

Máximo Rendimiento y Máxima Transferencia de Potencia.

Este documento no puede ser copiado, ni reproducido, ni total ni parcialmente, sin el previo permiso escrito del titular del Copyright.

Copyright © 2006 por Sebastián Jardí Estadella. Todos los derechos reservados.

sjardi@telefonica.net

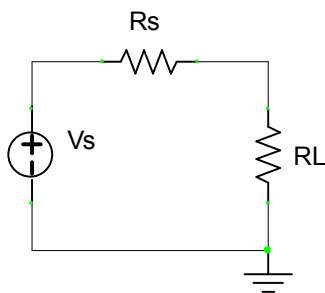
http://www.tinet.org/~sje/index_sp.htm

Introducción.

En el diseño de generadores, convertidores y fuentes de alimentación debemos tener en cuenta un detalle extremadamente importante, la **eficiencia** o **rendimiento**. El rendimiento nos proporciona la relación entre la potencia de entrada y la potencia de salida, es decir, entre el trabajo aplicado y el trabajo obtenido. Por ejemplo, en el caso de un transformador de corriente alterna, es la relación entre la potencia de salida aplicada a la carga y la potencia de entrada aplicada al transformador.

Veamos ahora la transferencia de potencia entre una fuente de alimentación real y una carga resistiva, por ser un ejemplo sencillo e ilustrativo.

Como circuito, tenemos una fuente de alimentación real, modelada mediante una fuente de alimentación ideal (V_S) con una resistencia serie (R_S), donde conectamos una resistencia de carga (R_L). De forma que tenemos una fuente de tensión ideal conectada a dos resistencias en serie por las que circula una misma corriente i . Siendo V_L la tensión en bornes de la resistencia de Carga R_L .



Entonces:

$$V_S = V_{RS} + V_{RL}$$

$$V_{RS} = R_S \cdot i$$

$$V_{RL} = R_L \cdot i$$

De donde podemos obtener que:

$$\text{En circuito abierto, } R_L \rightarrow \infty \Rightarrow i \rightarrow 0 \Rightarrow V_L = V_S$$

$$\text{En corto circuito, } R_L \rightarrow 0 \Rightarrow V_L \rightarrow 0 \Rightarrow V_S = R_S \cdot i$$

Determinación del valor de la Resistencia Interna R_S .

Por tanto, tenemos que para determinar la resistencia interna de cualquier fuente de alimentación real, podemos hacerlo mediante la medida de la tensión en circuito abierto V_{CA} y la corriente de cortocircuito I_{CC} , de forma que:

$$R_S = \frac{V_{CA}}{I_{CC}} = \frac{V_{L(R_L \rightarrow \infty)}}{i_{(R_L \rightarrow 0)}}$$

Condición de Máxima Potencia.

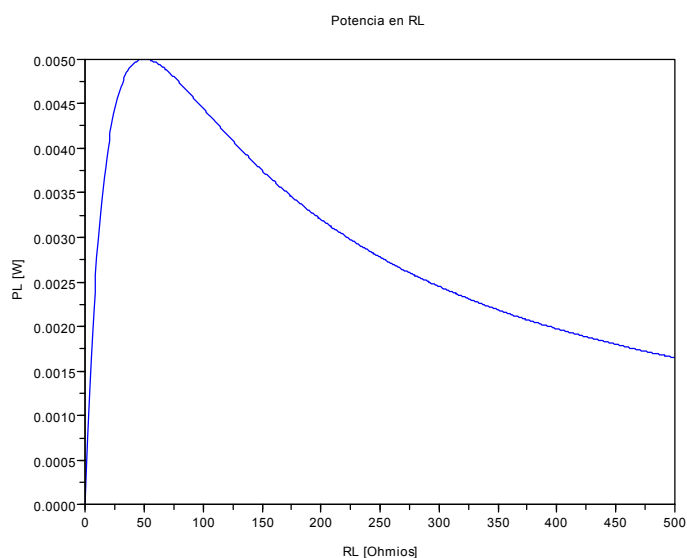
Siendo la potencia, igual al producto de la tensión por la corriente, tenemos que:

$$\left. \begin{array}{l} P_L = V_L \cdot i \\ V_L = R_L \cdot i \end{array} \right\} P_L = R_L \cdot i^2$$

$$V_S = R_S \cdot i + R_L \cdot i \Rightarrow i = \frac{V_S}{R_S + R_L}$$

$$P_L = R_L \left(\frac{V_S}{R_S + R_L} \right)^2$$

En la siguiente gráfica podemos apreciar la variación de la potencia de la carga P_L , en función del valor de la resistencia de carga R_L .



