

Ejemplo 1.3

El circuito mostrado en la figura 1.3.1 representa un modelo más próximo a un caso real. $j\omega_h L_T$ representa la impedancia de Thévenin de un circuito complejo, $\frac{-j}{\omega_h C}$ es una reactancia capacitiva (la de un capacitor en paralelo con la carga como los usados para mejorar el factor de potencia), R es la resistencia de la carga y $j\omega_h L_L$ es la reactancia inductiva de la carga, siendo $\omega_h = h\omega$. Se supone en este caso que el voltaje aplicado es el mismo del ejemplo 1.2. Por lo tanto, se trata de una carga lineal alimentada por una fuente de voltaje que contiene armónicas.

Encontrar la corriente y el voltaje en cada elemento de la red, en régimen permanente, tanto con el interruptor abierto como cerrado. $f = 60 \text{ Hz}$, $R_2 = 2.5 \Omega$, $L_L = 5 \text{ mH}$, $C = 102 \mu\text{F}$ y $L_T = 100 \mu\text{H}$.

Solución:

ANALISIS DE REDES QUE CONTIENEN ARMONICAS

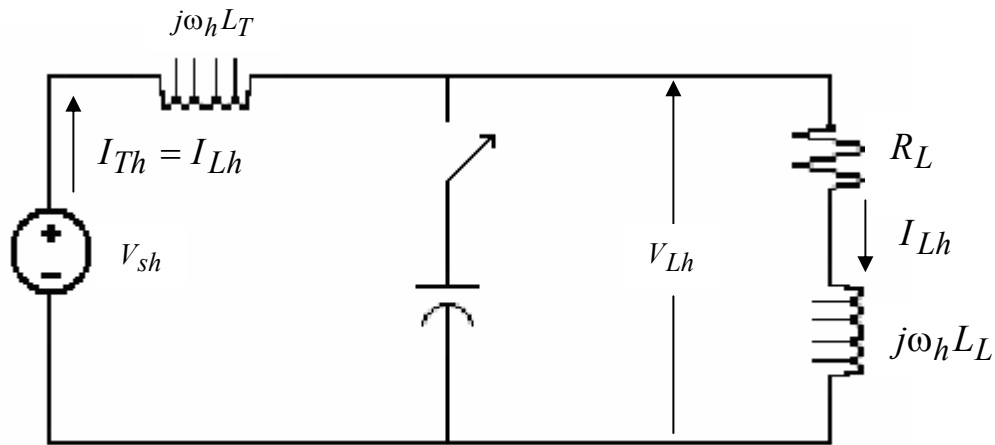


Figura 1.3.1

Circuito del ejemplo 1.3, inciso a.1

1.7 VALORES MEDIO Y EFICAZ DE UNA MAGNITUD PERIODICA NO SINUSOIDAL

Para calcular el valor medio y el valor eficaz de un voltaje o de una corriente representada por su serie de Fourier, simplemente se aplican las fórmulas de cálculo del análisis elemental de circuitos eléctricos.

1.7.1 VALOR MEDIO

Cuando una magnitud se expresa en función del tiempo, su valor medio se define como la relación del área bajo la curva y el intervalo de tiempo considerado, así:

$$V_{med} = \frac{\text{Área bajo la curva}}{\text{Intervalo de tiempo}} \quad ec.(1-9)$$

El valor medio representa el flujo neto unidireccional equivalente de cargas eléctricas de una corriente variante con el tiempo, a través de un conductor y vale cero si la función es simétrica con respecto al eje horizontal. El valor medio no es adecuado para indicar la capacidad de disipar potencia en una resistencia o de generar potencia por parte de una fuente, básicamente por dos razones. Primero, ... de modo, que es importante definir un valor que físicamente se ajuste a nuestra necesidad de cuantificar potencias y este es el valor eficaz o rms.

Ejemplo 1.3

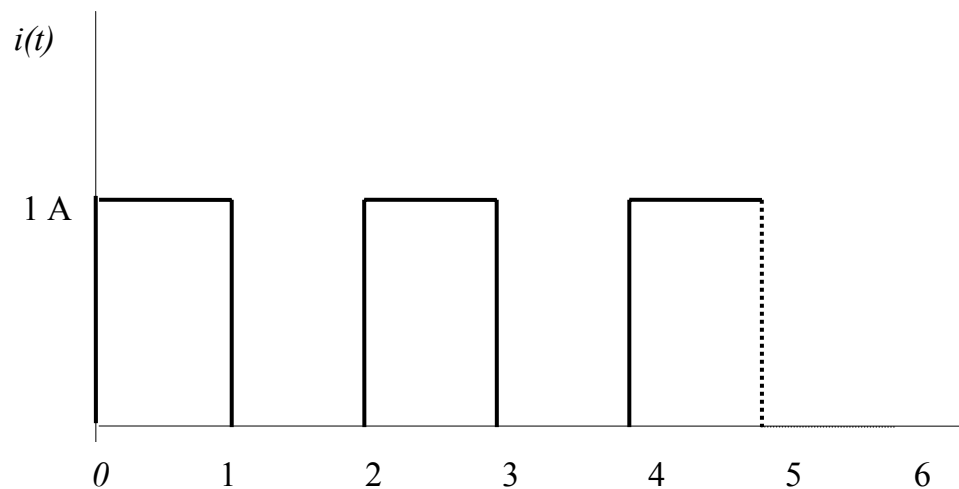
Encontrar el valor medio de la forma de onda del ejemplo 1.1. Suponer que dicha forma de onda corresponde a una tensión $v(t)$ de frecuencia $f = 60$ Hz.

