

Transformador

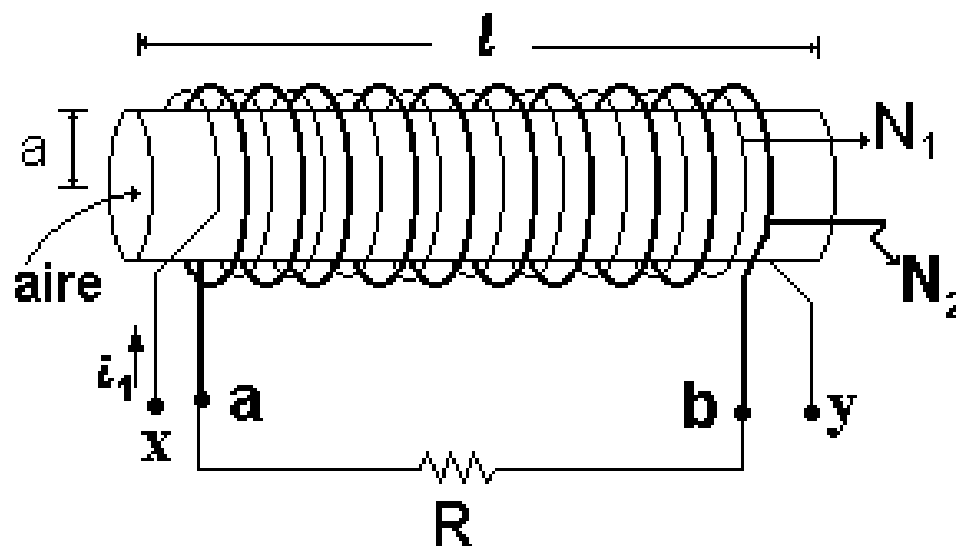




Transformador con núcleo de aire



En la figura se muestra un transformador con núcleo de aire, que son dos solenoides superpuestos.



