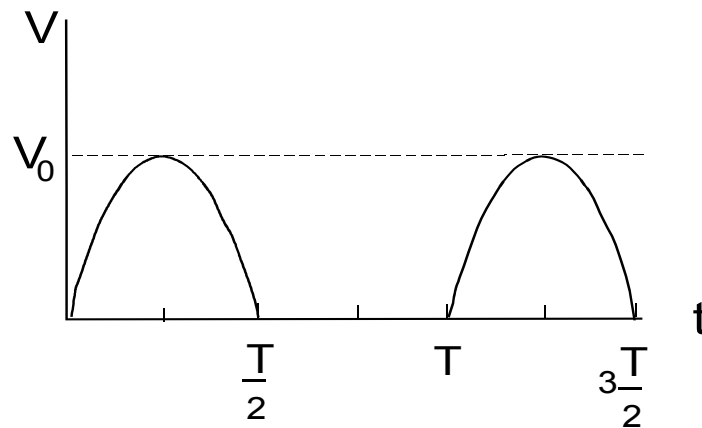


Análisis de la carga de una batería por una corriente continua pulsante

Para cargar una batería se utiliza una corriente continua. Esta corriente continua puede ser continua constante, como la que suministran placas solares, o corriente continua pulsante. Esta última corriente se obtiene rectificando una corriente alterna mediante diodos.

Si se utiliza un solo diodo se tiene una rectificación de media onda cuya forma es la siguiente:

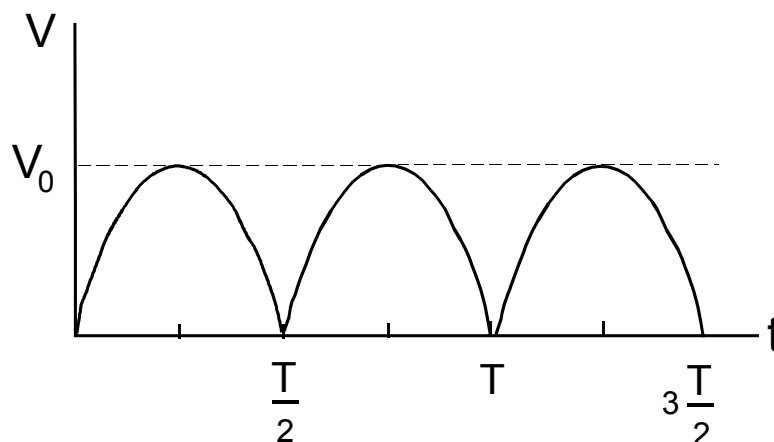


La expresión matemática de esta tensión es

$$\begin{aligned} V_g(t) &= V_0 \text{sen } \omega t && \text{para } 0 < t < T/2 \\ V_g(t) &= 0 && \text{para } T/2 < t < T \end{aligned} \quad (1)$$

y corresponde a una función periódica de periodo T

Si se utiliza un puente de diodos se tiene una rectificación de onda completa cuya forma es la siguiente:



La expresión matemática de esta tensión es:

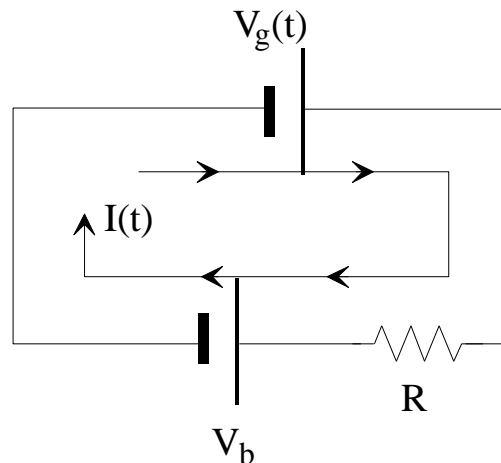
$$V_g(t) = V_0 \sin \omega t \quad \text{para } 0 < t < T/2 \quad (2)$$

y corresponde a una función periódica de periodo T/2

A continuación vamos a analizar el circuito formado por una fuente de tensión obtenida al rectificar una corriente alterna, que alimenta a una batería a través de una resistencia. Se hará un análisis doble, para una fuente de tensión rectificada de media onda y para una fuente de tensión rectificada de onda completa.

1.- Fuente de tensión rectificada de media onda

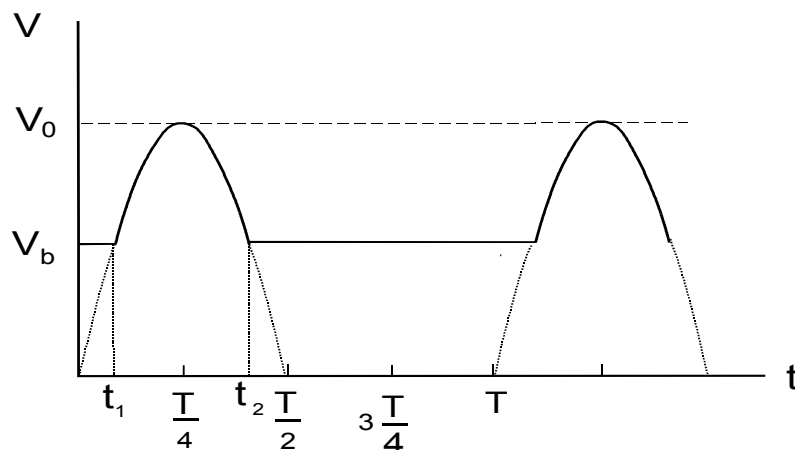
Sea el circuito de la figura



donde $V_g(t)$ es una fuente de tensión obtenida al rectificar una onda sinusoidal mediante un diodo. Si $V_g(t)$ estuviese desconectada de la batería, la diferencia de potencial entre sus extremos sería la dada en (1), pero una vez realizada la conexión, la ddp en los extremos de $V_g(t)$ viene dada por la expresión matemática

$$\begin{aligned} V_g(t) &= V_b & \text{para } 0 < t < t_1 \\ V_g(t) &= V_0 \sin \omega t & \text{para } t_1 < t < t_2 \\ V_g(t) &= V_b & \text{para } t_2 < t < T \end{aligned} \quad (3)$$

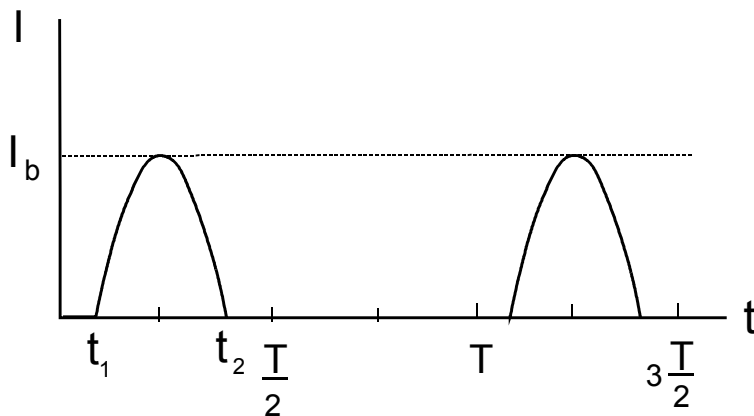
y la gráfica tiene la forma



La intensidad de corriente que circula por el circuito viene dada por

$$\begin{aligned}
 I(t) &= 0 & \text{para } 0 < t < t_1 & & V_g(t) < V_b \\
 I(t) &= \frac{V_g(t) - V_b}{R} & \text{para } t_1 < t < t_2 & & V_g(t) > V_b \\
 I(t) &= 0 & \text{para } t_2 < t < T & & V_g(t) < V_b
 \end{aligned} \tag{4}$$

cuya gráfica viene dada por la figura



A continuación estudiaremos la cantidad de carga eléctrica y la energía que se almacenan en la batería.

1.- Carga eléctrica que se almacena en la batería.

La carga eléctrica que se almacena en la batería se obtiene mediante la expresión

$$Q = \int_0^t I(t) dt \tag{5}$$

Si se supone que la batería se está cargando durante un tiempo t mucho mayor que el periodo T , la fórmula (5) se puede aproximar por la expresión $Q = \bar{I} t$, donde \bar{I} es el valor medio temporal de la intensidad de corriente y viene dado por

$$\bar{I} = \frac{1}{T} \int_0^T I(t) dt \tag{6}$$

Así pues, sabiendo el valor medio temporal de la corriente que llega a la batería, se puede calcular la carga almacenada en la misma multiplicando dicho valor por el tiempo total de carga.

2- Energía eléctrica que se almacena en la batería.

La energía de una batería cargada viene dada por el producto de la carga por su fem, que en este caso es V_b , $E_b = Q V_b = \bar{I} t V_b$. Por tanto la potencia que se está almacenando en una batería mientras se carga es

$$P_b = \frac{E_b}{t} = \bar{I} V_b \quad (7)$$

3- Energía eléctrica que se disipa en la resistencia R.

La energía que se disipa en una resistencia R recorrida por una corriente $I(t)$ durante un tiempo t viene dada por la ley de Joule

$$E_R = \int_0^t I^2(t) R dt \quad (8)$$

Si se supone que el tiempo t es mucho mayor que el periodo T , la fórmula (8) se puede aproximar por la expresión $E_R = I_{ef}^2 R t$, donde I_{ef} es el valor eficaz de la intensidad de corriente y viene dado por

$$I_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) dt} \quad (9)$$

La potencia que se está disipando en la resistencia será

$$P_R = I_{ef}^2 R \quad (10)$$

4- Energía eléctrica que está suministrando la fuente rectificadora de media onda.

La energía que suministra la fuente durante un intervalo de tiempo t viene dada por la ley de Joule:

$$E_g = \int_0^t I(t) V_g(t) dt \quad (11)$$

Si se supone que el tiempo t es mucho mayor que el periodo T , la fórmula (11) se puede aproximar por la expresión

$$E_g = \left(\frac{V_{ef}^2}{R} - \frac{\bar{V}}{R} V_b \right) t \quad (12)$$

siendo V_{ef} el valor eficaz del potencial del generador dado por la expresión

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V_g^2(t) dt} \quad (13)$$

y la potencia que está suministrando el generador será

$$P_g = \left(\frac{V_{ef}^2}{R} - \frac{\bar{V}}{R} V_b \right) \quad (14)$$

Como se cumple la ley de conservación de la energía, la expresión (14) también se puede escribir como la suma de (7) y (10).

$$P_g = I_{ef}^2 R + \bar{I} V_b \quad (15)$$

La equivalencia entre las expresiones (14) y (15) se realiza mediante cálculos matemáticos adecuados que no presentaremos aquí.

5.- Ejemplo práctico: obtención de las energías del circuito mediante aparatos de medida

Los aparatos de medida están diseñados para medir el valor medio temporal y el valor eficaz del potencial e intensidad de corriente de un circuito, según el modo de medida:

- En modo DC, el aparato de medida mide el valor medio temporal del potencial o intensidad de corriente
- En modo AC, el aparato de medida mide el valor eficaz del potencial o intensidad de corriente, pero suponiendo que no tienen componentes de continua.

Una señal eléctrica no tiene componente de continua, cuando al medirla en modo DC el resultado de la medición es cero. Si se mide la señal en modo AC, el resultado de la medición es el valor eficaz de la señal.

Una señal eléctrica tiene componente de continua cuando al medirla en modo DC la medición no es nula. En ese caso, si se mide la señal en modo AC, la medida que se obtiene no es el valor eficaz correcto de dicha señal. Para obtener en este caso el valor eficaz correcto hay que usar la expresión

$$V_{ef} = \sqrt{V_{DC}^2 + V_{AC}^2}$$