Tema 6

Corriente alterna

Contenidos:

1. Introducción
2. Valores eficaces e instantáneos
3. Uso de complejos
4. Circuitos RCL. Resolución.
5. Potencia: activa, aparente y reactiva
6. Resonancia
7. Chuleta de fórmulas

Atención: no se puede ver éste tema sin tener ni idea de circuitos en continua y saber resolverlos.

Introducción

En el tema de inducción electromagnética vimos que una bobina que gira en un campo magnético crea una corriente en función del campo, su superficie, su número de espiras, la velocidad y todo ello multiplicado por el seno. Esto hace que se exprese como:

$$\varepsilon = \varepsilon_M \sin(\omega t + \varphi)$$

Ésta es la fuerza electromotriz instantánea, y definimos diferencia de potencial instantánea:

$$\Delta V_i = \Delta V_M \sin(\omega t + \varphi)$$

Y corriente instantánea:

$$I = I_M \sin(\omega t + \varphi)$$

Esto nos indica que la diferencia de potencial en cada elemento es sinusoidal. Si hay un solo generador (en éste tema lo estudiaremos así), la frecuencia en todos los componentes es igual.

La ley de Ohm es la misma y se cumple igualmente, así como el resto de leyes (Kirchoff, Thevenin…)

En éstos circuitos en alterna, los condensadores y bobinas afectan a la corriente creando un desfase. Utilizaremos los complejos para evitar matarnos con la trigonometría.

Valor eficaz

Tiene que ver con el promedio. La realidad son los valores instantáneos, que cambian con el tiempo. Cuando se mide un circuito de alterna con el multímetro, se miden los valores eficaces (veremos que la aguja o el número indicador en pantalla no oscilan con la frecuencia).

Es el promedio del cuadrado de la función.

$$I_e = \frac{I_M}{\sqrt{2}}$$

¿Para qué se usa? En potencia veremos que la eficaz es la corriente eficaz multiplicado por la resistencia, es decir, obtendremos lo que la resistencia consume.

También tenemos valores eficaces del resto:

$$\varepsilon_e = \frac{\varepsilon_M}{\sqrt{2}}$$

$$\Delta V_e = \frac{\Delta V_M}{\sqrt{2}}$$

Es importante identificar cuándo se nos da el valor eficaz. Por ejemplo, si en casa tienes 230 voltios… Ése es el valor eficaz, no el "real".

Uso de complejos

Como he dicho antes usaremos complejos para evitar demasiados líos. Voy a hacer una explicación nada científica pero completamente útil.

Expresaremos éstos complejos en dos formas: parte real y parte imaginaria (coordenadas rectangulares) y módulo y ángulo (coordenadas polares).

Dicho módulo será el valor máximo y dicho ángulo el desfase.

$$\varepsilon = \varepsilon_M \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\varepsilon = \varepsilon_M \lfloor \varphi$$

Que si lo pasamos a rectangulares:

$$\varepsilon = \varepsilon_M \cos(\varphi) + \varepsilon_M \sin(\varphi)\, j$$

"j" es el indicador de parte compleja. La parte compleja solo se suma con la parte compleja y la parte real con la parte real.

Si tenemos rectangulares para pasar a polares:

$$\varepsilon = \mathbb{R} + \mathbb{C}j$$

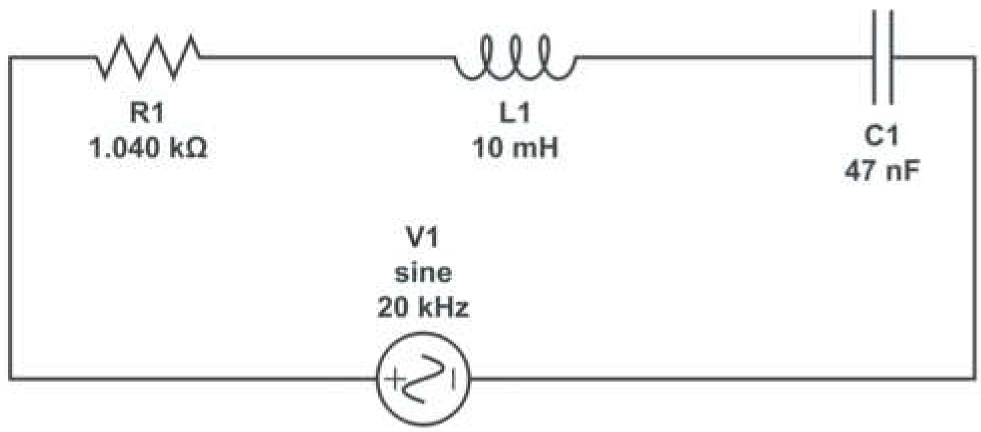
$$\varepsilon = \sqrt{\mathbb{R}^2 + \mathbb{C}^2} \;\; \lfloor \tan \frac{\mathbb{C}}{\mathbb{R}}$$

Otro truquito es usar las funciones Pol(y Rec(de la calculadora. Éstas pasan las coordenadas rectangulares a polares y viceversa, separadas sus componentes por una coma.

Cuando queramos sumar, sólo podremos sumar en forma rectangular. Para multiplicar o dividir, sólo se puede hacer con polares (módulo por módulo y ángulo más ángulo, o módulo entre módulo y ángulo menos ángulo).

<u>Circuitos RLC. Resolución.</u>

Aquí tenéis un ejemplo de circuito que puede aparecer, éste es el caso más sencillo:



En alterna, además, tenemos lo que llamamos **impedancia**. Tiene parte real y parte imaginaria y sustituirá lo que en corriente continua era la resistencia en nuestras fórmulas. En las bobinas:

$$Z_L = L\omega j$$

Sólo tiene parte compleja (positiva). Su ángulo será de $\frac{\pi}{2}$ radianes. En los condensadores:

$$Z_C = -\frac{1}{C\omega}j$$

Sólo tiene parte compleja (negativa), su ángulo será de $-\frac{\pi}{2}$ radianes.

La resistencia es la parte real. Expresamos la impedancia total de un circuito (el ejemplo más en concreto) como:

$$Z = R + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)j$$

Y cambiaremos la ley de Ohm un poco para adaptarla:

$$I_M = \frac{\varepsilon_M}{|Z|} \ \lfloor \varphi_\varepsilon - \varphi_Z$$

Sólo queda decir que las impedancias se asocian de la misma forma que las resistencias: en serie se suman y en paralelo es la inversa de la suma de las inversas. Para resolver un circuito aplicaremos esto hasta dejarlo en una impedancia equivalente junto al generador. Calcularemos la corriente instantánea y con ésta podremos calcular la diferencia de potencial instantánea en cada elemento del circuito.

Potencia: activa, aparente y reactiva

Sí, la potencia se puede medir instantánea simplemente multiplicando fuerza electromotriz por corriente. Pero, lo que nos interesa, es la media, la activa, la que va a consumir en realidad el circuito. Ésta es:

$$P = \varepsilon I \cos(\varphi)$$

Donde el coseno del ángulo es el factor de potencia, todos los valores son eficaces, y se mide en watios. Cuando apliquemos la fórmula a los distintos elementos del circuito, veremos que los condensadores y bobinas no consumen realmente, ya que éstos almacenan energía para luego devolverla. Sin embargo, la compañía eléctrica sí que ha generado ésta energía y además ha pasado por tu contador. La compañía ha generado la potencia aparente o teórica:

$$P_e = \varepsilon I$$

Y se mide en Voltios amperio (VA)

La potencia reactiva es la otra proyección de un triángulo que se va a crear entre las tres. Es la potencia que "consumen" bobinas y condensadores:

$$P_r = \varepsilon I \sin\varphi$$

Se mide en VAR. En las facturas se mira el factor de potencia de forma que si hay un ángulo alto se cobra un extra, porque significa que tengo una potencia que aún no he utilizado. Esto ocurre en grandes industrias, y se puede corregir mediante la corrección del desfase al introducir una bobina o condensador al circuito.

Resonancia

Se define como la transferencia de potencia máxima. Es ése punto en el que las impedancias de condensadores y bobinas se anulan mutuamente, de forma que lo único que tenemos es potencia activa, la impedancia es sólo parte real.

$$\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right) = 0$$

$$Z = R$$

Esto ocurre a una determinada frecuencia, o cambiando los parámetros L y C. Se puede averiguar la frecuencia de resonancia de un circuito en serie con la fórmula:

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

En éste momento observaremos que la diferencia de potencial y la corriente en bornes de la resistencia tienen la misma fase que el generador.

Si viste el tema de **condensadores 2**, viste que había filtros, pues bien, el momento en el que se empieza a atenuar la señal mediante una transición suave, es el punto de resonancia. Con las bobinas también ocurre. Con una bobina en serie tendremos un filtro de paso alto.

Esto lo usaremos, posiblemente, el año que viene en temas de recepción de radiofrecuencias. Es el principio de funcionamiento de toda radio. Al girar la ruleta cambiamos la capacidad del condensador, lo que cambia la frecuencia de resonancia. El circuito recibe ésta frecuencia más un poco de las de alrededor (banda pasante), que se pueden “afinar” también mediante la modificación del circuito.

Éste es el tema final de éste curso de electricidad y no sé hasta cuándo no subiré nada más. Espero que os haya sido de utilidad, que vaya bien en vuestros proyectos y hayáis aprendido algo. Muchas gracias por el seguimiento y hasta el curso que viene.

Chuleta de fórmulas

Alternador		$\varepsilon = NBS\omega \sin(\omega t)$
Fórmulas generales	Fuerza electromotriz	$\varepsilon = \varepsilon_M \sin(\omega t + \varphi)$ $\varepsilon_e = \frac{\varepsilon_M}{\sqrt{2}}$
	Diferencia de potencial	$\Delta V_i = \Delta V_M \sin(\omega t + \varphi)$ $\Delta V_e = \frac{\Delta V_M}{\sqrt{2}}$
	Corriente	$I = I_M \sin(\omega t + \varphi)$ $I_e = \frac{I_M}{\sqrt{2}}$
Impedancias	Bobina	$Z_L = L\omega j$
	Condensador	$Z_C = -\frac{1}{C\omega} j$
	General	$Z = R + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right) j$
Potencia	Activa	$P = \varepsilon I \cos(\varphi)$ W
	Aparente	$P_e = \varepsilon I$ VA
	Reactiva	$P_r = \varepsilon I \sin\varphi$ VAR
Resonancia	Comportamiento	$\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right) = 0$ $Z = R$
	Pulsación de resonancia (en serie)	$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$