

# Análisis de Fourier de Señales Periódicas

Señales y Sistemas  
Juan Cardelino  
juanc@fing.edu.uy

Centro Universitario Regional Litoral Norte  
Sede Paysandú  
Licenciatura en Ingeniería Biológica

Curso 2018

## Esquema

- ▶ Representación de Señales Continuas y periódicas
- ▶ Historia
- ▶ Respuesta de sistemas LIT
- ▶ Definición Serie Tiempo Continuo
- ▶ Ejemplos
- ▶ Definición Serie Tiempo Discreto
- ▶ Propiedades
- ▶ ejemplos
- ▶ Fourier y Sistemas LTI
- ▶ Filtrado

# Serie de Fourier de Tiempo Continuo

## Definicion

### Notación

- ▶ Análisis:

$$a_k = \frac{1}{T} \int_{\langle T \rangle} x(t) e^{-j\omega_0 kt} dt \quad (1)$$

- ▶ Síntesis:

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_k e^{j\omega_0 kt} \quad (2)$$



$$a_k = \mathcal{F} \{x(t)\}$$



$$x(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} a_k$$

## Propiedades

- ▶ Linealidad
- ▶ Desplazamiento en el tiempo
- ▶ Conjugación y simetría conjugada
- ▶ Diferenciación e integración
- ▶ Escalamiento de tiempo y frecuencia
- ▶ Dualidad
- ▶ Parseval
- ▶ Convolución
- ▶ Multiplicación

# Definición

## Esquema

- ▶ Representación de Señales Aperiódicas: Transformada Discreta de Fourier
- ▶ Ejemplos
- ▶ Convergencia
- ▶ La transformada de Fourier para señales periódicas
- ▶ Propiedades
- ▶ Aplicaciones: Descripción de sistemas LTI, Filtrado, modulación

# Transformada de Fourier de Tiempo Discreto

## Definición

- ▶ Ecuación de síntesis:

$$x[n] = \frac{1}{2\pi} \int_{\langle 2\pi \rangle} X(e^{jw}) e^{jwn} dw \quad (3)$$

- ▶ Ecuación de análisis:

$$X(e^{jw}) = \sum_{-\infty}^{\infty} x[n] e^{-jwn} \quad (4)$$

## Notación

$$X(e^{jw}) = \mathcal{F} \{x[n]\}$$

$$x[n] \xrightarrow{\mathcal{F}} X(e^{jw})$$

# Transformada de Fourier de Tiempo Discreto

## Convergencia

► Condición:

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} |x[n]| < \infty \quad (5)$$

# Transformada de Fourier de Tiempo Discreto

## Reconstrucción parcial

### Reconstrucción parcial

$$\tilde{x}[n] = \frac{1}{2\pi} \int_{-W}^W X(e^{jw}) e^{jwn} dw \quad (6)$$

$$\lim_{W \rightarrow 2\pi} \tilde{x}[n] = x[n] \quad (7)$$

Obs: no existe fenómeno de Gibbs



# Transformada de Fourier de Tiempo Discreto

## Señales Periódicas

- ▶ Reconstrucción parcial:

$$X(e^{jw}) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} 2\pi a_k \delta(w - kw_0) \quad (8)$$

# Transformada de Fourier de Tiempo Discreto

## Propiedades

- ▶ Periodicidad
- ▶ Linealidad
- ▶ Desplazamiento en el tiempo
- ▶ Conjugación y simetría conjugada
- ▶ Diferenciación y acumulación
- ▶ Escalamiento de tiempo y frecuencia
- ▶ Dualidad
- ▶ Parseval
- ▶ Convolución
- ▶ Multiplicación

# Filtrado

Audio

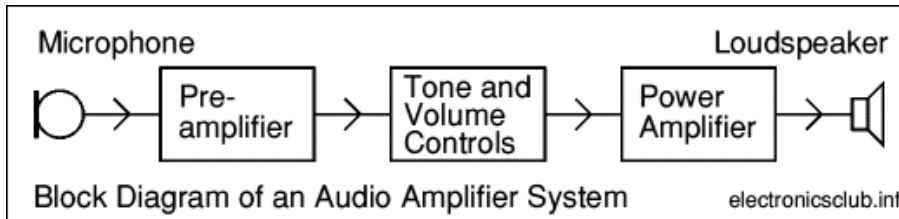


Figure: Diagrama de bloques de un sistema de audio

## Sistema de audio

- ▶ Micrófono: transductor
- ▶ Preamplificador: lleva a nivel usable
- ▶ Control de tono: Modificación de estilo
- ▶ Amplificador de potencia: volumen para el usuario
- ▶ parlante: transductor

# Filtrado

## Audio para cine



### 3 Screen Subwoofer

#### 3.1 Sound Pressure Level: +10 dB (Compared to Center Loudspeaker)

The Low-Frequency Effects channel subwoofer must have a flat response over the range of 31.5 to 120 Hz. When compared with a full-range screen channel, the subwoofer channel must be capable of producing +10 dB of in-band gain (for example, as viewed on a real-time analyzer).

#### 3.2 Frequency Response: 31.5–120 Hz, $\pm 3$ dB

**Figure:** Especificaciones de sistema de audio: subwoofer

## Subwoofer

- ▶ Más potencia
- ▶ Poco ancho de banda

# Filtrado

## Audio para cine

## 2 Screen Loudspeakers

Dolby Atmos does not place new demands on the screen loudspeakers. Existing best practice still applies. The loudspeakers must be capable of full dynamic range digital cinema content playback through a cinema screen, with a response that conforms to ISO 2969:1987/SMPTE ST 202:2010 specifications.

To ensure this performance, the following specifications are provided.

### 2.1 Number of Screen Loudspeakers

A minimum of three screen loudspeakers is required. For a screen wider than 12 meters (approximately 40 feet), we recommend the addition of left center and right center loudspeakers.

### 2.2 Sound Pressure Level: 105 dB

Each screen loudspeaker system and associated amplifiers must have a maximum output capability of 105 dB continuous sound pressure level (SPL) at the reference listening position (RLP), a point two-thirds of the distance to the rear wall of the auditorium in the middle of the seating area. Loudspeaker capability must be determined as described in [Section 6](#). If the system specifications are not known or not provided by the manufacturer, use the following guidelines for SPL at the RLP to assess each component:

- Two-way/bi-amplifier: 105 dB for the low-frequency section, 101 dB for the middle-frequency and high-frequency sections
- Three-way/tri-amplifier: 105 dB, 101 dB, 98 dB for the low-frequency, middle-frequency, and high-frequency sections, respectively
- Four-way/quad amplifier: 105 dB, 101 dB, 98 dB, 92 dB for the low-frequency, middle-frequency, high-frequency, and ultra high-frequency sections, respectively

When determining the SPL capability of a screen loudspeaker system or the low-frequency component, use half-space sensitivity if the loudspeaker is mounted in a baffle wall. We recommend an amplifier with 3 dB of headroom (that is, twice the required continuous power) to drive each element.

### 2.3 Frequency Range: 40 Hz to 16 kHz, +3/−6 dB

### 2.4 Frequency Response: 80 Hz to 16 kHz, ±3 dB

# Telecomunicaciones

## Receptor de radio

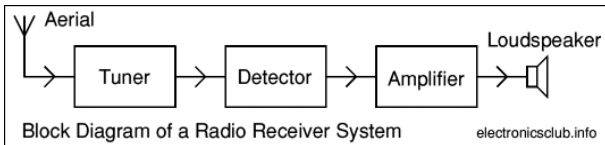


Figure: Receptor de radio

## Receptor

- ▶ Medio Físico: Atenuación con la distancia
- ▶ Sintonizador: Filtra frecuencias
- ▶ Detector: baja de frecuencia
- ▶ Amplificador: pasa a nivel audible
- ▶ Transductor: pasa a magnitudes físicas

# Filtrado

Imágenes: detección de bordes



Figure: Imagen original

# Filtrado

Imágenes: detección de bordes

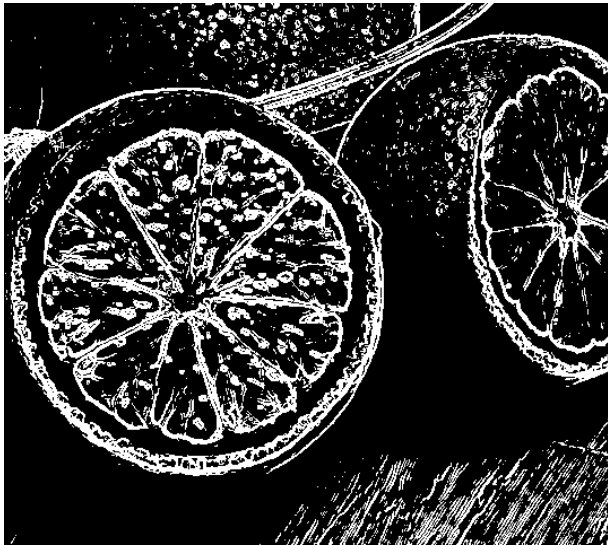


Figure: Imagen filtrada



## Referencias I