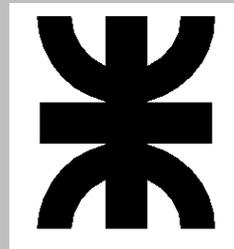


# UTN FRRQ



**APUNTE:**

## COMPARACIÓN ECONÓMICA DE TRANSFORMADORES

**Cátedra:**

Redes de Distribución e  
Instalaciones Eléctricas

**Docente:** Ing. Elvio Daniel Antón

**Auxiliar:** Ing. Diego Salinas



## **COMPARACIÓN ECONÓMICA DE TRANSFORMADORES**

### **1. Introducción**

Conocer la influencia del costo de las pérdidas es importante a la hora de definir la compra de un transformador.

Todo equipamiento eléctrico es alcanzado por las llamadas pérdidas de potencia, pudiendo éstas ser de naturaleza eléctrica y/o magnética.

En el transformador, las pérdidas son de naturaleza eléctrica y magnética.

### **2. Pérdidas eléctricas**

También denominadas pérdidas en el cobre o en carga, originadas por el calentamiento provocado en los conductores, que constituyen los arrollamientos primario, secundarios y terciarios en el caso de que los hubiere, por la circulación de corriente eléctrica.

### **3. Pérdidas magnéticas**

También denominadas pérdidas en el hierro o vacío, originadas por efectos magnéticos observados en el núcleo del transformador, pudiendo ser estas consideradas prácticamente constantes con la variación de la carga.

Cuando se necesita adquirir un transformador, no es suficiente un análisis de precios de venta de diversos fabricantes, dado que el costo de las pérdidas puede llevar a sorpresas desagradables.

Si consideramos transformadores en idénticas condiciones de potencia, accesorios y precios semejantes, el más económico será aquel que posea menores niveles de pérdidas. El costo de las mismas debe ser sumando al costo de venta de los transformadores.

El costo de pérdidas puede ser evaluado a través del valor del capital actualizado al día de la compra, representado por el importe anual que será pagado, por las pérdidas de energía disipadas en los conductores y en el núcleo de los transformadores, durante todo su período de vida, considerando también una tasa de interés prefijada en función del costo del dinero.

por lo tanto, la energía disipada en kwh durante un año, por el transformador, puede ser calculada como una suma constituida por el valor de las pérdidas en el núcleo, en Kw, multiplicada por el número de horas o tiempo medio equivalente en que la máquina estará conectada a la red eléctrica, y de una serie de otros valores y el valor de de las pérdidas en los conductores, en Kw, multiplicado por el tiempo medio equivalente. Igualmente para la potencia de refrigeración forzada si lo hubiere.

Los tiempos medios equivalentes son valores de cálculo que permiten equiparar - desde el punto de vista de las pérdidas actualizadas- a un transformador cargado de forma pareja durante toda su vida útil con el mismo transformador cargado en forma diferente de año a año.

Esta energía, que corresponde a las pérdidas totales durante un año, será el valor pagado por el usuario o empresa distribuidora durante todo el período de utilización del transformador, hasta su total amortización y su retiro de operación. Por lo tanto se deben determinar los valores actuales, en el momento de la compra, para una efectiva comparación de costos.

#### 4. Comparación económica

Aquí se analizan las fórmulas habitualmente utilizadas por usuarios y empresas de distribución de energía para la comparación económica de ofertas de transformadores de potencia.

La comparación económica de las ofertas se efectuará considerando los precios cotizados para la unidad y la capitalización de las pérdidas, según las siguientes expresiones:

##### 4.1. Transformadores de tres arrollamientos con terciario inaccesible o con dos arrollamientos:

$$C_c = C_o + C_{pn}$$

Donde:

Cc: Precio de Comparación.

Co: Precio de oferta de la unidad, en \$, valor del transformador más repuestos y ensayos de tipo que el comitente resuelva efectuar.

Cpn = Capitalización de las pérdidas durante "n" años (vida útil).

$$C_{pn} = C_p \cdot FA$$

$$C_{pn} = \frac{C_p [(1+i)^n - 1]}{i \cdot (1+i)^n}$$

$$FA = \frac{[(1+i)^n - 1]}{i \cdot (1+i)^n}$$

FA: Factor de actualización (valor actual de una anualidad constante, que es función de la tasa de descuento utilizada y la vida útil prevista).

i: Interés de capitalización = 9 a 12 %.

n: Vida útil de la máquina = 25 años.

