

la corriente, entonces un transformador eleva (o disminuye) el voltaje en la misma proporción que disminuye (o eleva) la corriente. Cuando se desea transmitir potencia eléctrica a grandes distancias se trata de manejar siempre voltajes muy altos (del orden de 110 000 V) para disminuir la magnitud de la corriente y, por ende, las pérdidas por efecto Joule ($P = I^2 R$) a través de una línea de transmisión dada. Para transportar una corriente muy alta con pocas pérdidas se requeriría de conductores de una sección muy grande, y por, lo tanto muy costosos. El siguiente ejercicio ilustra lo anteriormente expuesto.

EJEMPLO 1

Un alternador monofásico suministra 1 500 Kva a 600 V a una carga instalada a 20 Km de distancia. Despreciando la reactancia de las líneas de transmisión y considerando que la corriente se distribuye uniformemente en la sección del conductor, a) ¿qué diámetro de conductor de cobre se requiere para mantener las pérdidas por efecto Joule menores a 15 Kw? b) Si por medio de transformadores se eleva la tensión de transmisión a 60 000 V, ¿qué diámetro de conductor se requiere? c) ¿Cuál es el volumen de cobre empleado por las líneas de transmisión de (a) y (b)? Resistividad del cobre = 1.55×10^{-6} ohm-cm.

SOLUCION

$$P_{\text{Joule}} = I^2 R \quad ; \quad R = \rho \frac{L}{A} \quad ; \quad I = \frac{S}{V}$$

$$\Rightarrow P_{\text{Joule}} = \rho \frac{L}{A} \left(\frac{S}{V}\right)^2$$

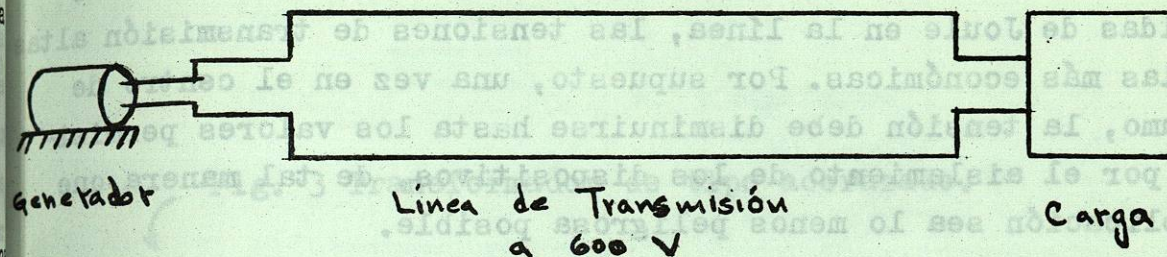
$$A = \frac{\rho L}{P_{\text{Joule}}} \left(\frac{S}{V}\right)^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\Rightarrow d = \frac{S}{V} \sqrt{\frac{4 \rho L}{P_{\text{Joule}} \pi}}$$

$$= \frac{1500 \times 10^3}{V} \sqrt{\frac{4 (1.55 \times 10^{-6} \text{ ohm-cm}) \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}\right) (20 \times 10^3 \text{ m})}{15 \times 10^3 \pi}}$$

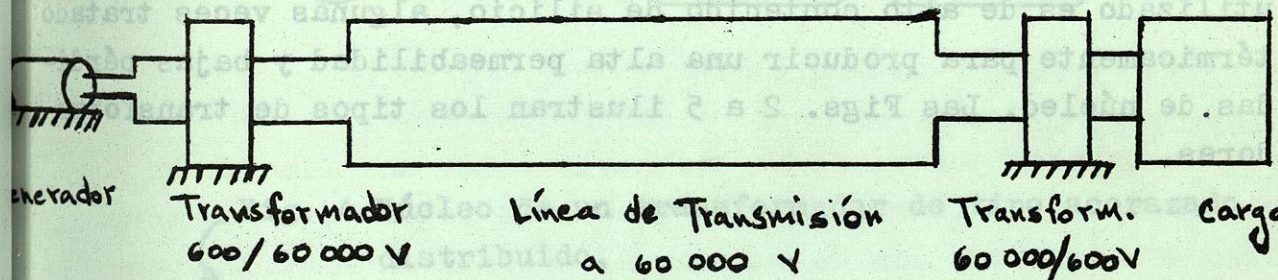
$$d = \frac{344.1}{V} \quad [\text{m}]$$

a) $V = 600 \text{ V.}$



$$d_a = \frac{344.1}{600} = 0.574 \text{ m} \quad *$$

b)



$$d_b = \frac{344.1}{60000} = 5.74 \times 10^{-3} \text{ m} \quad *$$

c) $\text{Vol.} = A L$

$$\text{Vol. } a = \frac{\pi}{4} (0.574)^2 (z) (20 \times 10^{-3}) = 10\,350 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. } b = \frac{\pi}{4} (5.74 \times 10^{-3})^2 (z) (20 \times 10^{-3}) = 1.04 \text{ m}^3$$

De donde se concluye que, desde el punto de vista de las pérdidas de Joule en la línea, las tensiones de transmisión son las más económicas. Por supuesto, una vez en el centro de consumo, la tensión debe disminuirse hasta los valores permisibles por el aislamiento de los dispositivos, de tal manera que su aplicación sea lo menos peligrosa posible.

XXX

La construcción de transformadores monofásicos puede dividirse en tres tipos principales: tipo de COLUMNAS (o de NÚCLEO tipo ACORAZADO y tipo ESPIRAL DE COLUMNAS. En todos los tipos, el núcleo está contruido de laminaciones, usando las láminas de acero para transformador montadas para proporcionar un circuito magnético continuo con un entrehierro mínimo incluido. El acero utilizado es de alto contenido de silicio, algunas veces tratado térmicamente para producir una alta permeabilidad y bajas pérdidas de núcleo. Las Figs. 2 a 5 ilustran los tipos de transformadores.

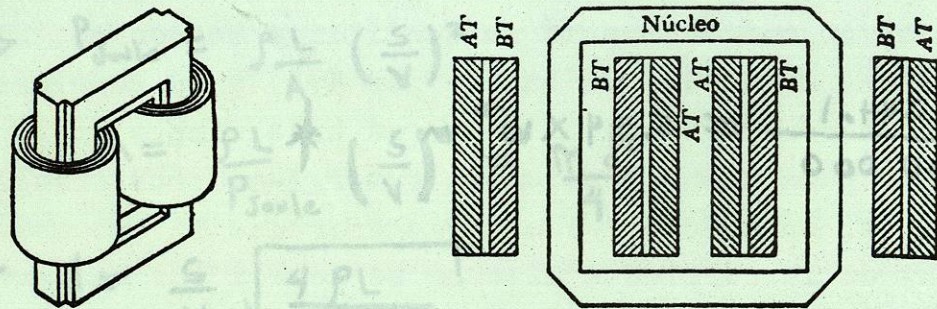


Fig. 2 Transformador de tipo de núcleo.

Fig. 3 Transformador de tipo acorazado.

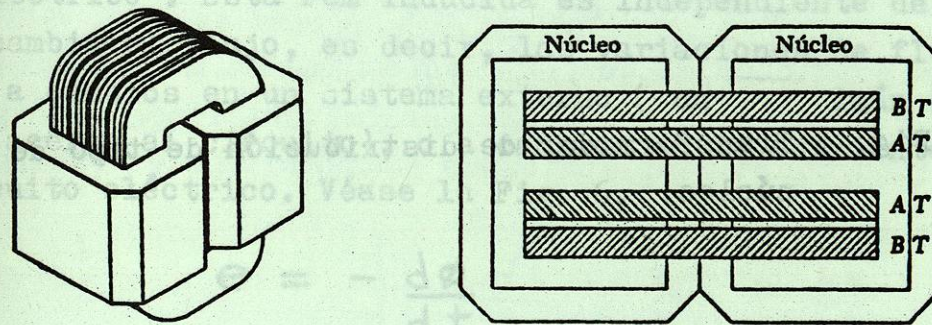
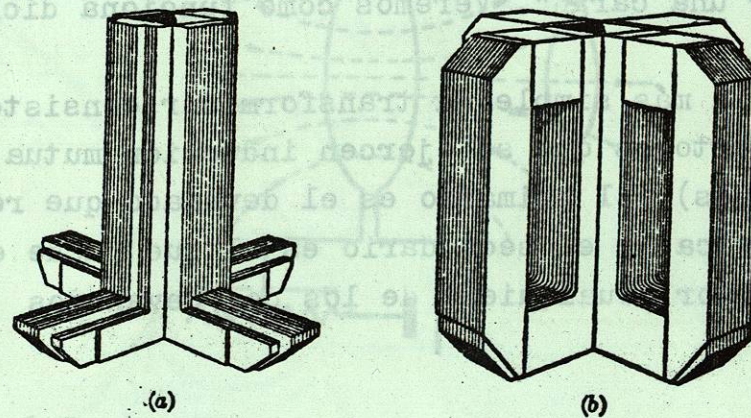


Fig. 4 Núcleo de un transformador de tipo acorazado distribuido.



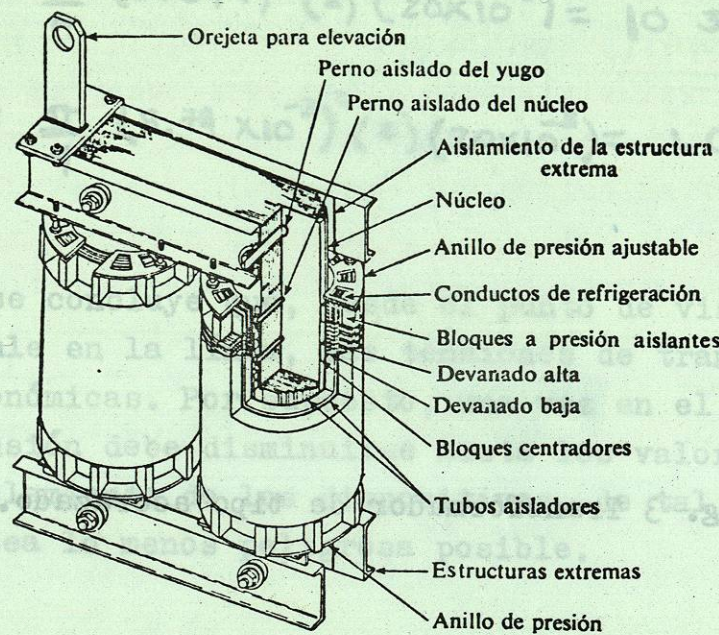


Fig. 5 Transformador de distribución de tipo de núcleo.

5.2 EL TRANSFORMADOR IDEAL

Hasta este punto, el lector puede tener una idea de un transformador similar a este: "una "caja negra" con dos terminales de entrada y dos de salida. Al aplicar un voltaje y corriente en la entrada, salen éstos transformados a la salida para alimentar una carga". Veremos cómo funciona dicha "caja negra".

En su forma más simple un transformador consiste en dos devanados conductores que se ejercen inducción mutua (magnéticamente acoplados). El primario es el devanado que recibe la potencia eléctrica, y el secundario es el que puede entregarla a una red exterior. Cualquiera de los dos devanados puede

ser primario o secundario. Los devanados suelen estarlo sobre un núcleo, que puede ser de láminas de material magnético (transformadores de potencia), de aleación pulverizada (transformadores de radiofrecuencia), simplemente aire (comunicaciones a muy altas frecuencias), o una combinación de ellos. La función del núcleo es la de acoplar magnéticamente los devanados primario y secundario. Posteriormente veremos en qué influye el que sea de una alta o baja permeabilidad.

5.2.1 INDUCCION ELECTROMAGNETICA

Ley de Faraday.- " Cuando el flujo magnético que atraviesa un circuito eléctrico experimenta variaciones, dichas variaciones se traducen en una fuerza electromotriz inducida en el circuito eléctrico". Esta Fem inducida es independiente de la forma en que cambia el flujo, es decir, las variaciones de flujo pueden deberse a cambios en un sistema externo (un imán que se aleja o acerca al circuito), o a cambios en la corriente misma del circuito eléctrico. Véase la Fig. 6.

$$e = - \frac{d\phi}{dt} \quad 5.1$$

Es importante apreciar que esta ecuación es una ley experimental independiente; no puede deducirse de otras leyes experimentales.

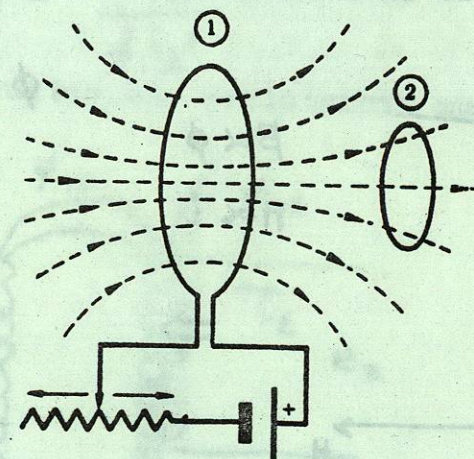


Fig. 6 Cuando varía la corriente en el circuito 1 varía el flujo magnético que atraviesa el circuito 2.