

Curso de Electricidad, Electrónica e  
Instrumentación Biomédica con Seguridad  
*- CEE/BS -*

---

2008

# Corriente sobre el cuerpo humano - Efectos

---

CEEIBS - Clase 6

- **Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica alterna:**
  - **Tetanización:** movimiento incontrolado de los músculos debido a la acción de la corriente eléctrica, con pérdida de control generalmente de brazos y piernas.
  - **Asfixia:** si el centro nervioso que regula la respiración se ve afectado por la corriente, puede llegar a producirse un paro respiratorio.
  - **Quemaduras:** el pasaje de la corriente por el cuerpo humano es acompañado de disipación de calor por efecto joule, produciendo quemaduras internas y externas.

- **Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica alterna:**
  - **Fibrilación ventricular:** en cardiología se denomina “fibrilación” a una sucesión de contracciones rápidas y desordenadas de las fibras del miocardio, cuando la fibrilación afecta a los ventrículos es rápidamente mortal. En la mayoría de los accidentes eléctricos fatales, la muerte del afectado se produce por esta causa. La fibrilación ventricular se desencadena cuando una corriente de amplitud suficiente excita las fibras de los ventrículos durante la fracción del ciclo cardíaco en la que se produce la relajación del miocardio. Este período de relajación se denomina “período vulnerable” y abarca una fracción relativamente pequeña del ciclo cardíaco (entre un 10 y 20%).

# Corriente sobre el cuerpo humano - Efectos

---

*CEEIBS - Clase 6*

- **Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica alterna:**
  - **Otros efectos:** efectos fisiológicos tales como las contracciones musculares, dificultades de respiración, incremento en la presión arterial, perturbaciones en la formación y propagación de los impulsos en el corazón, incluida la fibrilación auricular y paros cardíacos temporales. Estos efectos usualmente no son mortales y son reversibles.

# Corriente sobre el cuerpo humano - Efectos

---

CEEIBS - Clase 6

- **Factores que influyen en los efectos de la corriente alterna:**

La corriente que circula por el cuerpo humano depende de la tensión de contacto y de la impedancia (Z) que encuentra la corriente durante su trayecto a través del cuerpo:

$$\boxed{V = Z \times I} \quad \longrightarrow \quad \boxed{I = V / Z}$$

(Ley de Ohm)

# Corriente sobre el cuerpo humano - Efectos

---

*CEEIBS - Clase 6*

- **La impedancia del cuerpo humano depende de:**
  - Tensión de contacto.
  - Condiciones de humedad de la piel.
  - Frecuencia de la corriente.
  - Condiciones del contacto: presión y área de contacto.
  - Trayectoria de la corriente por el cuerpo.
  - Condiciones fisiológicas de la persona.
  - Sexo.

# Corriente sobre el cuerpo humano - Efectos

CEEIBS - Clase 6

- Influencia de la tensión de contacto:**

En la tabla 1 se indican los valores de la impedancia total del cuerpo humano en función de la tensión de contacto, válidos para corriente alterna con frecuencia 50Hz, para un trayecto mano a mano o mano a pie, con superficie de contacto normales (50 a 100cm<sup>2</sup>) y en estado seco.

Tabla 1: Impedancia total del cuerpo humano en función de la tensión de contacto			
Tensión de Contacto (V)	Valores de impedancia total ( $\Omega$ ) del cuerpo humano que no son superados por el porcentaje de personas que se indica		
	95%	50%	5%
25	6100	3250	1750
50	4375	2625	1450
75	3500	2200	1250
100	3200	1875	1200
125	2875	1625	1125
220	2125	1350	1000
700	1550	1100	750
1000	1500	1050	700
Valor asintótico	850	750	650

Como se puede observar en la tabla 1, la impedancia del cuerpo disminuye con el aumento de la tensión de contacto, por lo que el crecimiento de la corriente no es lineal con la tensión de contacto.

- Influencia de la humedad de la piel:**

La impedancia del cuerpo está muy influenciada por las condiciones de humedad de la piel. A modo de ejemplo, se suelen considerar los siguientes valores medios para la resistencia del cuerpo en corriente alterna a 50Hz:  $1600\Omega$  en estado seco,  $800\Omega$  en estado mojado y  $200\Omega$  en estado inmerso en agua.