Cp: Pérdidas de energía anual.

$$C_p = (P_0 \cdot 8760 + P_{cc} \cdot T_e + P_r \cdot T_r) C_e$$

Donde:

Po: Pérdidas en vacío en kW a tensión nominal.

Pcc: Pérdidas garantizadas en cortocircuito total, en kW, correspondiente a la potencia nominal del transformador y a 75 °C.

Te: Tiempo en horas equivalente a funcionamiento a plena carga por año: entre 2300 a 4300 hs.

Pr: Potencia total garantizada de los electro ventiladores de refrigeración, en kW

Tr: Tiempo de utilización de refrigeración forzada por año, en horas: 600 hs.

Ce: Precio de compra de la energía en \$/kWh.

#### **4.2. Transformadores de tres arrollamientos con terciario accesible**

$$C_c = C_o + C_{pn}$$

Donde:

I, Cc, Co, Cpn, Cp y n tienen igual significado que en el caso anterior.

$$C_p = (P_0 \cdot 8760 + P \cdot T_1 + S \cdot T_2 + R \cdot T_3 + P_r \cdot T_r) C_e$$

Donde:

P: Pérdidas garantizadas en cortocircuito del arrollamiento primario en Kw, correspondiente a su potencia nominal y a 75 °C.

S: Ídem del arrollamiento secundario.

T: Ídem del arrollamiento terciario.

T1: Tiempo en horas equivalente a funcionamiento a plena carga del primario por año: 4300 hs.

T2: Tiempo en horas equivalente a funcionamiento a plena carga del secundario por año: 2580 hs.

T3: Tiempo en horas equivalente a funcionamiento a plena carga del terciario por años: 2580 hs.

Pr: Potencia total garantizada de los electro ventiladores de refrigeración, en kW

Tr: Tiempo de utilización de refrigeración forzada por año, en horas: 600 hs.

Ce: Precio de compra de la energía en \$/kWh.

#### **4.3. Multa por incumplimiento de valores de pérdidas nominales garantizados**

Si las pérdidas medidas en el transformador excedieran las garantizadas por el fabricante más la tolerancia que cada caso corresponda, la máquina puede ser rechazada, o a exclusivo criterio del comitente, puede aplicarse al fabricante una multa que se calculará según:

#### **4.3.1. Multa por pérdidas en vacío**

Si  $P_{om} > P_{og}$  la multa será:

$$M_o = (P_{om} - P_{og}) \cdot 8760 \cdot C_e \cdot 20$$

Donde:

$M_o$ : Multa a aplicar en \$.

$P_{om}$ : pérdidas medidas en el ensayo de vacío en kW.

$P_{og}$ : Pérdidas en vacío garantizadas en kW.

$C_e$ : Precio de la energía en \$/kWh.

#### **4.3.2. Multa por pérdidas en cortocircuito para cada binario**

Si  $P_{ccmi} > P_{ccgi}$  la multa será:

$$M_{cc} = (P_{ccmi} - P_{ccgi}) \cdot 4600 \cdot C_e \cdot 20$$

Donde:

$M_{cc}$ : Multa a aplicar en \$.

$P_{ccmi}$ : Pérdidas medidas del binario i en el ensayo de cortocircuito en kW.

$P_{ccgi}$ : Pérdidas en cortocircuito garantizadas para binario i en kW.

$C_e$ : Precio de la energía en \$/kWh.

#### **4.4.3. Multa por exceso en la pérdida de refrigeración forzada (potencia total de los electroventiladores)**

Si  $P_{rm} > P_{rg}$  la multa será:

$$M_r = (P_{rm} - P_{rg}) \cdot 600 \cdot C_e \cdot 20$$

Donde:

$M_r$ : Multa a aplicar en \$.

$P_{rm}$ : Pérdidas por refrigeración forzada real (potencia total de los electroventiladores instalados en el transformador) en Kw.

$P_{rg}$ : Pérdidas por refrigeración garantizadas en Kw.

$C_e$ : Precio de la energía en \$/Kwh.