Solución:

ANALISIS DE REDES QUE CONTIENEN ARMONICAS

Ejemplo 1.4

Encontrar el valor medio de la corriente periódica no sinusoidal mostrada en la figura 1-9.



Figur

a 1-9

Forma de onda del ejemplo 1.4

Solución:

La corriente de la figura 1-9 es una forma de onda periódica de pulsos cuadrados, de período $T = 2$ segundos. El área bajo la curva es el área de esa figura geométrica, siendo, por lo tanto, igual a $1 \times 1 = 1$, en el intervalo de 0 a 1 y cero, entre 1 y 2. En el período $T = 2$ segundos, el área bajo la curva es igual a 1; por lo que el valor medio es $\frac{1}{2} = 0.5$ A.

Ejemplo 1.5

Encontrar el valor medio de la corriente periódica no sinusoidal mostrada en la figura 1-10. La forma de onda mostrada en dicha figura está constituida por pulsos sinusoidales y su período es igual a T segundos.

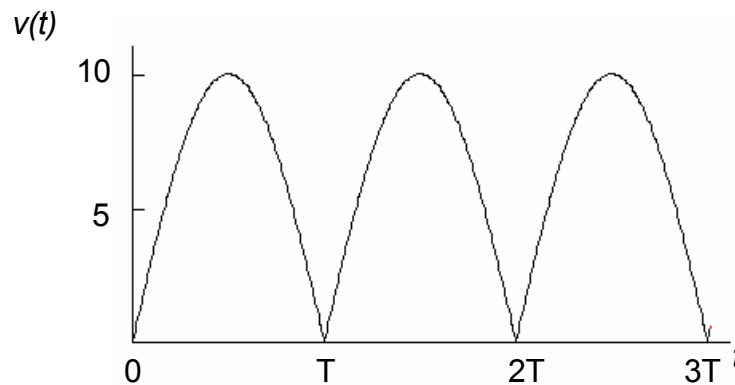


Figura 1-10

Forma de onda: rectificada de onda completa para ejemplo 1.5

Solución:

1.7.2 VALOR EFICAZ O VALOR RMS

El valor eficaz de una forma de onda se refiere a su capacidad de entregar potencia. *El valor eficaz es el valor, de una magnitud, voltaje o corriente, que varía con respecto al tiempo, equivalente al valor de una corriente continua que*

ANALISIS DE REDES QUE CONTIENEN ARMONICAS

entregaría la misma potencia a una resistencia si se reemplazara por la forma de onda variante con el tiempo.

... El valor eficaz, que también se conoce con el nombre de *valor efectivo*, es la raíz cuadrada del *valor medio cuadrático*, por lo que también recibe el nombre de *valor rms*.

En general, el valor eficaz se halla calculando el valor medio de la función al cuadrado, por integración. Para el efecto se emplea la siguiente fórmula:

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v(t)^2 dt} \quad ec.(1-12)$$

Ejemplo 1.6

Encontrar el valor eficaz de la forma de onda del ejemplo 1.4

Solución:

Ejemplo 1.8

Encontrar el valor eficaz de la forma de onda de la corriente $i(t)$ del ejemplo 1.1, figura 1-2.

Solución:

Si se desea determinar el valor eficaz de una magnitud (voltaje o corriente) representada por su serie de Fourier, ésta se introduce dentro de la última fórmula (ec. 1-12) y se ejecutan los pasos operativos correspondientes, así:

$$v(t) = \sum_{k=0}^h V_k \cos(k\omega t)$$

$$[v(t)]^2 = \left[\sum_{k=0}^h V_k \cos(k\omega t) \right] \left[\sum_{j=0}^h V_j \cos(j\omega t) \right]$$

$$[v(t)]^2 = \left[\sum_{k=0}^h \sum_{j=0}^h V_k V_j \cos k\omega t \cos j\omega t \right]$$

$$[v(t)]^2 = \left[\sum_{k=0}^h \sum_{j=0}^h \frac{V_k V_j}{2} \{ \cos(k\omega t + j\omega t) + \cos(k\omega t - j\omega t) \} \right]$$

ANALISIS DE REDES QUE CONTIENEN ARMONICAS

$$[v(t)]^2 = \left[\sum_{k=0}^h \frac{V_k^2}{2} [\cos(2k\omega t) + 1] \right]$$

Al sustituir en la ecuación 1-12, obtenemos:

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \left[\frac{V_o^2}{2} [1+1] + \frac{V_1^2}{2} [\cos(2\omega t) + 1] + \frac{V_2^2}{2} [\cos(4\omega t) + 1] + \dots + \frac{V_h^2}{2} [\cos(2h\omega t) + 1] + \dots \right] dt}$$

$$V_{ef} = \sqrt{V_o^2 + V_{ef1}^2 + V_{ef2}^2 + V_{ef3}^2 + \dots + V_{efh}^2 +}$$

$$V_{ef} = \sqrt{\sum_{i=0}^h V_i^2} \quad \text{ec. (1-16)}$$

Ejemplo 1.9

Encontrar el valor eficaz de la forma de onda de voltaje del ejemplo 1.1., utilizando la ec. (1-16).

Solución:

La serie de Fourier de la forma de onda triangular de voltaje de la figura 1-2 calculada anteriormente es la siguiente: