

# ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA



Dr. Ferran Silva

Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

14 de octubre de 2004  
INTI-CITEI  
Buenos Aires, Argentina

Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÈTICA

## Ensayos de emisiones

- **Introducción**
- Emisiones conducidas
- Emisiones radiadas
- Receptor EMI
- Emisiones conducidas discontinuas
- Armónicos
- Fluctuaciones de tensión

Ensayos de emisiones

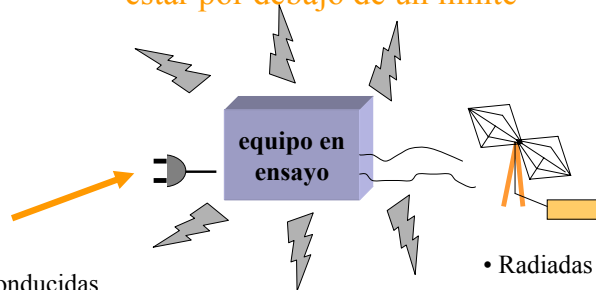


Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÈTICA

## Introducción

“estar por debajo de un límite”



- Conducidas
- Perturbaciones discontinuas
- Armónicos y fluctuaciones de tensión

• Radiadas

Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÈTICA

## Ensayos de emisiones

- Introducción
- **Emisiones conducidas**
- Emisiones radiadas
- Receptor EMI
- Emisiones conducidas discontinuas
- Armónicos
- Fluctuaciones de tensión

Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÈTICA

# Emisiones Conducidas

EN 55022

Tabla 1  
Límites de las perturbaciones conducidas en los bornes de alimentación para los ETI de Clase A

Banda de frecuencias MHz	Límites dB (µV)	
	Cusapico	Promedio
0,15 a 0,50	79	66
0,5 a 30	73	60

NOTA - El límite inferior es aplicable a la frecuencia de transición.

Tabla 2  
Límites de las perturbaciones conducidas en los bornes de alimentación para los ETI de Clase B

Banda de frecuencias MHz	Límites dB (µV)	
	Cusapico	Promedio
0,15 a 0,50	66 a 56	56 a 46
0,5 a 5	56	46
5 a 30	60	50

