



Escola Politècnica Superior  
de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Colección de problemas de la Asignatura

# Introducción a la Ingeniería

## Tema 1

## Índice

Tema 1.	Introducción al Ciclo de la ingeniería	3
1.1	Conceptos de ciencia, técnica e ingeniería	3
	Problema 1.1 Método Científico	3
	Problema 1.2 Método Científico	3
	Problema 1.3 Método Científico	3
1.3	El ciclo de la Ingeniería	3
	Problema 1.4 El ciclo de la Ingeniería	3
	Problema 1.5 El ciclo de la Ingeniería	4
1.6	Herramientas para la ingeniería	4
	Problema 1.6 Herramientas para la ingeniería	4
1.7.	Ejemplos de aplicación del ciclo de la ingeniería	4
	Problema 1.7 Transductores y Sensores	4
	Problema 1.8 Transductores y Sensores	4
	Problema 1.9 Acondicionamiento de señal	4
	Problema 1.10 Acondicionamiento sensor - galvanómetro	4
	Problema 1.11 Acondicionamiento sensor de presión	5
	Problema 1.12 Acondicionamiento de señales	5
	Problema 1.13 Acondicionamiento de señales	6
	Problema 1.14 Calidad de las medidas	7
	Problema 1.15 Calidad de las medidas	7
	Problema 1.16 Parpadeo y sensación de movimiento	8
	Problema 1.17 Parpadeo y sensación de movimiento	8
	Problema 1.18 Frecuencias y periodos señal de TV	8
	Problema 1.19 Especificaciones señal de TV	8
	Problema 1.20 Especificaciones señal de video	9
	Problema 1.21 Especificaciones señal de video	9

## Tema 1. Introducción al Ciclo de la ingeniería

### Objetivos

Al terminar con este primer tema, el estará capacitado para:

- distinguir los conceptos de ciencia, técnica e ingeniería;
- enumerar algunos ejemplos de objetivos para las diferentes ingenierías;
- identificar un ciclo sencillo de ingeniería, y entender los diagramas de bloques de algunos de los sistemas más básicos;
- conocer al menos un ejemplo práctico de un diseño de ingeniería integral;
- enumerar algunas de las herramientas empleadas en la ingeniería;
- diseñar con un amplificador y circuito de *offset*, un bloque simple que acondicione la señal entre un sensor y un visualizador, es decir, entre dos márgenes dinámicos de señal distintos;
- conocer los criterios de definición de las especificaciones para un sistema de video;

### 1.1 Conceptos de ciencia, técnica e ingeniería

#### Problema 1.1 Método Científico

Decid en pocas líneas qué entendéis por método científico.

#### Problema 1.2 Método Científico

Según el fabricante de pulseras RainMan, la electricidad estática que circula por nuestro cuerpo contrae nuestros bronquios, pero gracias a sus pulseras esta electricidad puede descargarse y la capacidad pulmonar de quien las lleva aumenta entre un 10 y un 25%. ¿Cumple esta teoría todos los requisitos para ser considerada científica?

#### Problema 1.3 Método Científico

Según una teoría defendida por un famoso astrofísico, en los agujeros negros se forman Universos paralelos al nuestro que evolucionan independientemente sin poder entrar jamás en contacto con nosotros. ¿Cumple esta teoría todos los requisitos para ser considerada científica?

### 1.3 El ciclo de la Ingeniería

#### Problema 1.4 El ciclo de la Ingeniería

¿Cómo se aplicaría el ciclo de la ingeniería a compra de un vehículo?

## Problema 1.5 El ciclo de la Ingeniería

¿Cómo se aplicaría el ciclo de la ingeniería a encontrar un piso de estudiante?

## 1.6 Herramientas para la ingeniería

### Problema 1.6 Herramientas para la ingeniería

Dibujad un esquema en el que se explique el funcionamiento de las principales herramientas de análisis y modelado de ingeniería.

