

TP2 - Potencia en Alterna



Inductor con nucleo de hierro

En un inductor, cuando se agrega un nucleo de hierro, incrementa la inductancia L . Esto se debe a que los dipolos magneticos del hierro, al estar en un campo magnetico se reorientan favoreciendo al mismo. Es decir, con un nucleo de hierro se incrementa el campo magnetico que genera el efecto de inductancia.

En electronica se usa *soft iron* porque no es deseado que el metal retenga el efecto del campo magnetico.

Potencia Instantanea

La potencia instantanea que se suministra a cualquier dispositivo esta dada por el producto de la tension instantanea y la corriente instantanea.

$$p(t) = v(t)i(t)$$

Si el dispositivo es una *resistencia* entonces se puede decir que

$$p(t) = i^2(t)R = \frac{v^2(t)}{R}$$

Se recomienda no hacer esto, sobre todo con impedancias complejas.

En el caso de un dispositivo completamente *inductivo* se puede usar la identidad $V_L = L \frac{di}{dt}$ para decir que

$$p(t) = Li(t) \frac{di(t)}{dt} = \frac{1}{L} v(t) \int_{-\infty}^t v(t') dt'$$

Nota: esto asume que la tension es cero en $t = -\infty$

En el caso de una impedancia puramente **capacitiva** (y suponiendo lo mismo que en la inductancia)

$$p(t) = Cv(t)\frac{dv(t)}{dt} = \frac{1}{C}i(t) \int_{-\infty}^t i(t')dt'$$

Linealidad: la potencia instantanea total de un circuito es la suma directa de todas las potencias, ya sea en serie o en paralelo.

Potencia promedio o activa

Para poder hablar de un promedio de la potencia instantanea hay que definir un periodo o intervalo en que se lleve a cabo el promedio. En general, tomamos un intervalo $t_2 - t_1$.

Entonces, se define la potencia activa como

$$P = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} p(t)dt$$

para formas de onda periodicas se puede reescribir como

$$P = \frac{1}{T} \int_{t_x}^{t_x+T} p(t)dt = \lim_{\tau \rightarrow \infty} \frac{1}{\tau} \int_{-\tau/2}^{\tau/2} p(t)dt$$

Si se supone una tension senoidal permanente dada por $v(t) = V_m \cos(\omega t + \theta)$ y $i(t) = I_m \cos(\omega t + \phi)$ la potencia instantanea resulta ser

$$p(t) = V_m I_m \cos(\omega t + \theta) \cos(\omega t + \phi)$$

donde, reescribiendo el producto de cosenos, se obtiene

$$p(t) = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta - \phi) + \frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \phi)$$

El segundo termino es un coseno. El valor promedio de coseno sobre un periodo es cero. Por lo tanto, se puede resumir la expresion de potencia media para circuitos de corriente alterna en

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta - \phi)$$

Es importante recordar que θ es el angulo correspondiente a la tension y que ϕ es el correspondiente a la corriente. Por lo tanto $\theta - \phi$ corresponde a la diferencia de fase de la corriente con respecto a la tension. Para elementos no reactivos, esta diferencia es siempre cero y por eso la potencia media para resistencias es siempre $P_R = \frac{V_m^2}{2R} = \frac{1}{2} I_m^2 R$. Por otro lado, en elementos puramente reactivos, el desfase es de $\pm 90^\circ$, por lo que su potencia media o activa es cero.

Ejemplo: Encuentre la potencia promedio (activa) que se entrega a una impedancia por la que circula una corriente

Esto se resuelve muy rapido recordando el parrafo anterior. La componente compleja de la impedancia no va a dar una potencia promedio, solo la parte real lo hace. Por lo tanto

$$P = \frac{1}{2}(5^2)8 = 100W$$

Transferencia de potencia maxima

Se da cuando $Z_L = Z_{th}^*$. Esto se conoce como el *teorema de transferencia de potencia maxima del estado senoidal permanente*. En esta ecuacion es destacable que Z_L se refiere a la impedancia de carga (Load Impedance) y no a un inductor.

Valores eficaces de corriente y de tension

Se define el valor RMS o eficaz de una magnitud X como

$$X_{ef} = \frac{X_{pico}}{\sqrt{2}}$$

La ventaja de usar valores eficaces es que permite simplificar la expresion de la potencia activa o promedio.

$$P = \frac{1}{2}I_m^2 R = I_{ef}^2 R = \frac{V_{ef}^2}{R}$$

Nota: en aplicaciones se usa el valor eficaz en las areas de transmision o distribucion de potencia y con maquinaria rotatoria. Se usa el valor pico en aplicaciones de electronica y comunicaciones.

Para corrientes **no coherentes** hay que hacer unas distinciones. Para el calculo de la potencia media se dice que

$$P = (I_{1ef}^2 + I_{2ef}^2 + \dots + I_{Nef}^2)R$$

y de ahi, tambien se puede decir que

$$I_{ef} = \sqrt{I_{1ef}^2 + I_{2ef}^2 + \dots + I_{Nef}^2}$$

Potencia aparente y factor de potencia

La potencia aparente se define como el producto $V_{ef}I_{ef}$. Esta no es la potencia promedio. Es la potencia aparente. La potencia aparente se mide en las mismas unidades que la potencia real, pues el coseno es adimensional, sin embargo, para evitar confusiones, se dice que la unidad es VA o *volt-amperes*. Además, se define el factor de potencia f_p de modo que

$$f_p = \frac{\text{potencia promedio}}{\text{potencia aparente}} = \frac{P}{V_{ef}I_{ef}} = \cos(\theta - \phi)$$

Potencia compleja

La magnitud de la potencia compleja es simplemente la potencia aparente. La parte real es la potencia promedio y la parte imaginaria es la llamada potencia reactiva, que describe la rapidez de transferencia de energía hacia y desde los componentes de la carga reactiva.

Se define entonces $V_{ef} = V_{ef}\angle\theta$ y $I_{ef} = I_{ef}\angle\phi$. Entonces

$$P = V_{ef}I_{ef} \cos(\theta - \phi) = V_{ef}I_{ef} \operatorname{Re}\{e^{j(\theta - \phi)}\}$$

Esto es lo mismo que decir $P = \operatorname{Re}\{V_{ef}I_{ef}^*\}$. Luego, se define la potencia compleja S como

$$S = V_{ef}I_{ef}^* = P + jQ$$

La unidad de S es VAR o *volt-ampere-reactivo*.

Se puede armar un *triángulo de potencia* donde el cateto sobre el eje de las x es P , el otro cateto es Q y la hipotenusa es S . Si el triángulo se encuentra en el primer cuadrante, el factor de potencia es de *atraso* y corresponde a una carga inductiva. Si se ubica en el cuarto cuadrante, el factor de potencia es de *adelanto* y corresponde a una carga capacitiva.

Medición de Potencia

Un wattímetro registra la potencia real promedio P , o sea la potencia activa consumida con una carga y con un varímetro se puede obtener la potencia reactiva Q consumida por la carga.