medida observada durante 15 s, la lectura más alta será anotada

Ensayos de emisiones

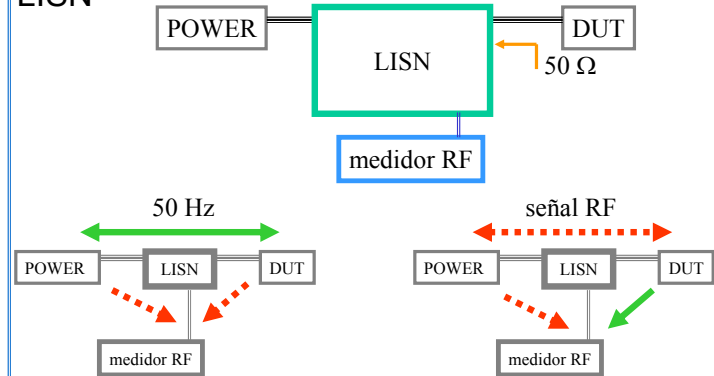


Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Emisiones Conducidas

LISN



Ensayos de emisiones

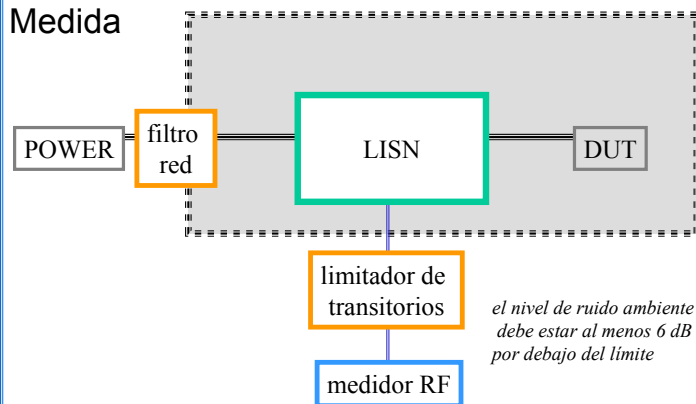


Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Emisiones Conducidas

Medida



el nivel de ruido ambiente debe estar al menos 6 dB por debajo del límite

Ensayos de emisiones

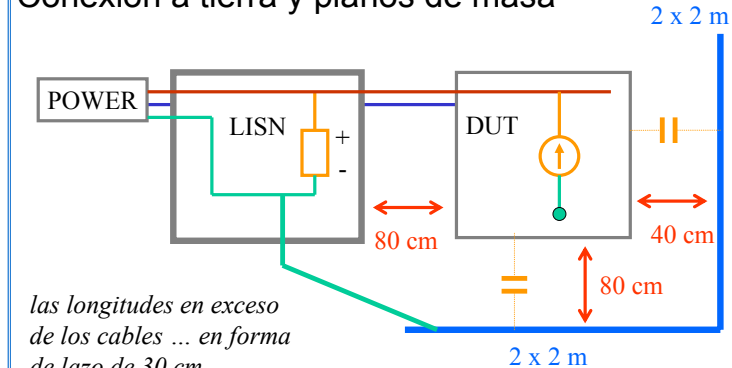


Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Emisiones Conducidas

Conexión a tierra y planos de masa



las longitudes en exceso de los cables ... en forma de lazo de 30 cm

Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Ensayos de emisiones

- Introducción
- Emisiones conducidas
- **Emisiones radiadas**
- Receptor EMI
- Emisiones conducidas discontinuas
- Armónicos
- Fluctuaciones de tensión

Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Emisiones Radiadas

## EN 55022

Tabla 3  
Límites de las perturbaciones radiadas para una distancia de medida de 10 m para los ETI de Clase A

Banda de frecuencias MHz	Límites cuasipico dB (µV/m)
30 a 230	40
230 a 1 000	47

NOTAS

- 1 El límite inferior es aplicable a frecuencia de transición.
- 2 Las disposiciones complementarias pueden ser necesarias para el caso donde se produzcan interferencias.

Tabla 4  
Límites de las perturbaciones radiadas para una distancia de medida de 10 m para los ETI de Clase B

Banda de frecuencias MHz	Límites cuasipico dB (µV/m)
30 a 230	30
230 a 1 000	37

Ensayos de emisiones

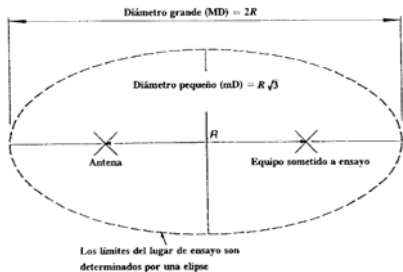


Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Emisiones Radiadas

## Lugar de ensayo



- *suelo conductor y ruido ambiente 6 dB por debajo del límite*
- *obtener el máximo al rotar ESE (EUT) 360 °,*
- *desplazar la antena entre 1 y 4 m y cambiar su polarización*
- *medida a 10 m (se permite a 3 m teniendo en cuenta limitaciones)*

Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

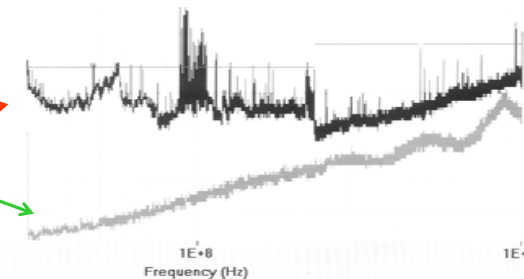
# Emisiones Radiadas

## Lugar de ensayo



Laboratorio en sótano

EUROTEM



Ensayos de emisiones

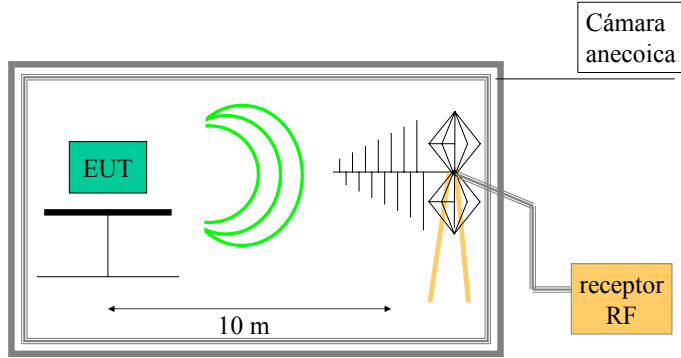


Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Emisiones Radiadas

## Cámara anecoica



Ensayos de emisiones

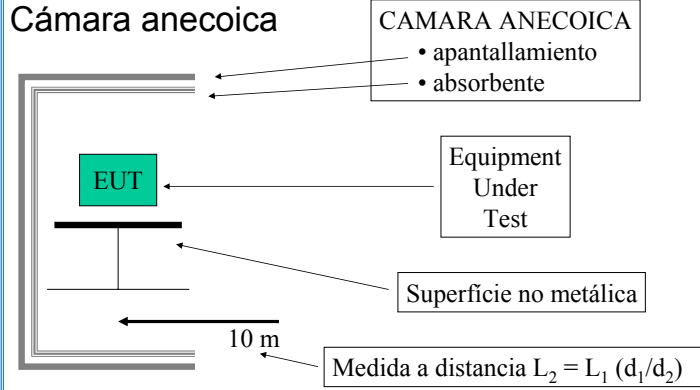


Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Emisiones Radiadas

## Cámara anecoica



Ensayos de emisiones

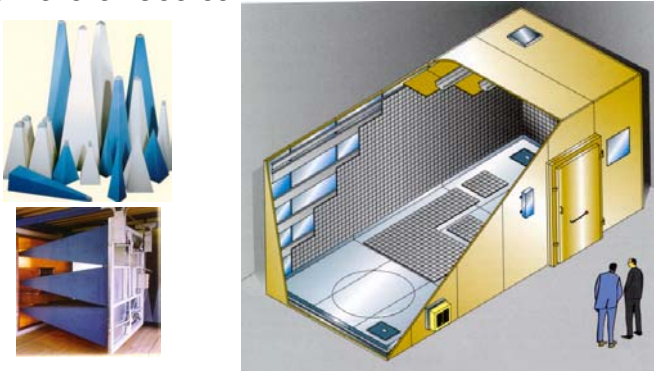


Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Emisiones Radiadas

## Cámara anecoica



Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

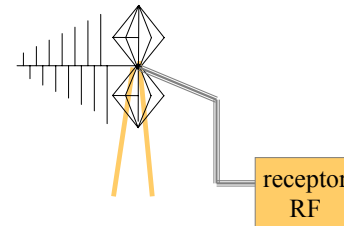
ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Emisiones Radiadas

## Antena

### ANTENA

- biconica 30 - 200 MHz
- logoperidica 200 MHz - 1 GHz
- biconilog 30 MHz - 1 GHz
- factor de antena
- polarización
- atenuación en cable



Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Ensayos de emisiones

- Introducción
- Emisiones conducidas
- Emisiones radiadas
- **Receptor EMI**
- Emisiones conducidas discontinuas
- Armónicos
- Fluctuaciones de tensión

Ensayos de emisiones



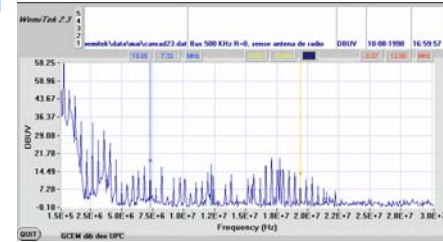
Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Receptor EMI

## Unidades

- RECEPTOR EMI
- ANALIZADOR ESPECTROS
- medida en frecuencia
- medida en dB



$$dB\mu V/m = 20 \log (X / 1 \mu V/m)$$

$$dB\mu V = 20 \log (X / 1 \mu V)$$

$$dBm = 10 \log (X / 1 mW)$$

$$dB\mu V/m = dB\mu V + F A$$

Ensayos de emisiones

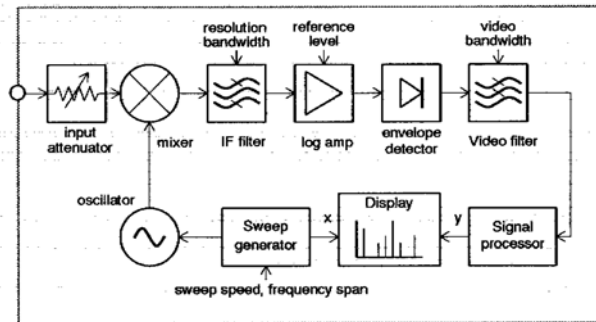


Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Receptor EMI

## Analizador de espectros



1) spectrum analyzer

Ensayos de emisiones

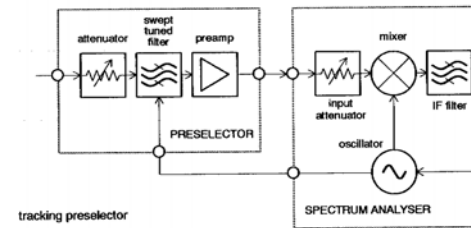


Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Receptor EMI

## Receptor emi



Ensayos de emisiones



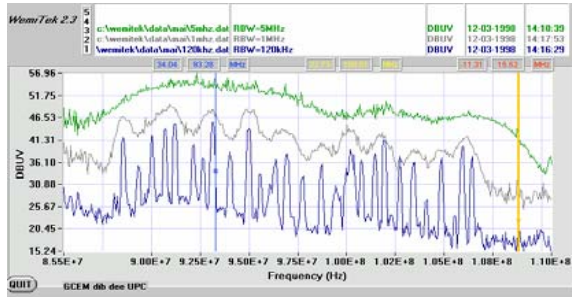
Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Receptor EMI

Ancho de banda de resolución (RBW)

10 kHz      150 kHz      30 MHz      1 GHz  
 200 Hz      9 kHz      120 kHz



Ensayos de emisiones



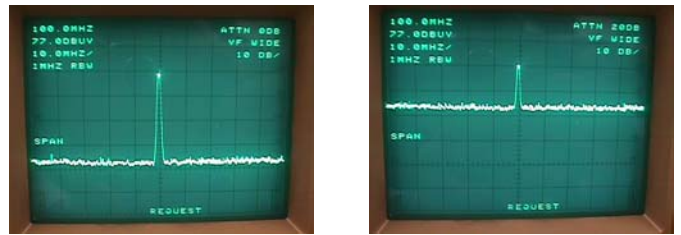
Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# Receptor EMI

Errores

saturación,  
 no linealidad  
 distorsión

ruido



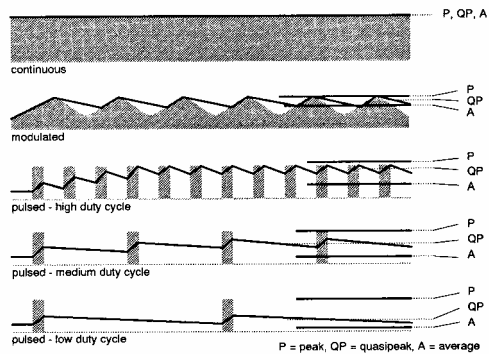
Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# Receptor EMI

Detector



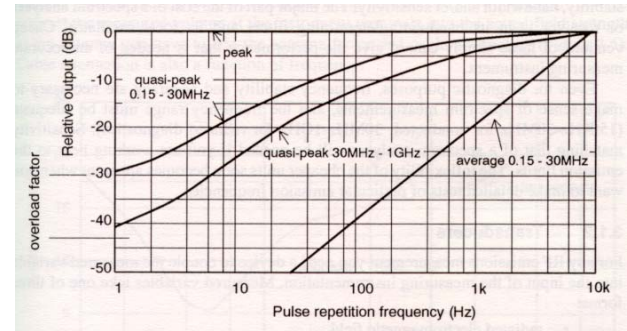
Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# Receptor EMI

Detector



Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# Ensayos de emisiones

- Introducción
- Emisiones conducidas
- Emisiones radiadas
- Receptor EMI
- **Emisiones conducidas discontinuas**
- Armónicos
- Fluctuaciones de tensión

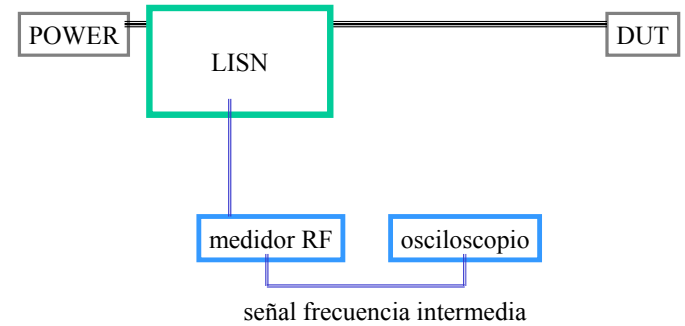
Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# EMI conducida discontinua SET UP



Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Ensayos de emisiones

- Introducción
- Emisiones conducidas
- Emisiones radiadas
- Receptor EMI
- Emisiones conducidas discontinuas
- **Armónicos**
- Fluctuaciones de tensión

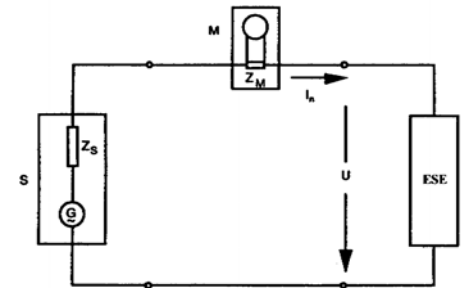
Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Armónicos SET UP



Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Armónicos

## Límites

Tabla 1  
Límites para equipos clase A

Orden del armónico n	Corriente armónica máxima admisible A
Armónicos impares	
3	2,30
5	1,14
7	0,77
9	0,40
11	0,33
13	0,21
$15 \leq n \leq 39$	$0,15 \frac{15}{n}$
Armónicos pares	
2	1,08
4	0,43
6	0,30
$8 \leq n \leq 40$	$0,23 \frac{8}{n}$

Tabla 2  
Límites para equipos clase C

Corriente armónica máxima admisible expresada en porcentaje de la corriente de entrada a la frecuencia fundamental %
2
$30 \cdot \lambda^*$
10
7
5
3

icuito.

Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Ensayos de emisiones

- Introducción
- Emisiones conducidas
- Emisiones radiadas
- Receptor EMI
- Emisiones conducidas discontinuas
- Armónicos
- **Fluctuaciones de tensión**

Ensayos de emisiones

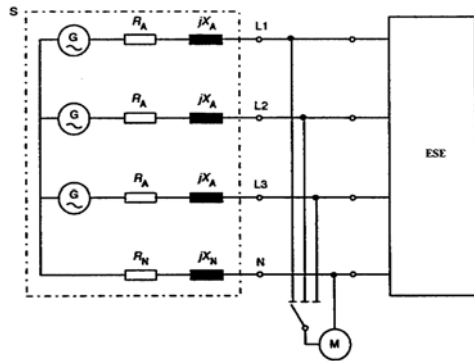


Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Armónicos

## Set up



Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

# Armónicos

## Límites

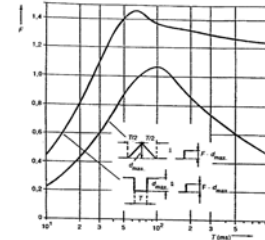


Fig. 6 - Factores de forma  $F$  para las características de tensión rectangular y triangulares

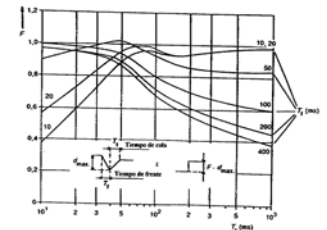


Fig. 7 - Factores de forma  $F$  para las características de tensión de arranque de motores con diferentes tiempos de frente

Ensayos de emisiones



Grup de Compatibilitat Electromagnètica  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENSAYOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA