

## TRANSDUCCIÓN Y MEDICIÓN DE EVENTOS FISIOLÓGICOS (parte 1)

### \* Transductores

Dispositivos que convierten eventos fisiológicos en señales eléctricas, aplicando también a la conversión de un tipo de energía a otro.

La conversión de un evento fisiológico a una señal eléctrica permite aprovechar un máximo de información, facilitando su almacenamiento, procesamiento y despliegado.

### \*Métodos para convertir eventos fisiológicos en señales eléctricas:

- a).- Variación directa o indirecta de:
  - Resistencia.
  - Capacitancia.
  - Inductancia.
  - Acoplamiento magnético.
  
- b).- Efecto piezoeléctrico.
- c).- Efecto fotoeléctrico.
- d).- Medición de voltaje o corriente producidos por eventos bioquímicos.
- e).- Detectores de energía radiante (termografías).
- f).- Medición de propiedades eléctricas de materiales biológicos.

**\* Importante diferenciar entre:**

### **Propiedad de transducción.-**

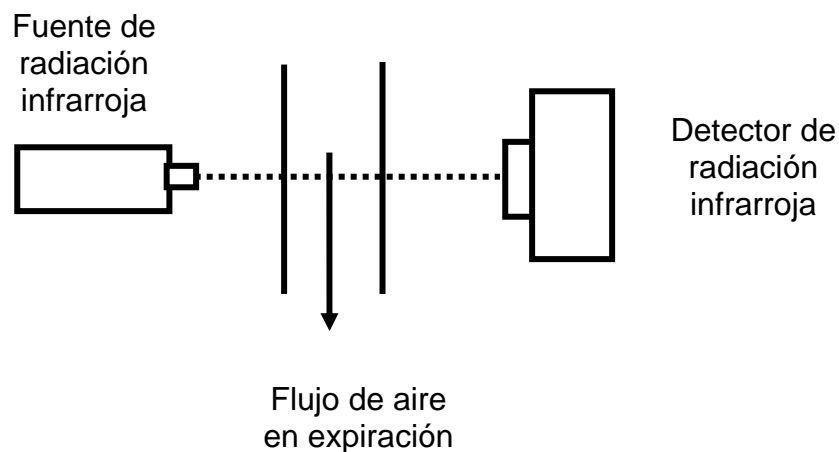
Característica singular de un evento al que se le puede aplicar un principio de transducción y que es lo que hace este evento reconocible.

### **Principio de transducción.-**

Método empleado para convertir una propiedad de transducción en una señal eléctrica.

**EJEMPLO:** Medición del CO<sub>2</sub> en la respiración.

El CO<sub>2</sub> absorbe radiación infrarroja con longitud de onda de 2.7, 4.3 y 14.7 micrones. Así, a mayor concentración de CO<sub>2</sub> mayor será la absorción de la radiación de radiación infrarroja en esa longitud de onda.



A mayor concentración de CO<sub>2</sub>, el detector sensorá menos radiación infrarroja.

Así, la propiedad de transducción será la absorción de radiación infrarroja por el CO<sub>2</sub> y el principio de transducción estará compuesto por la fuente y el detector de radiación infrarroja.

**La máxima resolución se obtendrá en función a:**

- 1.- La singularidad de la propiedad de transducción.
- 2.- La selectividad método o principio de transducción.

**Características a lograr en la medición.**

- 1.- El instrumento de medición no debe alterar el evento a medir (Primera regla de la instrumentación – Kelvin)
- 2.- El transductor debe tener un alto grado de selectividad en relación al evento a ser medido, de tal modo que tenga un alto rechazo a otro tipos de eventos.

-----

**Características que definen que tan bien el transductor puede lograr realizar la reproducción del evento.**

- a).- Linealidad en amplitud
- b).- Respuesta a la frecuencia y a distorsión de fase.

**Linealidad en amplitud.**- Capacidad del transductor a producir una señal de salida que sea directamente proporcional a la amplitud de la entrada.

Relacionada con la linealidad está la histéresis que es la capacidad del transductor de producir una salida que siga a la entrada independientemente de la dirección de cambio de la entrada.

El rango de variación del evento nunca debe exceder el rango de operación del transductor. Entradas fuera de el rango pueden dañar al transductor o decrementar su linealidad e incrementar el error de histéresis.

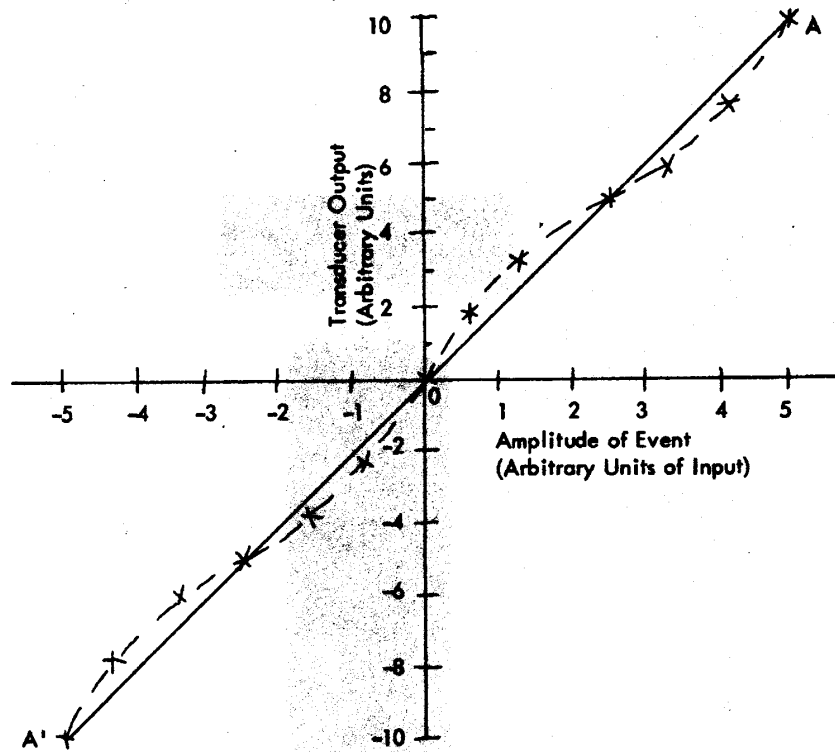


Figure 1-1. The meaning of amplitude linearity.

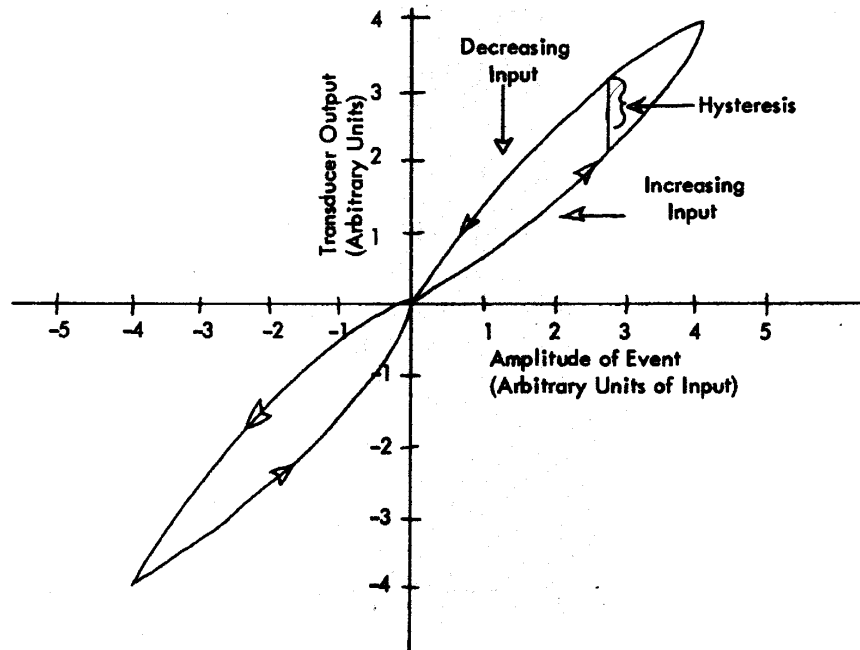


Figure 1-2. Hysteresis errors.

## CLASE 6 -- INGENIERÍA BIOMÉDICA

Por **respuesta a la frecuencia y a corrimiento de fase**. Se refiere a la capacidad del transductor a producir una señal que siga los cambios rápidos y lentos sin atenuación en amplitud ni retraso en tiempo.

Así, la respuesta a la frecuencia del transductor deberá ser igual o mayor que el establecido por el análisis de armónicas de la forma de onda del evento y para no tener distorsión de fase se requiere que el transductor pueda mantenerse en fase (sin corrimiento) ante las frecuencias senoidales presentes en el análisis de armónicas.

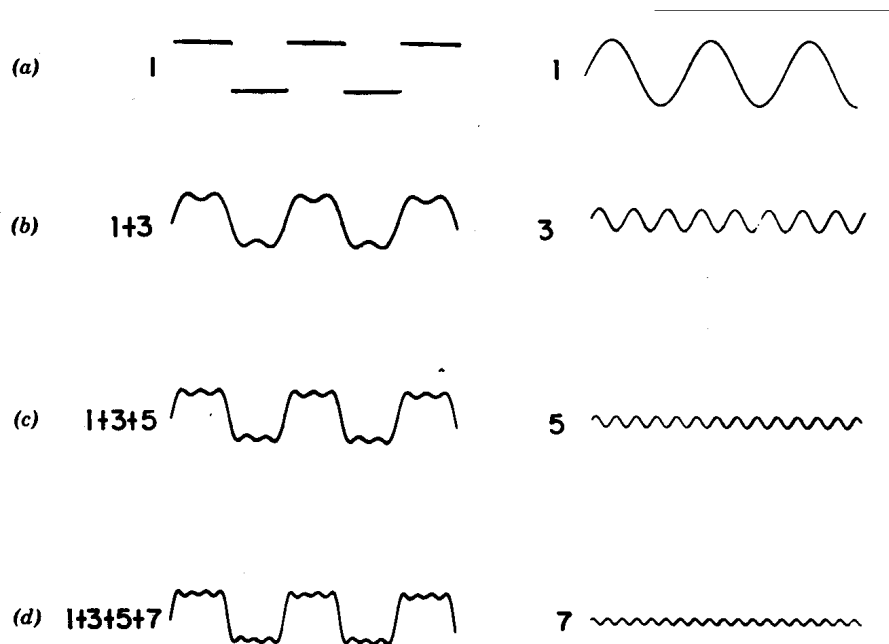


Figure 13-1. Synthesis of a square wave.

**Table 13-1 Harmonic Amplitudes of Square Wave**

Harmonic	Amplitude	Amplitude (%)
Fundamental	1	100
3rd	$\frac{1}{3}$	33
5th	$\frac{1}{5}$	20
7th	$\frac{1}{7}$	14

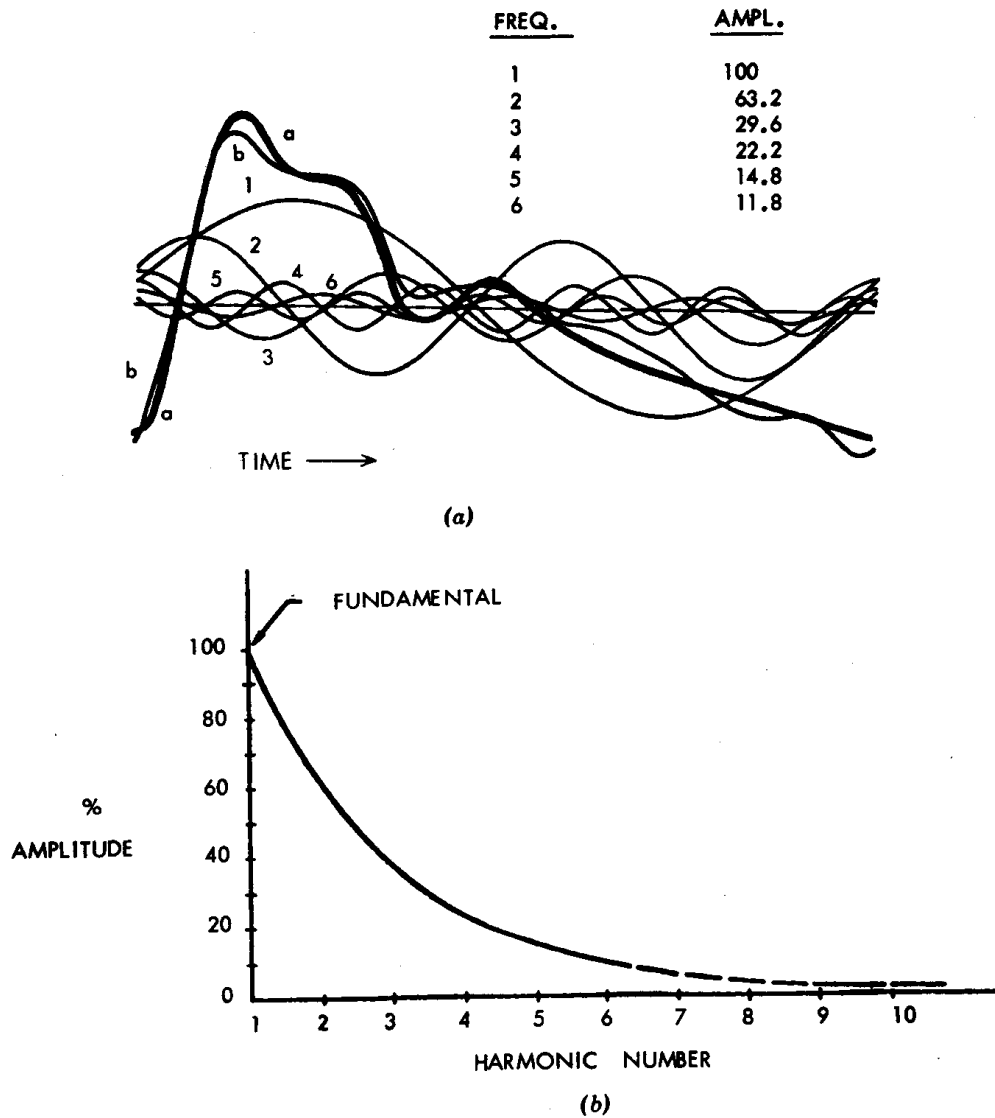
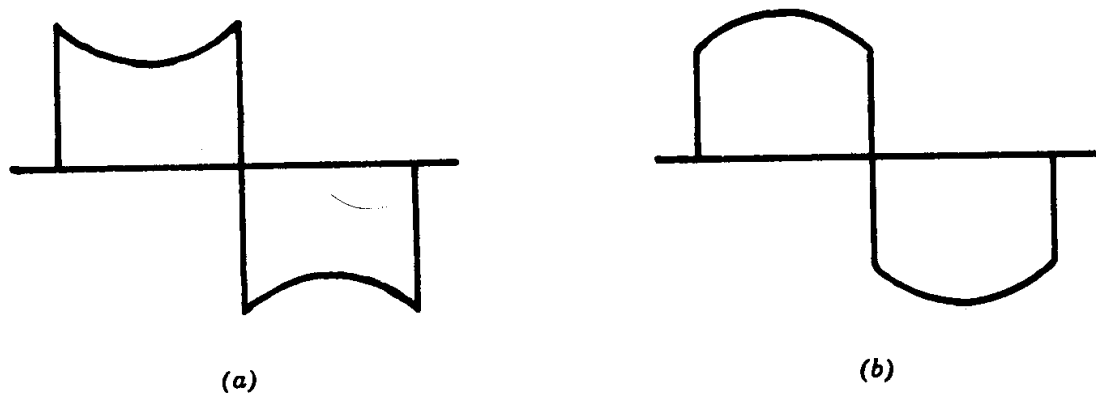
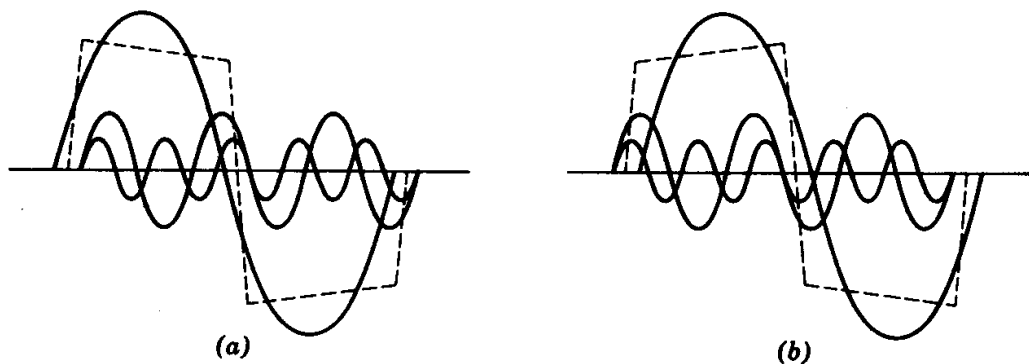


Figure 13-2. (a) Fourier analysis of a blood pressure curve; (b) harmonic amplitudes of components of a blood pressure pulse. (From data obtained by A. T. Hansen, *Pressure Measurement in the Human Organism*, Technisk Forlag, Copenhagen, 1949. By permission.)



**Figure 13-3.** Amplitude distortion: (a) loss of low-frequency response (no phase distortion); (b) increased amplification of low frequencies (no phase distortion). (From F. E. Terman, *Radio Engineers Handbook*, 1st ed., McGraw-Hill, New York, 1943. By permission.)



**Figure 13-4.** Phase distortion: (a) phase leads at low frequency (no amplitude distortion); (b) phase lags at low frequency (no amplitude distortion).

Aún cuando es deseable obtener señales lineales de todos los transductores, esto no siempre es posible, por ejemplo, el cambio en la resistencia de los termistores no es lineal en relación a la temperatura. En estos casos se tendrán que utilizar redes linearizadoras a menos que el evento pueda tolerar una calibración no lineal.

En ciertos casos la señal no es lineal por la naturaleza del evento fisiológico en si. Por ejemplo, lo rojo de la sangre presenta una relación logarítmica con el grado de saturación de oxígeno, así, un detector de emisiones rojas e infrarrojas requerirá el uso de un dispositivo especial de procesamiento para obtener una señal lineal relacionada con la saturación de oxígeno en sangre.