## 1.7. Ejemplos de aplicación del ciclo de la ingeniería

### 1.7.1 Ejemplo de circuito de adquisición de datos

#### Problema 1.7 Transductores y Sensores

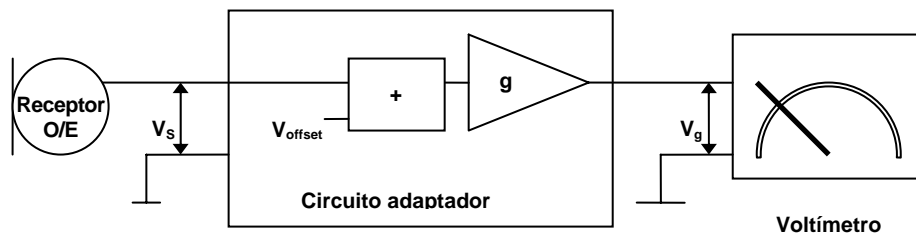
¿Qué es un transductor? ¿Hay de diferentes tipos? ¿Lo son una cámara y un altavoz?

#### Problema 1.8 Transductores y Sensores

¿Qué son los errores dinámicos de un transductor?

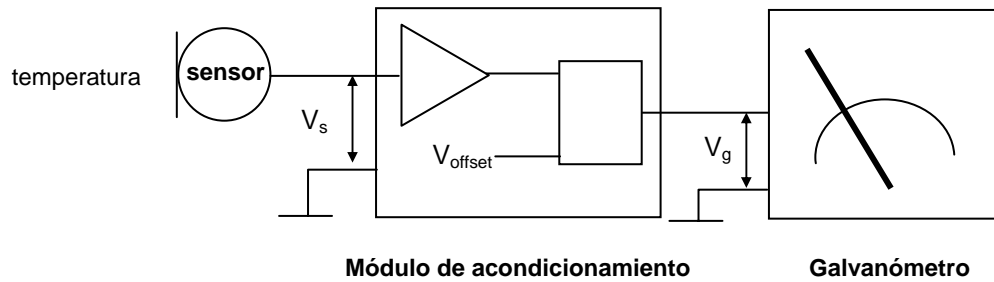
#### Problema 1.9 Acondicionamiento de señal

¿Cuál sería la ecuación que nos expresa el comportamiento de este circuito adaptador?



#### Problema 1.10 Acondicionamiento sensor - galvanómetro

Un sensor de temperatura proporciona un voltaje de salida  $V_s$  caracterizado por la ecuación:  $V_s \text{ (mV)} = 12.3 T + 4.5$  donde  $T$  es la temperatura (en  $^{\circ}\text{C}$ ). Para visualizar el valor de la medida disponemos de un sistema como el de la figura.



El margen de valores de la temperatura varía de 10°C a 90°C, mientras que el galvanómetro tiene una lectura mínima de 0 V y una lectura máxima de 12 V. Determinar:

- La función de transferencia  $V_g = a V_s + b$  para el módulo de acondicionamiento
- Los valores de amplificación y offset del módulo de acondicionamiento
- Si una vez montados los circuitos de amplificación y offset obtenemos unas medidas experimentales de  $V_g = 0.27$  V para una temperatura de 10°C y  $V_g = 11.58$  V para una temperatura de 90°C, calcular el error (valor teórico – valor experimental) de amplificación y offset
- A partir del resultado del apartado anterior, indicar qué partes del circuito deberían modificarse para ajustarse a las especificaciones iniciales

### Problema 1.11 Acondicionamiento sensor de presión

Tenemos un sensor de presión que nos proporciona un voltaje entre 1 y 2 voltios para una entrada entre 0 y 2 libras por pulgada cuadrada (p.s.i.).

- ¿Cuál será la especificación (ecuación de la recta) de un circuito adaptador que adecue la salida del sensor a la entrada del muestreador/cuantificador que acepta un voltaje entre 0 y 5 V?

### Problema 1.12 Acondicionamiento de señales

Un fotodiodo de avalancha es un transductor que convierte la potencia óptica incidente en el mismo en una corriente de salida con una responsividad (razón de transducción) dada por:

$$R_i = R_{i0} M \left[ \frac{A}{W} \right]$$

donde  $R_{i0} = 0.3$  A/W (responsividad intrínseca en corriente) y M es un factor de multiplicación o ganancia interna del fotodiodo, función de la tensión de polarización,  $V_{pol}$ .

