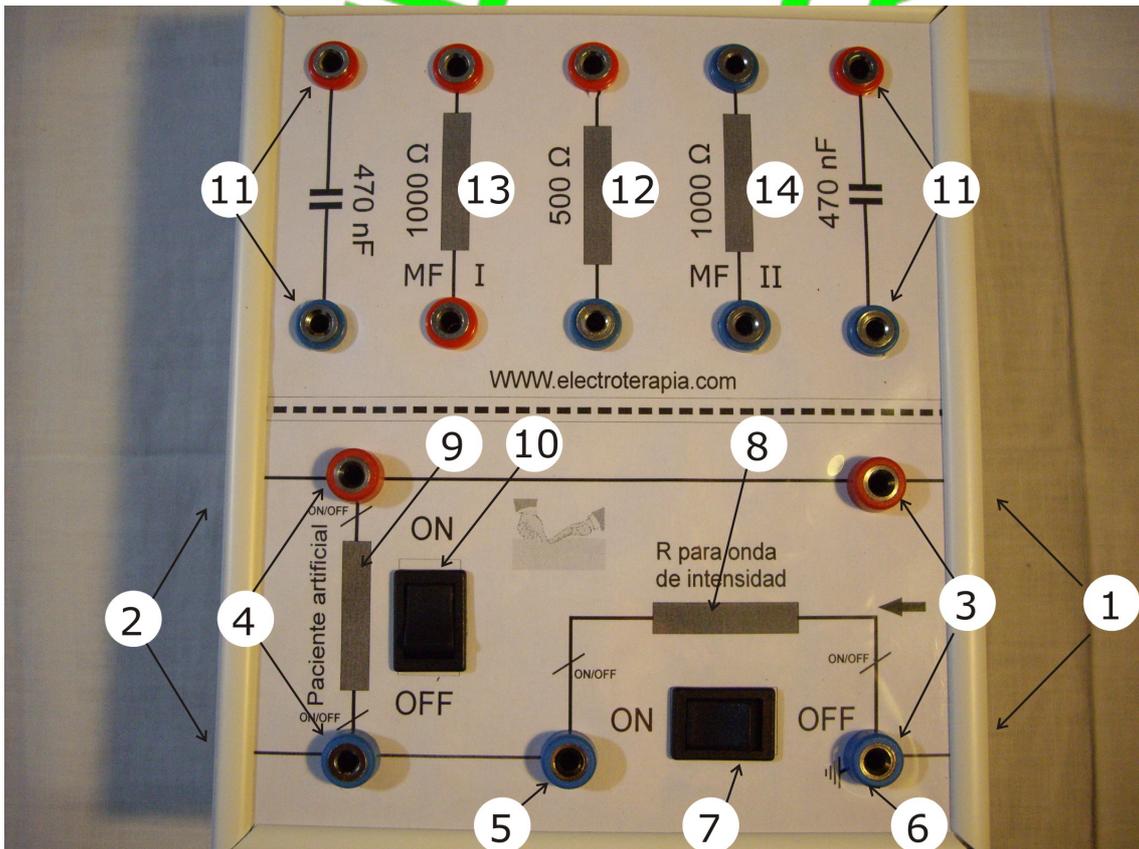
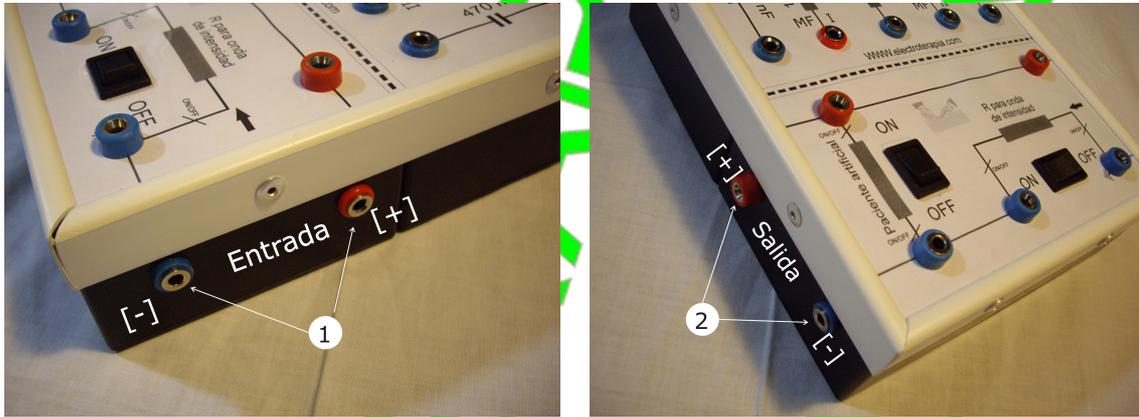


Caja de pruebas o de prácticas para electroterapia

Para realizar muchas de las pruebas propuestas, usaremos una caja para tal efecto. Esta consta de conexiones para funciones diferentes, las cuales pueden ser:

Parte próxima del panel



1.—Dos hembrillas hembra laterales para la entrada de las corrientes

2.—Dos hembrillas hembra laterales para la posible salida hacia el paciente

Entre la salida y la entrada hay una línea superior que las une indicando que la continuidad del conductor. Las hembrillas de color rojo indican que se destinan al polo positivo de la corriente. La línea inferior (con hembrillas de color azul, negro u otro color) se reserva para el negativo. Esta línea posee una interrupción (a voluntad) en la que se realizarán diferentes mediciones.

- 3.—Par de hembrillas para conexión de instrumentos de medida a la entrada.
- 4.—Par de hembrillas de prueba para conexión de instrumentos a la salida.
- 5.—Hembrilla para conexión de instrumentos de medida y, puenteadada con la [6], permite el paso sin obstáculos por la línea (-) desde la entrada hasta la salida.
- 6.—Hembrilla que sirve de conexión de pruebas, para puentear con la hembrilla [5] y es el punto de masa (MASA o común) cuando se realizan las tomas de osciloscopio para ver la onda de voltaje y la de intensidad. También está señalada como “par de hembrillas 3”
- 7.—Interruptor para intercalar en el circuito (a voluntad) una resistencia destinada a medir la onda de intensidad.
- 8.—Resistencia que permite la medición de las ondas de intensidad.
- 9.—Resistencia que hace las veces de paciente artificial, si así se desea.
- 10.—Interruptor que permite intercalar (a voluntad) la resistencia que hace de paciente artificial.

Ver detenidamente cada indicación de la figura.

Parte lejana del panel

Una línea punteada divide el panel frontal en los dos sectores, el cercano ya visto y el lejano con los siguientes elementos:

Básicamente consta de cinco componentes electrónicos SIN INTERCONEXIÓN ENTRE ELLOS para poder usarlos de forma y manera que se solicite en cada prueba o cada experimento que se pretenda realizar.

11.—Parejas de hembrillas (a izquierda y a derecha) entre las que se encuentra su respectivo condensador de unos 470 nF (un condensador a cada lado) a fin de poder realizar diferentes montajes. En otros modelos de cajas un condensador es de 100 nF y el otro de 470 nF.

12.—Resistencia de unos 500 Ohms para carga a modo de paciente artificial en baja frecuencia y poderla conexas con cualquiera de las otras según las exigencias de la experimentación pretendida. Las hembrillas son de diferente color para indicar el (+) y el (-) aunque estos componentes no exigen polaridad.

13.—Resistencia de unos 1000 Ohms (las hembrillas son del mismo color rojo) para usar a modo de paciente artificial en el canal I de interferenciales. Así mismo, puede utilizarse en otros experimentos.

14.—Resistencia de unos 1000 Ohms (las hembrillas son del mismo color azul o negro) para usar a modo de paciente artificial en el canal II de interferenciales. Así mismo, puede utilizarse en otros experimentos.

En esta zona podemos realizar aplicaciones en serie, en paralelo, ambas simultáneamente, divisores de tensión, etc.

La caja está acompañada de seis parejas de cables cortos (con sus correspondientes clavijas machos) para interconexas, puentear o modificar y derivar el circuito, a fin de poder realizar múltiples pruebas.

En ambas zonas se usan hembrillas de color rojo para el polo (+) y hembrillas de color azul para el polo (-). En las resistencias [13] y [14], la rotulaciones de MF I (rojo) y MF II (azul) siguen la nomenclatura de las corrientes en electroterapia, según la cual, en media frecuencia un color indica un canal (no la polaridad de un canal) y el otro canal el otro color porque en media frecuencia no existe la polaridad.

A esta versión de caja la ha precedido otro modelo anterior más reducido pero con hembrillas por ambas caras, lo cual implicaba limitaciones en el uso, cuando se pretendían combinar ambas zonas a la vez. En muchas pruebas pueden verse fotografías con el modelo anterior.

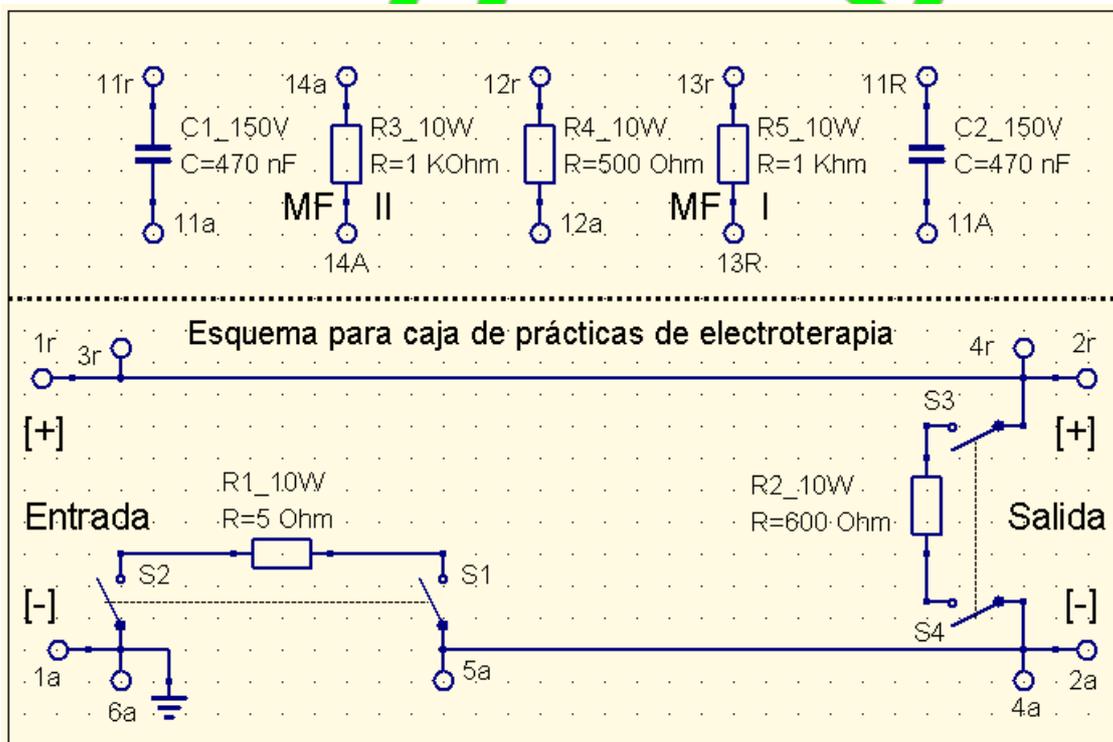
Es frecuente que en electroterapia encontremos varias combinaciones de colores, pero siempre usaremos el rojo para el (+) y el negro, azul, gris, verde, etc para el (-).

En cada ejercicio o práctica se explicará el modo de uso de la referida "caja de prácticas".

Esquema eléctrico de la caja de pruebas.

Como se puede apreciar en el siguiente esquema, está dividido en dos partes:

1.—La superior en la que 5 componentes electrónicos pasivos están conectados a sus propias hembrillas de conexión.



2.—La parte inferior es por la que la corriente aplicada en la [entrada] pasará hacia la [salida], o la desviamos hacia [R2] para que actúe como paciente artificial. La resistencia [R1] es un divisor de tensión para conseguir señal cuando entre sus extremos se conecta la sonda de un osciloscopio. Serán las ondas de intensidad. Los interruptores son dobles de manera que, uno conecta y desconecta la resistencia [R1] y el otro conecta y desconecta [R2]. La hembrilla [6a] se considera el punto de MASA sobre el que se unirán las pinzas de masa del, o de los osciloscopios que se utilicen.

Conceptos básicos de la impedancia corporal

La impedancia es un comportamiento de la materia (cuerpo humano en este caso) resultante de otros tres que se interrelacionan cuando la energía eléctrica circula por la materia. Concepto también aplicable a otras energías como en US.

La impedancia (Z) es la suma vectorial (vectores en ángulos diferentes) de tres tipos de resistencia:

- Óhmica (R)
- Capacitiva o capacitativa (X_c) e
- Inductiva (X_l)

La impedancia aparece cuando las corrientes son variables en su forma (la galvánica únicamente genera resistencia óhmica (R)) todas las demás generan y soportan las otras dos. En un circuito donde estén presentes condensadores, aparecerá la reactancia capacitiva (C), si existen bobinas, aparecerá la inductiva (L) y donde haya un resistor, la óhmica (R). La resultante de más de una se denomina impedancia (Z). Ver el epígrafe: *Medida de la impedancia corporal*

Así, dependiendo de diversas circunstancias podemos tener circuitos R , circuitos RC , circuitos RL , circuitos LC y circuitos RCL . El organismo humano es un circuito RC y ello implica que se van a producir alteraciones en las formas de las ondas.

La resistencia óhmica [R] provoca freno, dificultad para el avance energético y caída en la energía según se van superando etapas. Aparece en todas las modalidades de aporte energético.

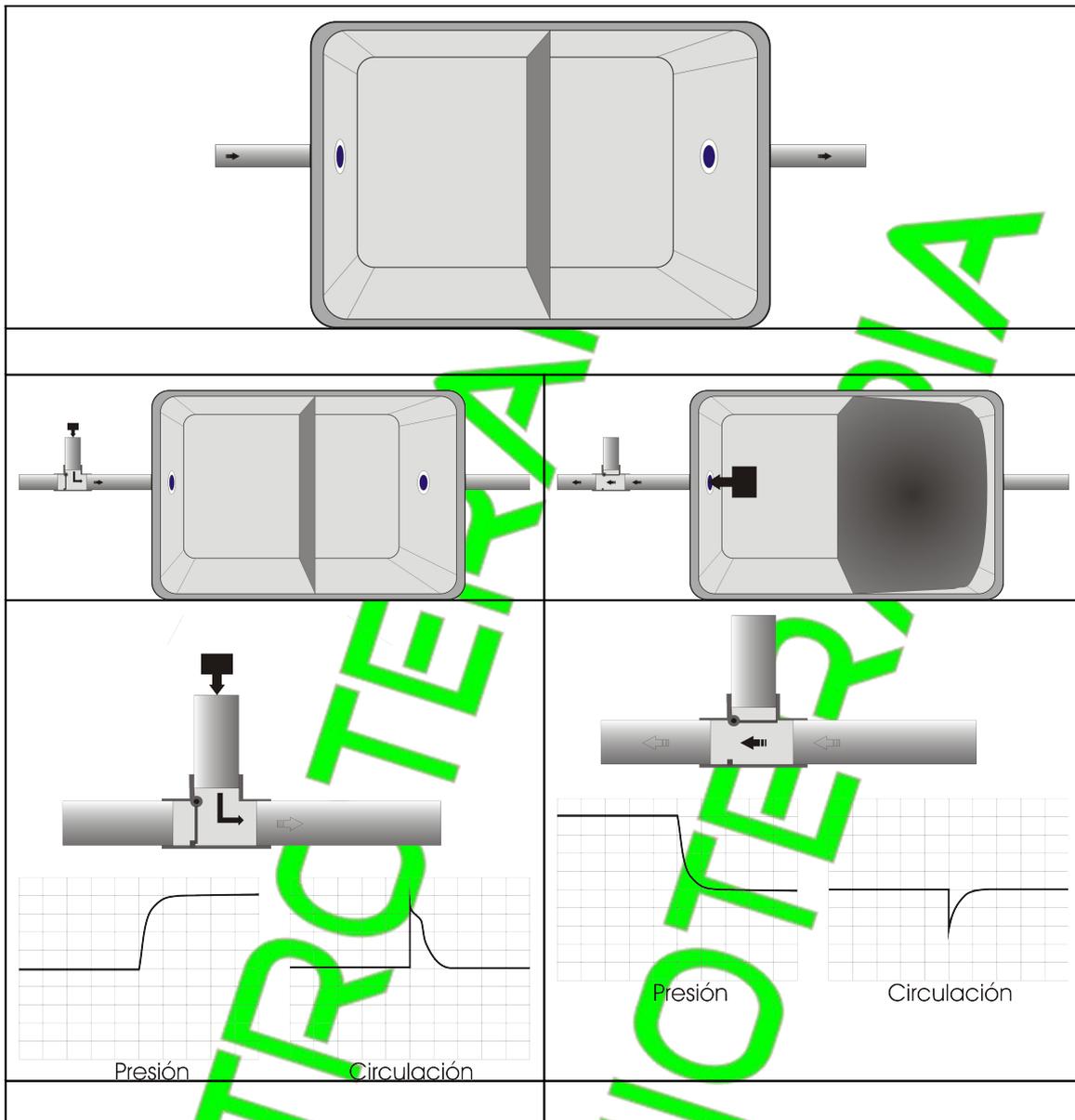
La resistencia inductiva (reactancia inductiva) [X_l] es propia de las bobinas y provocan en la energía eléctrica "auto inducción" y retraso en el flujo de energía, pero no en la presión o voltaje. Además generan un campo magnético. Para entenderlo podemos imaginar el sistema arterial del cuerpo humano. ¿Qué ocurriría si las arterias fueran rígidas? La oleada sistólica perdería presión inmediatamente y el alcance circulatorio sería corto. Pero la elasticidad arterial permite que se mantenga la oleada y un "auto empuje" que mantiene la presión aunque retrase un poco el flujo. Este ejemplo nos puede hacer entender el comportamiento de la reactancia inductiva. Pero este fenómeno en el organismo no aparece ante el paso de energía eléctrica, entonces queda descartado de nuestro interés en la impedancia corporal.

La resistencia capacitiva (propia de la reactancia capacitiva) [X_c] se debe al comportamiento de las células, de la grasa, de las interfases tisulares, etc, a modo de condensadores. La reactancia capacitiva provoca retraso en la presión (voltaje) y puede permitir o no, el flujo del fluido.

Llamamos flujo del fluido a lo que en energía eléctrica se denomina corriente o intensidad. Los condensadores permiten el paso o no, dependiendo de cómo se aplique la energía:

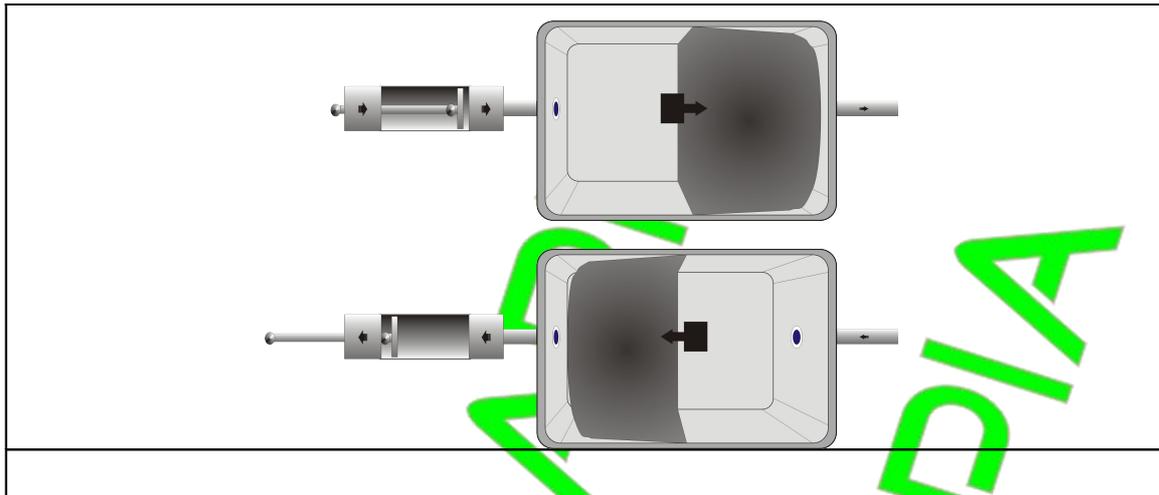
- Si es la galvánica, no pasa
- Si es pulsada o interrumpida galvánica, cierta cantidad pasa pero deforma la onda.
- Si es alterna sinusoidal, si pasa pero con desfase.

Es importante entender el comportamiento del condensador en los circuitos eléctricos. Para ello lo vamos a imaginar en un circuito de otro fluido como aire o líquidos. El condensador es comparable a una cavidad o dilatación **rígida** (acumulador) en la tubería que conduce el fluido pero con una **membrana elástica** que divide la cavidad en dos.

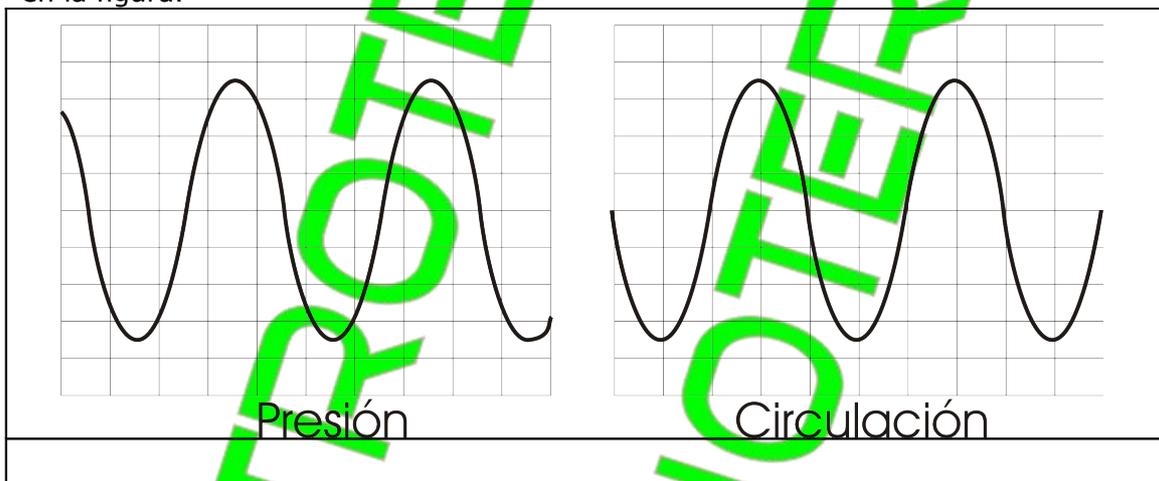


Cuando aplicamos el fluido de forma pulsada, esta cavidad se tiene que llenar y además la membrana cederá, pero no permite el paso al otro lado. Así, ante la galvánica pura, se llenará un lado, se vaciará el otro, y después del momento del cambio, no pasará el fluido. Ante la galvánica pulsada los cambios en la forma de onda se aprecian al inicio del pulso y al retirar el pulso. Y por fin, ante la alterna sinusoidal se llenan y se vacían ambos lados alternativamente y repetidas veces; consideramos que sí hay paso de energía.

En la figura se presenta un mecanismo en el que una válvula se abre y se cierra bruscamente para simular pulsos de entrada de fluido y retirada brusca de la inyección de fluido (pulsos cuadrados monofásicos). Debajo se representa gráficamente el comportamiento de la presión (voltaje) y del flujo del fluido (intensidad). En la columna de la izquierda, comportamiento con la entrada del pulso; en la columna de la derecha, comportamiento con la salida del pulso. Imágenes de este tipo las veremos en osciloscopio con corrientes monofásicas.



En la figura se simula el modo en que se genera y circula la corriente alterna. Como las dos partes de la cavidad contienen fluido, la presión ejercida en una parte se transmite a la otra, a través de la membrana. Por esto se considera que los condensadores conducen las corrientes alternas, pero en esa traslación de energía a través de la membrana elástica, se produce un retraso en la presión, como se ve en la figura.



Dado que el organismo tiene el doble comportamiento de condensador y de resistencia óhmica, lógicamente tendremos que hablar de impedancia como comportamiento de carga en el circuito que se forma [estimulador→paciente]. La impedancia se debe representar por un valor numérico en ohmios, seguido de un valor angular en grados sexagesimales que nos indica el predominio de resistencia o de reactancia.

El tipo de tejidos, el estado de los tejidos, situaciones de patología, parámetros de las corrientes etc. Condicionan los efectos y las respuestas provocadas por las corrientes aplicadas.

Intensidades del circuito

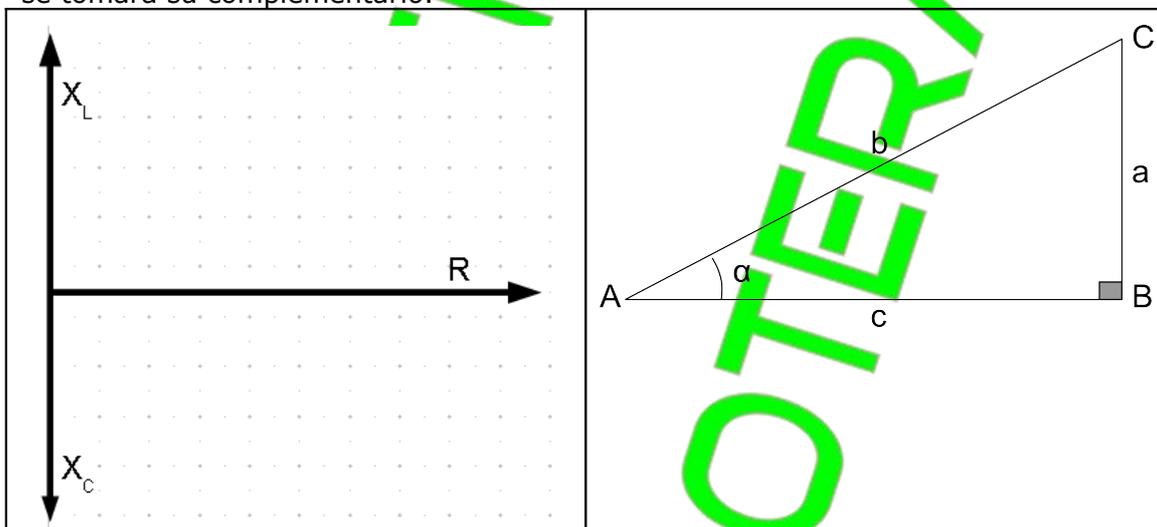
Cuando nos referimos a la impedancia, consideramos propiedades de la materia ante el paso energético. Pero el paso energético también podemos medirlo y diferenciarlo en cuanto a la intensidad que circula por los tejidos de comportamiento resistivo [I de R], el de los tejidos con comportamiento capacitivo [I de X_c] o una intensidad resultante de la suma de ambas [I de Z] con su respectivo ángulo de desfase; pero no una suma lineal, sino una suma vectorial de dos vectores a 90° entre sí.

Normalmente para hallar la impedancia corporal partimos de medir parámetros de voltaje y de intensidad del circuito. Podemos trabajar con éstos (los tres tipos de intensidad) o con el comportamiento corporal y sus tres tipos de resistencia.

Tanto para un método como para el otro, normalmente se desarrollan los cálculos en un sistema de ejes cartesianos o mediante un triángulo rectángulo. También es factible acudir a sumas de números complejos.

En los ejes cartesianos buscamos la bisectriz de un paralelogramo y en el triángulo la hipotenusa será la resultante a conseguir, tanto para dar valor a la impedancia como para dar valor a la intensidad correspondiente a la impedancia.

En el triángulo, el cateto inferior representa la [R] de resistencia óhmica o la [I de R], el cateto vertical la reactancia [Xc] o la [I de Xc], la hipotenusa es el vector que indica la impedancia [Z] o la [I de Z] y por fin el ángulo [α] o [φ], "alfa" o "fi", (según la nomenclatura usada) es el ángulo entre la horizontal o valores relacionados con la resistencia óhmica y la inclinación de la hipotenusa, pero, si consideramos el [< α] como bueno para las intensidades, para las resistencias será su complementario [90 - α]; de igual manera, si se consideró bueno para el comportamiento resistivo de la materia, al trasladarlo al sistema de intensidades, se tomará su complementario.



El cambio de un ángulo de desfase a su complementario cuando pasamos de un método de medida al otro, es debido a que los parámetros de intensidades y de resistencias son inversamente proporcionales entre sí.

Así, si nos detenemos en la figura superior nos damos cuenta que el lado [c] puede indicar la intensidad que circula por la resistencia y el lado [a] la intensidad que circula por el condensador. El vector [c] es de más valor que el vector [a]. Esto es así porque el valor de la resistencia óhmica es menor que el valor de la reactancia capacitiva en Ohm. Es decir, cuanto menor sea el freno al paso energético, mayor es el paso de energía y viceversa. Por ello, si al cambiar de parámetros tomamos el ángulo complementario al hallado, se evita un posible error. El lado [b] o hipotenusa es igual a:

$$b = \sqrt{c^2 + a^2}$$

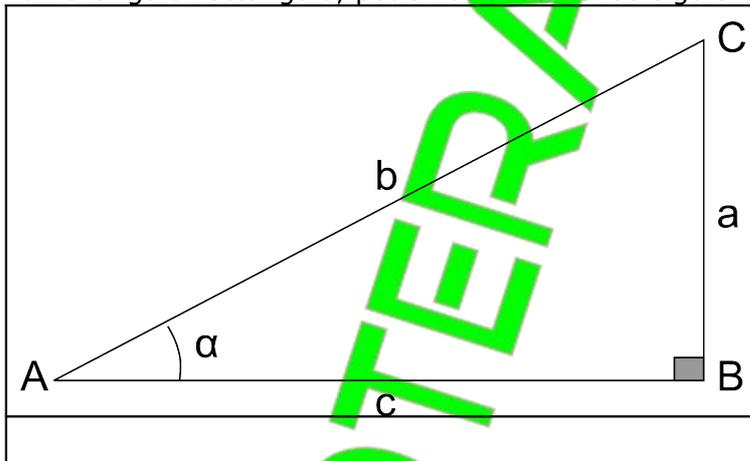
Cuando se trabaja incluyendo las dos reactancias, se respetan los cuadrantes y el signo [- ó +] del ángulo de desfase; pero si únicamente se contemplan una reactancia y la resistencia, en la práctica el proceso de cálculo se desarrolla en el primer cuadrante (superior derecha).

Recuerdo de trigonometría

Dado que se proponen en esta obra medidas y cálculos de la impedancia corporal y mediciones de intensidad sobre paciente artificial y real. Para conseguir las soluciones con estas mediciones de forma intuitiva y sencilla, se acude a vectores sobre un plano cartesiano o triángulo rectángulo, como se explica más arriba.

El valor de la impedancia está representado por la hipotenusa del triángulo o por la bisectriz del rectángulo. Además de las longitudes de estos lados del triángulo a modo de vectores, nos interesa mucho el ángulo $[\alpha]$ entre la hipotenusa y el cateto adyacente u horizontal.

Recordemos que para hallar los lados, las razones trigonométricas y los ángulos de un triángulo rectángulo, podemos acudir a las siguientes fórmulas:

	<p>La longitud de los lados es igual a:</p> $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ $b = \sqrt{c^2 - a^2}$ $a = \sqrt{c^2 - b^2}$ <p>Y que la suma de ángulos:</p> $\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180^\circ = \pi$
--	---

Como es muy importante calcular el ángulo alfa en grados sexagesimales, es bueno que recuperemos la nemotecnia que decía:

"SOI - CAI - TOA" o "SOH - CAH - TOA"	
<p>Razones trigonométricas</p> $\text{sen}(\alpha) = \frac{\text{Cateto Opuesto}}{\text{Hipotenusa}}$ $\text{cos}(\alpha) = \frac{\text{Cateto Adyacente}}{\text{Hipotenusa}}$ $\text{tan}(\alpha) = \frac{\text{Cateto Opuesto}}{\text{Adyacente}}$	<p>Grados del ángulo alfa</p> $\alpha = \text{arcsen}\left(\frac{\text{Cateto Opuesto}}{\text{Hipotenusa}}\right) = \text{sen}^{-1}\left(\frac{\text{Cateto Opuesto}}{\text{Hipotenusa}}\right)$ $\alpha = \text{arccos}\left(\frac{\text{Cateto Adyacente}}{\text{Hipotenusa}}\right) = \text{cos}^{-1}\left(\frac{\text{Cateto Adyacente}}{\text{Hipotenusa}}\right)$ $\alpha = \text{arctan}\left(\frac{\text{Cateto Opuesto}}{\text{Adyacente}}\right) = \text{tan}^{-1}\left(\frac{\text{Cateto Opuesto}}{\text{Adyacente}}\right)$
<p>En trigonometría, el ángulo que a nosotros nos interesa suele denominarse como $[\alpha]$, pero al mismo ángulo en la jerga electrónica se le reserva el símbolo $[\varphi]$.</p>	

Se propone el uso del software Mathematic, de Microsoft, que es una calculadora muy potente, de libre uso y gratuita, y que además. Posee una [Herramienta] denominada [Solver de triángulos]. En la que se introducen tres datos y se resuelven al instante todos los demás parámetros.

Mostrar: Reglas usadas para calcular

b: ley de senos: $b/\sin(B) = c/\sin(C)$
a: ley de senos: $a/\sin(A) = c/\sin(C)$

	Lados	Ángulos
π	a 531.7094316614788	A 28
$\sqrt{\quad}$	b 1132.5700506890394	B 90
n^2	c 1000	C 62
n^x		

Borrar Calcular

Grados Decimal

Los datos en las celdas claras son los introducidos, los datos en las celdas sombreadas son los calculados.