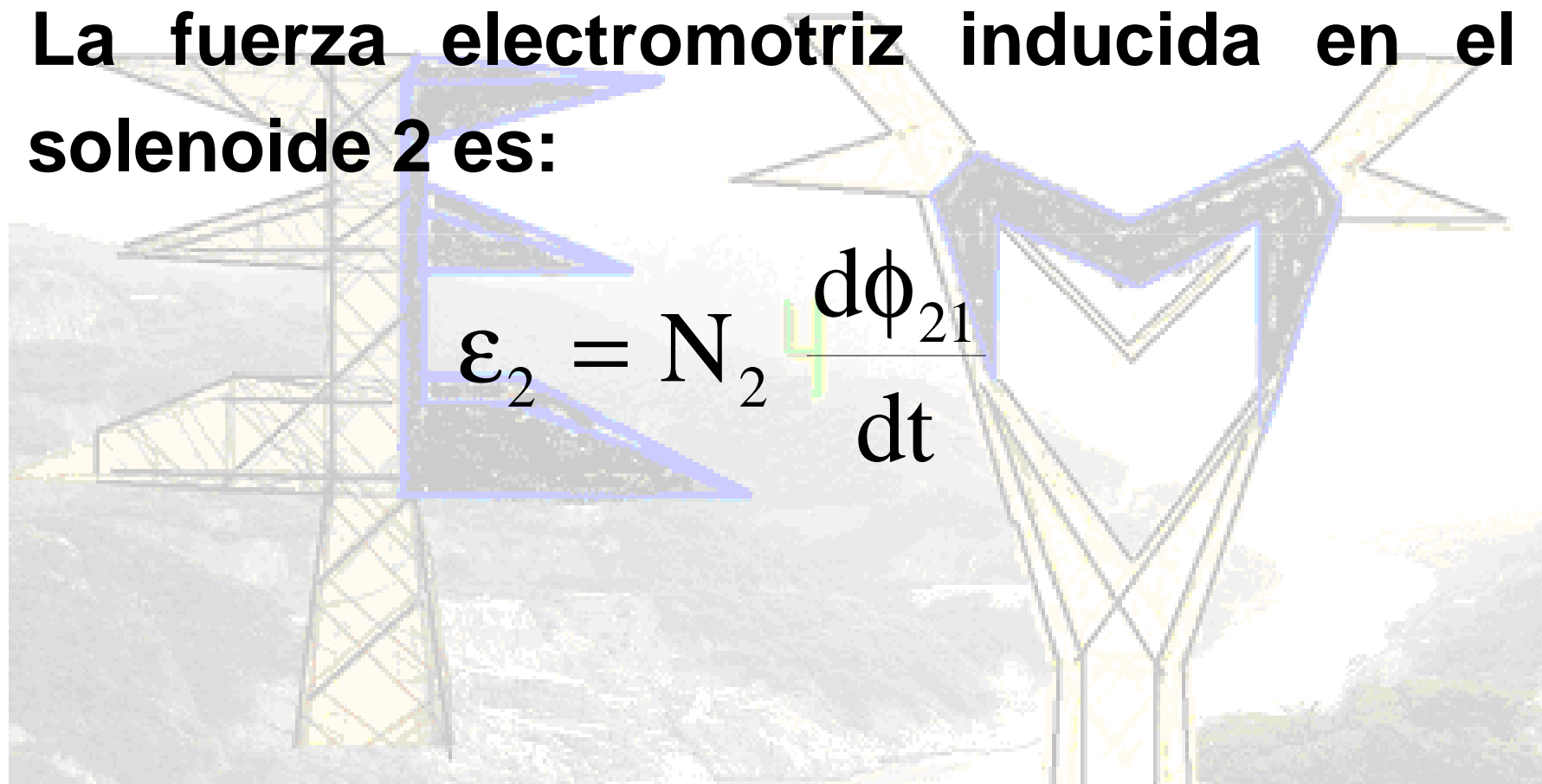


Transformador con núcleo de aire



La fuerza electromotriz inducida en el solenoide 2 es:

$$\varepsilon_2 = N_2 \frac{d\phi_{21}}{dt}$$





Transformador con núcleo de aire



El flujo magnético ϕ_{21} representa el flujo que concatena las vueltas del solenoide 2 y que es producido por el solenoide 1. Dadas las características de los solenoides en cuestión (iguales longitudes y áreas de sección transversal), se cumple que todo el flujo producido por el solenoide 1 enlaza las espiras del solenoide 2, por lo tanto



Transformador con núcleo de aire



$$\phi_{21} = \phi_{12} = \phi = B_1 A$$

De acuerdo a la ley de Faraday

$$\varepsilon_2 = N_2 \frac{d\phi}{dt} = N_2 A \frac{dB_1}{dt}$$



Transformador con núcleo de aire



El campo magnético producido por el solenoide 1 es

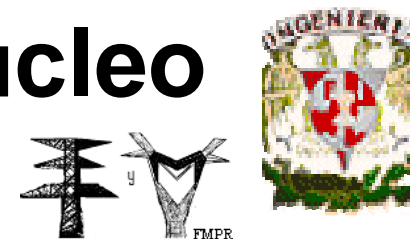
$$B_1 = \frac{\mu_0 N_1 i_1}{l}$$

Sustituyendo

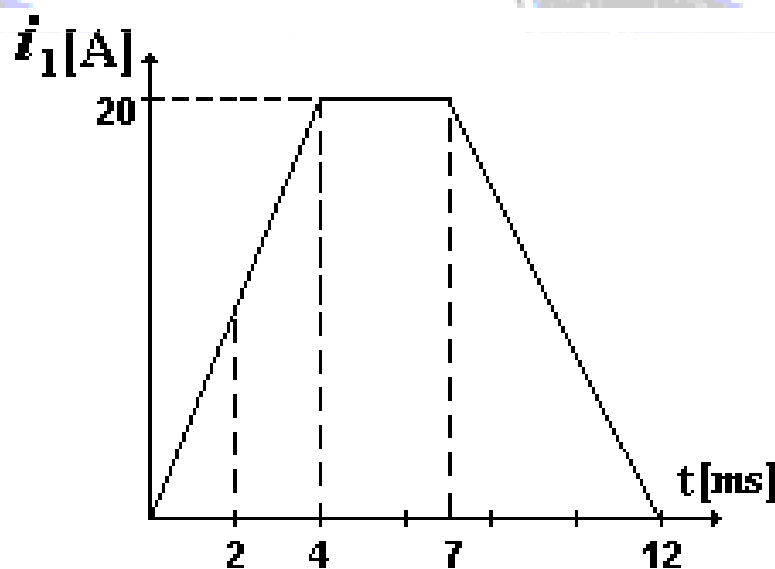
$$\varepsilon_2 = N_2 A \frac{\mu_0 N_1}{l} \frac{di_1}{dt}$$



Transformador con núcleo de aire



Si la corriente varía con respecto al tiempo como se muestra en la figura:





Transformador con núcleo de aire



Se tendrá el siguiente comportamiento

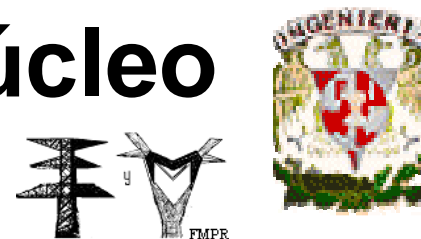
$$\frac{di_1}{dt} = C_1 \quad \text{para } 0 \leq t < t_4$$

$$\frac{di_1}{dt} = 0 \quad \text{para } t_4 \leq t \leq t_7$$

$$\frac{di_1}{dt} = -C_2 \quad \text{para } t_7 \leq t \leq t_{12}$$



Transformador con núcleo de aire



El valor de la fem para el primer intervalo:

$$\varepsilon_2 = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{\ell} C_1$$

Para el segundo intervalo

$$\varepsilon_2 = 0$$

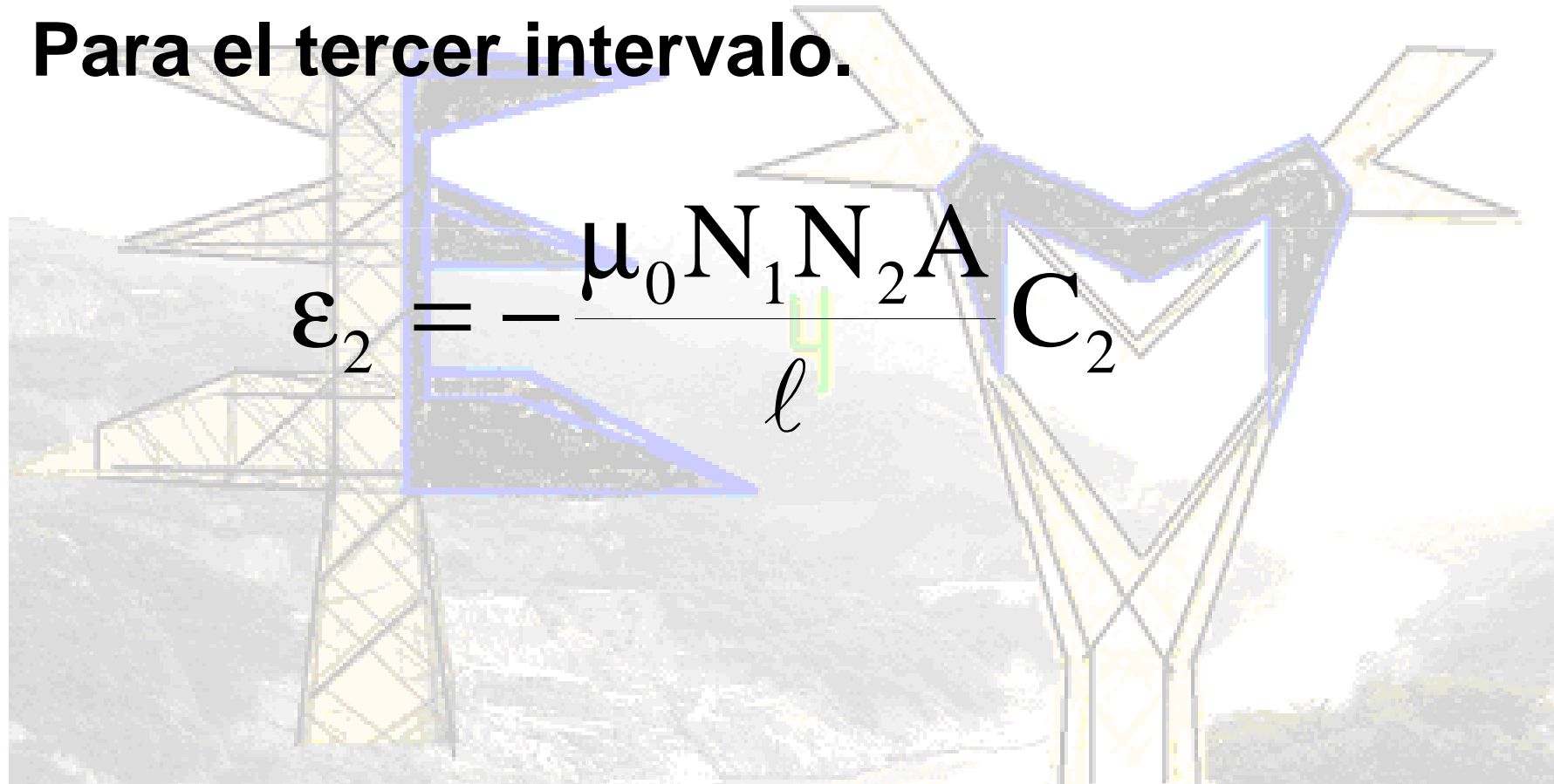


Transformador con núcleo de aire



Para el tercer intervalo.

$$\varepsilon_2 = - \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{l} C_2$$





Transformador ideal

- a) El flujo magnético producido por la corriente que circula en cada devanado concatena a todas y cada una de las vueltas que lo constituyen
- b) LA disposición de los devanados es tal, que el flujo que uno de los devanados produce concatena totalmente el otro devanado.
- c) La resistencia eléctrica de cada devanado es nula, por lo cual, no existe disipación de energía en forma de calor debido al efecto Joule.
- Como consecuencia: la potencia que se le suministra es igual a la potencia que puede suministrar.



Transformador ideal

Considerando que V_1 y V_2 son valores de voltaje en la entrada y salida respectivamente de un transformador ideal, y en forma análoga i_1 e i_2 las corrientes correspondientes, se tendrá, con base en la ley de Faraday, que:

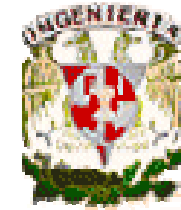


Transformador ideal

$$V_1 = N_1 \frac{d\phi_1}{dt}$$

Donde Φ_1 representa el flujo producido por la corriente que circula en el devanado 1 concatenado por él mismo

$$V_2 = N_2 \frac{d\phi_2}{dt}$$



Transformador ideal

Pero:

$$\frac{d\phi_1}{dt} = \frac{d\phi_2}{dt}$$

Entonces

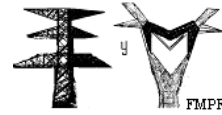
$$\frac{V_1}{N_1} = \frac{V_2}{N_2}$$

Del principio de conservación de la energía

$$V_1 i_1 = V_2 i_2$$

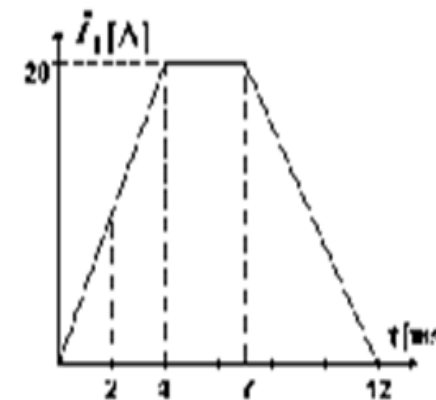
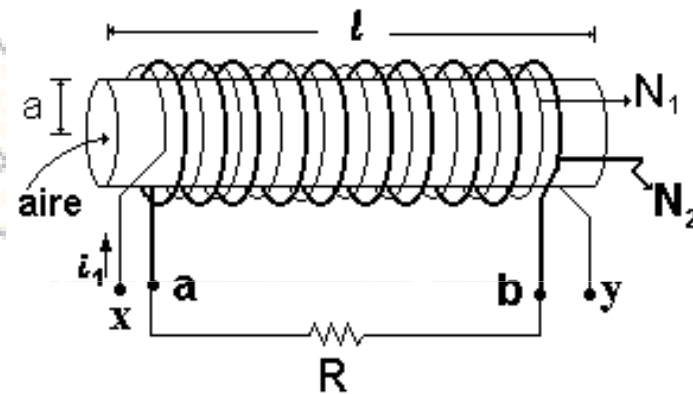
Por lo tanto

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{N_2}{N_1}$$



Ejemplo de transformador con núcleo de aire

Si $L=30$ [cm],
 $A=4$ [cm²],
 $N_1=100$ [vueltas], $N_2=200$ [vueltas] y la corriente varía como se muestra en la figura, determine la fem inducida en el solenoide 2 para los tres intervalos de tiempo.

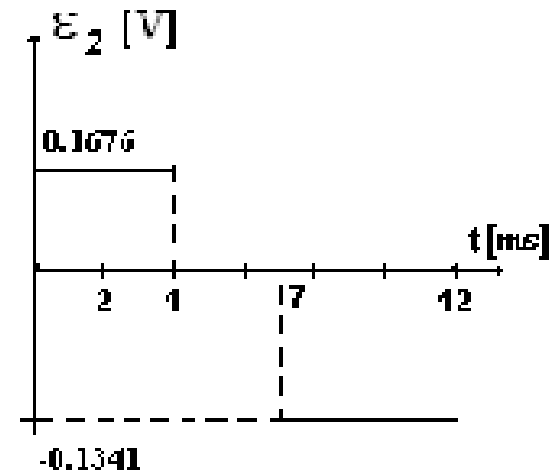
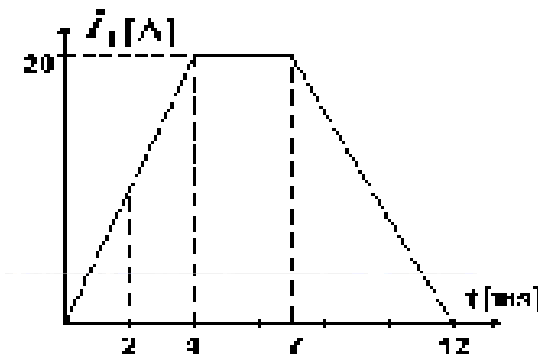




Transformador con núcleo de aire



Al sustituir valores en las expresiones se tiene la gráfica de la fem en el secundario



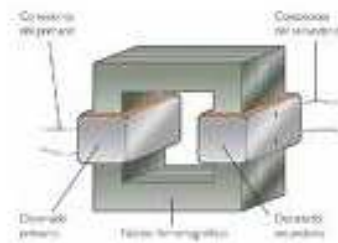
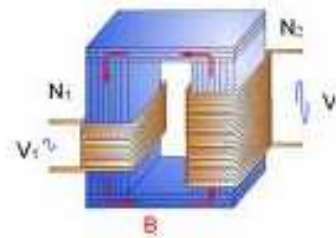
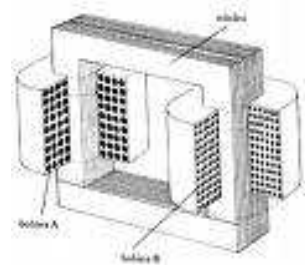


Transformador





Transformadores





Bibliografía.

Gabriel A. Jaramillo Morales, Alfonso A.

Alvarado Castellanos.

Electricidad y magnetismo.

Ed. Trillas. México 2003

Sears, Zemansky, Young, Freedman

Física Universitaria

Ed. PEARSON. México 2005