La hoja de especificaciones (*data sheet*) del fabricante proporciona los siguientes valores de M para distintas polarizaciones:

$$M=80 (V_{pol}=-250 \text{ V}), M=120 (V_{pol}=-275 \text{ V}), M=400 (V_{pol}=-400 \text{ V}).$$

A continuación del fotodiodo sigue un amplificador corriente-tensión (también llamado de transimpedancia) de ganancia  $G_T = 5 \times 10^3$  V/A. El conjunto fotodiodo-amplificador forma el receptor opto-electrónico en cuestión.

Se pide:

- a) Diagrama de bloques del receptor opto-electrónico así formado, con indicación de las variables de entrada/salida de cada bloque y unidades.

El receptor trabaja con una polarización nominal  $V_{pol}=-275$  V.

- b) Calcular la responsividad en corriente,  $R_i$ , para dicha polarización.  
 c) Calcular la responsividad en tensión,  $R_V$ , para dicha polarización.  
 d) Sensibilidad del receptor.

El fotoreceptor se ilumina ahora con una fibra óptica que proporciona señales luminosas ON/OFF entre  $5 \mu\text{W}$  (estado OFF) y  $13 \mu\text{W}$  (estado ON). Se pretende visualizar estas señales en un voltímetro cuyo margen dinámico de entrada,  $MD_{IN}$ , va de 0 a 10 V.

- e) Diseñar un circuito de acondicionamiento adecuado, en forma de diagrama de bloques, utilizando un bloque amplificador de ganancia  $g$  y un bloque aditivo de offset de valor  $V_{OS}$ . Determine los valores de  $g$  y  $V_{OS}$  adecuados.

Se mide experimentalmente el factor  $M$  de multiplicación en función de la tensión de polarización aplicada y se observa que atiende a una curva exponencial de la forma,

$$M = f(V_{pol}) = 1.536 \exp(-15.43 \times 10^{-3} V_{pol})$$

- f) Calcular el error relativo en el factor de multiplicación  $M$ ,  $\varepsilon_{r,M}$ , resultante de comparar su valor teórico (*data sheet* del fabricante) con el medido (ajuste exponencial) para las siguientes tensiones de polarización:  $V_{pol}=-250, -275$  y  $-400$  V.  
 g) Idem el error relativo en la tensión de polarización  $V_{pol}$ ,  $\varepsilon_{r,V}$  para  $M=80, 120, 400$ .  
 h) ¿Cuál será el margen dinámico de salida del circuito de acondicionamiento,  $MD_{OUT}$ , cuando la deriva térmica causa que la responsividad en corriente,  $R_i$  ( $M=120$ ) aumente un 5 %?

### Problema 1.13 Acondicionamiento de señales

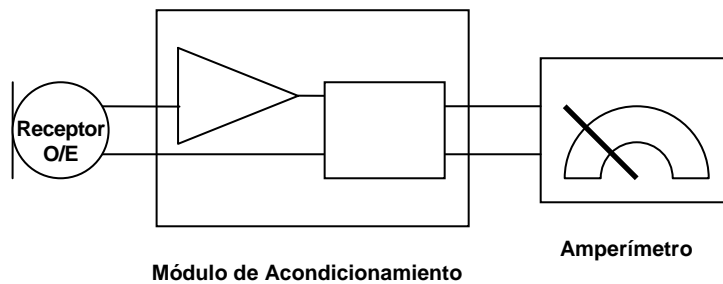
Un fotodiodo PIN es un transductor que convierte la potencia óptica incidente en el mismo en una corriente de salida con una responsividad en corriente (razón de transducción),  $R_i=360$  [mA / W]

A continuación del fotodiodo sigue un amplificador de ganancia  $G = 5 \cdot 10^3$ . El conjunto fotodiodo-amplificador forma el receptor opto-electrónico (O/E) en cuestión.

Se pide:

- a) Diagrama de bloques del receptor opto-electrónico así formado, con indicación de las variables de entrada/salida de cada bloque y unidades.  
 b) Sensibilidad del receptor.

El fotoreceptor se ilumina ahora mediante un fotoemisor que proporciona señales luminosas ON/OFF con una potencia incidente entre  $P=0,7 \mu\text{W}$  (estado OFF) y  $P=2 \mu\text{W}$  (estado ON). Se pretende visualizar estas señales en un amperímetro cuyo margen dinámico de entrada va de 0 a 20 mA.