Buscamos el valor máximo de P_L :

Para lo que derivamos respecto de R_L :

$$\frac{dP_L}{dR_L} = \frac{(R_S + R_L)^2 V_S^2 - 2V_S^2 R_L (R_S + R_L)}{(R_S + R_L)^4}$$

Igualamos a cero la derivada para obtener el valor de R_L donde P_L es máxima:

$$2R_L (R_S + R_L) = (R_S + R_L)^2$$

$$2R_L = R_S + R_L$$

$$R_L = R_S$$

Obteniendo que, una fuente independiente de voltaje V_S en con una resistencia interna R_S entregará la máxima potencia cuando la resistencia de carga R_L tiene el mismo valor en ohmios que la resistencia interna R_S .

Condición de Máximo Rendimiento.

Ahora, determinaremos las condiciones en que obtendremos el máximo rendimiento de nuestra fuente de alimentación real, siendo el rendimiento η , igual a la relación entre la potencia entregada a la resistencia de carga P_L , y la potencia entregada por la fuente de tensión ideal P_S .

$$\left. \begin{array}{l} \eta = \frac{P_L}{P_S} \\ P_L = V_L \cdot i \\ P_S = V_S \cdot i \end{array} \right\} \eta = \frac{V_L \cdot i}{V_S \cdot i} = \frac{V_L}{V_S}$$

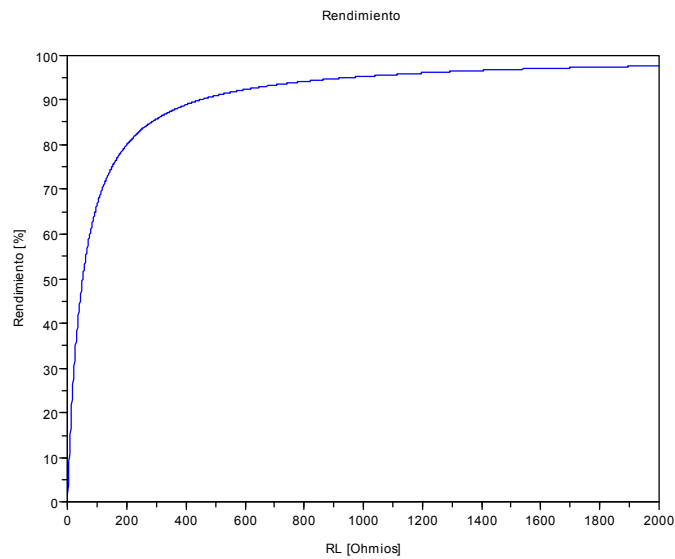
$$\left. \begin{array}{l} V_L = R_L \cdot i \\ i = \frac{V_S}{R_S + R_L} \end{array} \right\} V_L = R_L \frac{V_S}{R_S + R_L}$$

$$\left. \begin{array}{l} \eta = \frac{V_L}{V_S} \\ V_L = R_L \frac{V_S}{R_S + R_L} \end{array} \right\} \eta = \frac{R_L}{R_S + R_L}$$

Donde podemos apreciar que obtenemos el rendimiento máximo para $R_S = 0 \Rightarrow \eta = \frac{R_L}{R_L} = 1$.

Por lo que si deseamos obtener el máximo rendimiento del dispositivo que estamos diseñando, ya sea una fuente de alimentación, un generador o un transformador, tendremos que procurar que, la resistencia interna R_S , sea mucho menor que la resistencia de carga R_L . O bien, que la resistencia de carga R_L , sea mucho mayor que la resistencia interna R_S .

En esta otra gráfica podemos apreciar la variación de rendimiento en función de la resistencia de carga R_L .



NOTA: En el caso de máxima transferencia de potencia, es decir, cuando $R_L = R_S$, tenemos que:

$$\eta = \frac{R_L}{R_S + R_L} = \frac{R_L}{2R_L} = 0.5 = 50\%$$

Referencias:

- [1] **Análisis de Circuitos en Ingeniería.**
William H. Hayt, Jr./Jack E. Kemmerly
McGrawHill