Así es que la norma internacional de instalaciones eléctricas de baja tensión IEC 60364, consideran tres posibles condiciones según los criterios expuestos en la tabla 2.

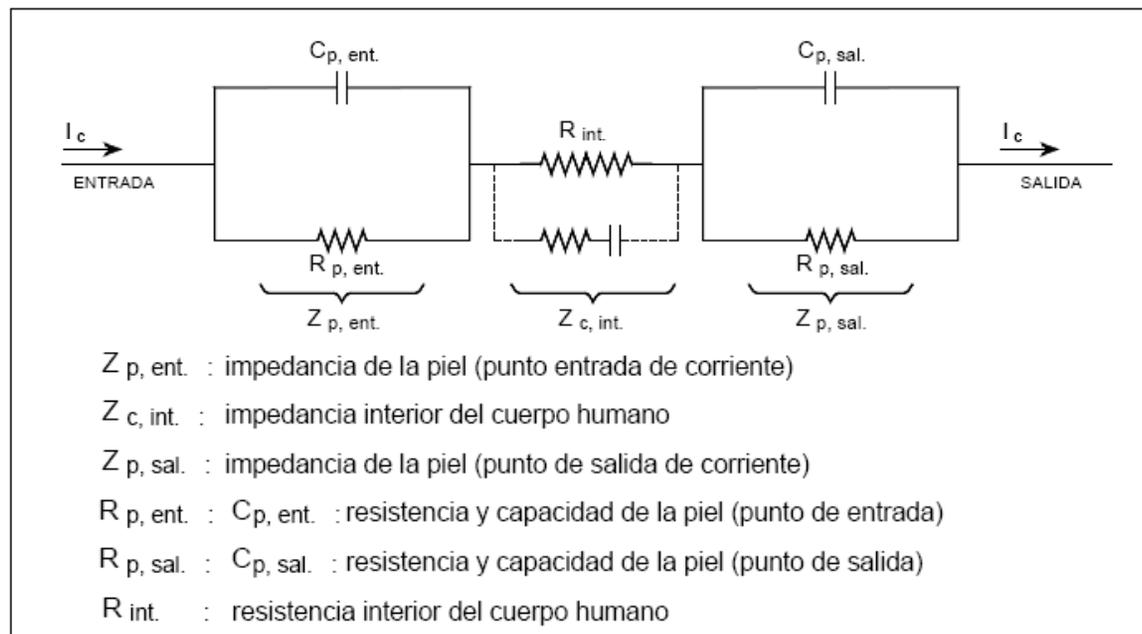
Tabla 2: Estados de humedad normalizados para determinar la resistencia del cuerpo humano	
Estado	Aplicación
Estado seco	La persona tiene la piel seca o húmeda de sudoración normal, y se considera el individuo con calzado.
Estado mojado	La persona tiene la piel mojada, y se considera el individuo sin zapatos
Estado inmerso en agua	La persona inmersa en agua.

# Corriente sobre el cuerpo humano - Efectos

CEEIBS - Clase 6

- Influencia de la frecuencia:**

La impedancia del cuerpo humano disminuye con el aumento de la frecuencia, hecho que se puede explicar a partir del modelo de la norma IEC 60479-1.



2008

# Corriente sobre el cuerpo humano - Efectos

---

*CEEIBS - Clase 6*

Las impedancias de los puntos de entrada y salida del cuerpo (piel) presentan una componente resistiva y otra capacitiva, mientras que la del interior es prácticamente resistiva con un valor próximo a los  $500\Omega$ .

Por ello, es la impedancia de la piel la que tiene la contribución más importante a la impedancia total del cuerpo humano, siendo muy influida por el estado de la misma.

- **Influencia de las condiciones de contacto:**

Además la impedancia de los puntos de contacto depende fundamentalmente de la superficie de contacto y de la presión de contacto. Además depende mucho, como ya mencionamos antes, del estado de humedad de la piel y del estado de la misma.

# Corriente sobre el cuerpo humano - Efectos

---

*CEEIBS - Clase 6*

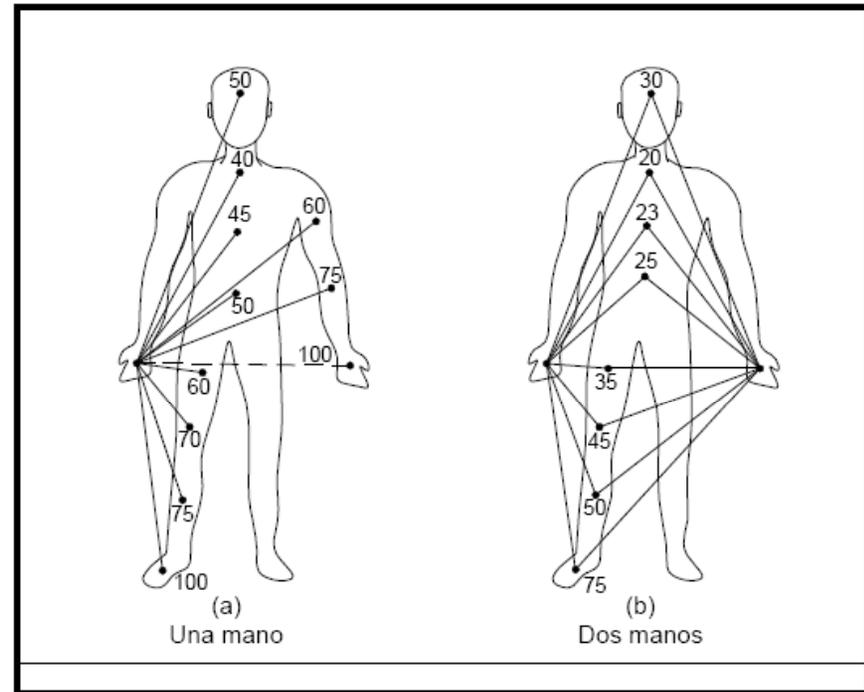
- **Trayectoria de la corriente por el cuerpo:**

La impedancia del cuerpo depende de la trayectoria que recorre la corriente por el cuerpo. Las trayectorias que pasan por órganos vitales (cerebro, corazón, pulmones, etc.) presentan un mayor riesgo.

# Corriente sobre el cuerpo humano - Efectos

CEEIBS - Clase 6

En la figura 2 se muestran los porcentajes del valor de la impedancia entre una mano y diferentes partes del cuerpo (Figura 2a) y entre dos manos y diferentes partes del cuerpo (Figura 2b) respecto a la impedancia correspondiente a la trayectoria mano-mano.



Así por ejemplo, una trayectoria mano-cabeza tendrá una impedancia del 50% de la impedancia que corresponde a una trayectoria mano-mano o mano-pie.

# Corriente sobre el cuerpo humano - Efectos

---

CEEIBS - Clase 6

- **Condiciones fisiológicas y sexo:**

La impedancia también depende del individuo, como ser, estatura, peso, edad, estado, hombre o mujer, etc.

- **Tensión de contacto, límite de seguridad:**

Se define como el valor máximo de la tensión de contacto que se admite que puede mantenerse indefinidamente en condiciones dadas:

- Estado seco: 50 V
- Estado mojado: 25 V
- Estado inmerso en agua: 12 V

- **Tiempos máximos de seguridad:**

Cuando la tensión de contacto supera la tensión de contacto límite de seguridad, para cada tensión de contacto y en las condiciones dadas se define el tiempo máximo al que el cuerpo humano puede estar sometido a esa tensión.

# Corriente sobre el cuerpo humano - Efectos

---

CEEIBS - Clase 6

Para clasificar las situaciones de riesgo eléctrico se definen dos modalidades de conexión llamadas macroshock y microshock:

- **Macroshock:**

Es cuando la corriente circula por el cuerpo atravesando la piel, por ejemplo de mano a mano o mano a pie.

Se toma como límite de seguridad **10 mA**.

- **Microshock:**

Es cuando uno de los contactos es directamente a la superficie del corazón y el otro cualquier parte del cuerpo.

Se toma como límite de seguridad **10  $\mu$ A**.

**FIN**