- c) Diseñar un circuito de acondicionamiento adecuado, en forma de diagrama de bloques, utilizando un bloque amplificador de ganancia  $g$  y un bloque aditivo de corriente de *offset* de valor  $I_{\text{offset}}$ . Determine los valores de  $g$  y  $I_{\text{offset}}$  adecuados.
- d) Dibuje la función de transferencia  $I_{\text{out}} = g \cdot I_{\text{in}} + I_{\text{offset}}$  del bloque de acondicionamiento así diseñado.
- e) Si una vez montados los circuitos de amplificación y offset se miden experimentalmente,  $I_{\text{out}} = 0.6 \text{ mA}$  para el estado OFF del fotoemisor ( $P=0,7 \mu\text{W}$ ) y  $I_{\text{out}} = 19.4 \text{ mA}$  para el estado ON ( $P=2 \mu\text{W}$ ), calcule el error relativo,  $\varepsilon = \left| \frac{x_{\text{teórico}} - x_{\text{exp}}}{x_{\text{teórico}}} \right| 100 \text{ [%]}$ , de amplificación y offset.
- f) ¿Cómo clasificaría estos tipos de errores? Justifique su respuesta.

### Problema 1.14 Calidad de las medidas

Un visor digital de 3 cifras decimales (dos de ellas indican la parte decimal de la medida), muestra el peso de una báscula lineal de margen dinámico de 0 a 1.99 Kg. A continuación se muestra la tabla de calibración, obtenida a partir de la combinación de diferentes pesas de valor bien conocido:

8.88	Medida	1	2	3	4	5	6	7	8
	Peso (Kg)	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0
	Visor (ud)	0.05	0.10	0.25	0.50	1.00	2.50	5.00	E.EE

¿Cuál es la sensibilidad de la báscula? ¿y su resolución (expresarla tanto en en ud del visor como en Kg)? ¿cuánto marcaría el visor para los siguientes pesos: 0.75 gr, 2 gr y 2.5 gr? Justificar la respuesta.

### Problema 1.15 Calidad de las medidas

Defina el concepto de fidelidad de una medida. ¿Puede un sistema que presenta una alta fidelidad en sus medidas devolver un valor con muy baja exactitud? ¿cómo distinguiría la fidelidad de la exactitud en las medidas de un dispositivo?

## 1.7.2 Ejemplo de especificaciones para un sistema de vídeo

### Problema 1.16 Parpadeo y sensación de movimiento

El sistema visual humano interpreta como continuas aquellas luces de frecuencia mayor a 40 Hz (persistencia retiniana). Por otro lado, nuestro cerebro reconstruye automáticamente movimientos continuos a partir de imágenes estáticas (fenómeno phi), si éstas cambian con una determinada frecuencia. Suponga que dicha frecuencia es de un mínimo de 10 imágenes por segundo, 10 Hz.

Si se desea diseñar un sistema de video donde no se perciba parpadeo y para el que se tenga sensación de movimiento, ¿cuántas imágenes por segundo deberemos transmitir? Si, tal y como se ideó para el cinematógrafo, se desea economizar el número de fotogramas, aunque éstos se puedan exhibir más de una vez, ¿cuál es la frecuencia de fotograma, es decir, el número de fotogramas **diferentes** por segundo que deben exponerse? ¿cómo se traduce eso en términos del número de campos para el sistema de video?

### Problema 1.17 Parpadeo y sensación de movimiento

El sistema visual humano reconstruye automáticamente movimientos continuos a partir de imágenes estáticas (fenómeno phi), si éstas cambian con una frecuencia mayor a 20 imágenes por segundo. Por otro lado, nuestra retina retiene una impresión un breve periodo de tiempo después de que la visión en sí haya desaparecido. Una luz que se enciende y apaga periódicamente se interpreta como continua si lo hace suficientemente rápido. Suponga que dicha frecuencia es de un mínimo de 60 Hz.

Si se desea diseñar un sistema de video donde no se perciba parpadeo y para el que se tenga sensación de movimiento, ¿cuántas imágenes por segundo deberemos transmitir? Si, tal y como se ideó para el cinematógrafo, se desea economizar el número de fotogramas, aunque éstos se puedan exhibir más de una vez, ¿cuál es la frecuencia de fotograma, es decir, el número de fotogramas **diferentes** por segundo que deben exponerse? ¿cómo se traduce eso en términos del número de campos para el sistema de video?

### Problema 1.18 Frecuencias y periodos señal de TV

Se ha planificado diseñar un sistema de TV vigilancia de con 200 líneas de resolución y con una frecuencia de imagen de 15 imágenes por segundo. Calcular los valores de frecuencia y periodo de imagen, frecuencia y periodo de campo y frecuencia y periodo de línea.

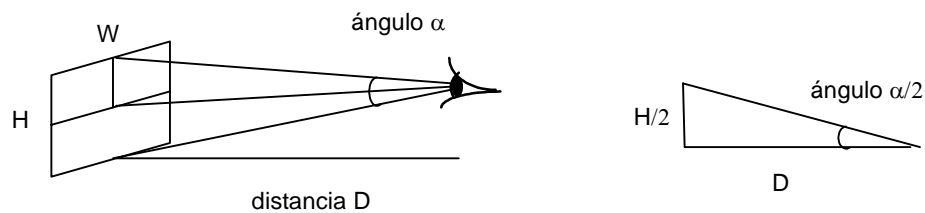
### Problema 1.19 Especificaciones señal de TV

Suponga un sistema de televisión de mano en el que se transmiten 20 imágenes por segundo. Cada imagen está formada por 475 líneas, de las



cuales sólo son visibles 425. El sistema es entrelazado y cada imagen se descompone en dos campos. La relación de aspecto de la pantalla W:H es de 16:9. Se pide:

- Determinar el tiempo que dura una imagen completa
- Determinar el tiempo que dura cada campo
- Determinar el tiempo que dura cada línea
- Calcular la frecuencia de línea
- Si la pantalla tiene un ancho W de 8 cm, y la distancia D de ésta a los ojos se estima en 45 cm, calcular el mínimo número de líneas para mantener una resolución de 1'.



Nota:  $1^\circ = 60'$

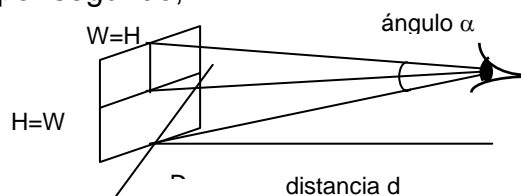
### Problema 1.20 Especificaciones señal de video

Un sistema de videoportero cuenta con una relación de pantalla 3:4 (es más alto que ancho), 240 líneas visibles de 300 líneas emitidas, y una anchura de pantalla de 3.75 cm. Si sólo emite 10 imágenes distintas por segundo,

- ¿Cuál es el tiempo de imagen? ¿Cuál es el efecto de la frecuencia de imagen seleccionada?
- Si cada imagen consta de dos campos, ¿a qué frecuencia debemos refrescarlos? ¿Cuáles son la frecuencia y el tiempo de línea?
- ¿A qué distancia tendríamos que contemplar la pantalla para no distinguir entre líneas (es decir que queden separadas por menos de un minuto de grado)?

### Problema 1.21 Especificaciones señal de video

La pantalla de un microvisualizador es cuadrada de 2 pulgadas (1 pulgada son 2.54 cm) y 200 líneas visibles de 250 líneas emitidas. Si sólo recibe 10 imágenes distintas por segundo,



- ¿Cuál es el tiempo de imagen? ¿Cuál es el efecto de la frecuencia de imagen seleccionada?
- Si cada imagen consta de dos campos, ¿a qué frecuencia debemos

refrescarlos? ¿Cuáles son la frecuencia y el tiempo de línea?

- c) ¿A qué distancia en cm tendríamos que contemplar la pantalla para no distinguir entre líneas (es decir que queden separadas por menos de un minuto de grado)?

### **Bibliografía bàsica:**

John Robinson Pierce, A. Michael Noll, "Señales. La ciencia de las telecomunicaciones", Ed. Reverté, S.A., Barcelona, 1995

Wright, P.H. Introducción a la Ingeniería. Addison Wesley, 1993.

### **Bibliografía complementària:**

Ángel Cardama, "Las Telecomunicaciones en la Sociedad de la Información", CIMNE, Reial Acadèmia de Doctors, Barcelona, 2002

Nicholas Negroponte, "El mundo digital"