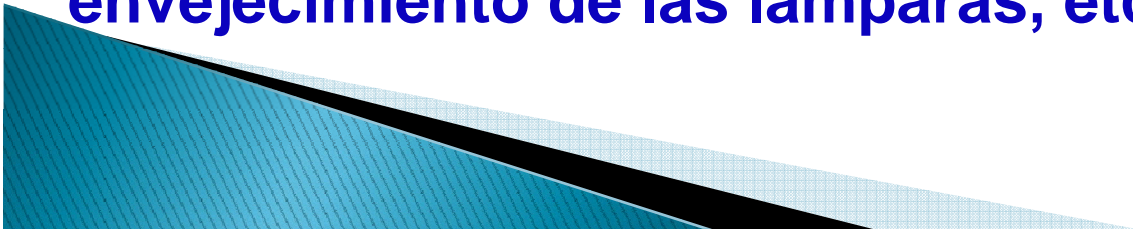
Corriente ILL

Corriente de descarga



DIMMING CON $I_d=100$ mA



- La resistencia del electrodo no varía con respecto a las perturbaciones.
 - Las resistencias de los electrodos permanecen constantes a lo largo de las líneas SoS.
 - Cuando trabajamos con desfase capacitivo la resistencia R1 es aproximadamente la mitad que R2
 - Cuando trabajamos con desfase inductivo los resultados son similares
 - Queda pendiente por realizar mucho trabajo en ésta línea de investigación: efecto de la temperatura, envejecimiento de las lámparas, etc.
- 

**FIN DE LA
PRESENTACION**

