

ET Telecomunicaciones: Sonido e Imagen

Fundamentos Físicos. Problemas

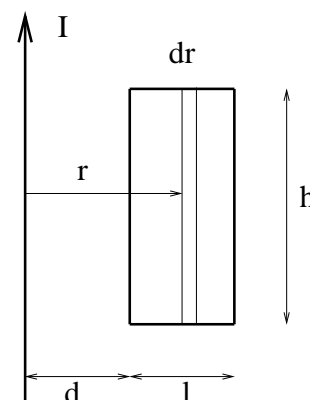
J.L. Font

20 de noviembre de 2002

1. INDUCCIÓN

- Un hilo recto conduce una corriente I variable con el tiempo. Una espira rectangular conductora de longitud ℓ y altura h es coplanaria con el hilo y está situada a una distancia d de éste. Demostrar que el flujo magnético instantáneo que atraviesa la espira y la fem inducida vienen dadas por:

$$\Phi_B = \frac{\mu_0 I h}{2\pi} \ln \left(1 + \frac{\ell}{d} \right) \quad \varepsilon = \frac{\mu_0 h}{2\pi} \ln \left(1 + \frac{\ell}{d} \right) \frac{dI}{dt}$$



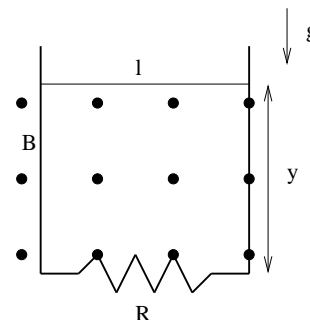
Solución: El campo magnético producido por un hilo infinito y recto a una distancia r es: $B = (\mu_0 I)/(2\pi r)$. Tomemos un rectángulo de altura h y anchura dr . Su superficie es $dS = h dr$ y el flujo magnético infinitesimal resulta ser: $d\Phi_B = B dS = (\mu_0 I)/(2\pi r) h dr$. Obsérvese que el campo es normal a la superficie y que por lo tanto, el producto escalar $\vec{B} \cdot d\vec{S}$ es el producto de módulos. El flujo total se calcula mediante:

$$\Phi_B = \int B dS = \frac{\mu_0 I h}{2\pi} \int_d^{d+\ell} \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 I h}{2\pi} \ln \left(\frac{d+\ell}{d} \right)$$

Para calcular la fem, basta observar que en la anterior expresión todo es constante excepto la intensidad. Por lo tanto:

$$|\varepsilon| = \left| \frac{d\Phi_B}{dt} \right| = \frac{\mu_0 h}{2\pi} \ln \left(\frac{d+\ell}{d} \right) \frac{dI}{dt}$$

- Un circuito en forma de U está situado en un plano vertical y su resistencia eléctrica es R . Un alambre de masa m y longitud ℓ desliza sin rozamiento cerrando el circuito. Considerando que el sistema se encuentra en una región de campo magnético B uniforme y perpendicular al plano, demostrar que la velocidad del alambre tiende al valor $(mgR)/(B\ell)^2$.



Solución: Si la velocidad instantánea del alambre es v , el área instantánea viene dada por $S = \ell y$. El flujo instantáneo resulta ser $\Phi_B = BS$. Como el área cambia con el tiempo, se produce una fem que viene dada por $\varepsilon = d\Phi_B/dt = B \ell dy/dt = B\ell v$. Esta fem se genera en el circuito y produce una intensidad instantánea que viene dada por $I = \varepsilon/R$. El sentido de I se opone al cambio de flujo, y como éste disminuye (el área disminuye), el sentido de I intentará que el flujo aumente. Por lo tanto, crearía un campo magnético que se sumaría al exterior. Por consiguiente, la intensidad se recorre en sentido antihorario.

Usando la fuerza entre corrientes $\vec{F} = I \ell \vec{u}_t \times \vec{B}$, el módulo de la fuerza resulta ser $F = I \ell B$, sentido vertical y hacia arriba (regla de la mano derecha). En el límite esta fuerza se iguala al peso y obtenemos:

$$mg = I \ell B = \frac{\varepsilon}{R} \ell B = \frac{(B \ell v)(\ell B)}{R} \quad \rightarrow \quad \boxed{v = \frac{mgR}{(B\ell)^2}}$$