

Cálculo teórico de la velocidad de salida del proyectil

Si asumimos que la bobina que hemos utilizado para el cañón es “larga y estrecha”, para calcular la velocidad del proyectil en el momento de salida, podemos computar el cálculo de la inductancia de la misma, luego utilizar ese resultado para calcular el trabajo (energía almacenada en la bobina) y finalmente, mediante la ley de conservación de energía, relacionarlo con la velocidad de salida del proyectil:

Se puede probar que:

[1]

$$W = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$$

Donde W es el trabajo realizado, L es la inductancia de la bobina, y i es la intensidad de corriente.

Para calcular la inductancia L , y aceptando que se dispone de un solenoide ideal, partimos del campo magnético de este:

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot i$$

Podemos calcular que el flujo en todo el solenoide será:

$$\phi = \int_S B \cdot dS = \mu_0 \cdot n \cdot i \cdot S \cdot N = \mu_0 \cdot \frac{N}{l} \cdot i \cdot S \cdot N$$

Donde $n = \frac{\text{número de vueltas}}{\text{longitud bobina}} = \frac{N}{l}$, y $S = \text{superficie de sección transversal}$

Luego, se calculará la inductancia:

[2]

$$L = \frac{\phi}{i} = \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot S}{l}$$

Sustituyendo [2] en [1]:

$$W = \frac{1}{2} \cdot \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot S \cdot i^2}{l} \text{ (J)}$$

Sustituyendo los datos calculados:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{Wb}/(\text{A} \cdot \text{m})$$

$$N = \text{número de vueltas} = 167$$

$$r = \text{radio sección transversal} = 5 \cdot 10^{-3} \text{m}$$

$$i = 5 \text{A}$$

$$l = \text{longitud bobina} = 30 \cdot 10^{-3} \text{m}$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot \frac{167^2 \cdot \pi (5 \cdot 10^{-3} \text{m})^2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Wb}}{\text{A} \cdot \text{m}} \cdot 5^2}{30 \cdot 10^{-3} \text{m}} = 1.1469 \cdot 10^{-3} \text{J}$$

Mediante la ley de conservación de energía y haciendo $W = E_{m1}$. Definimos el momento (1) como un instante antes de que el proyectil sea expulsado de la bobina, y el momento (2) como el instante en el que el proyectil es expulsado de la bobina.

$$E_{m1} + E_{k1} = E_{m2} + E_{k2}$$

$$1.1469 \text{J} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Sabiendo que $m = \text{masa proyectil} = 3.6 \cdot 10^{-3} \text{kg}$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.1469 \cdot 10^{-3} \text{J}}{3.6 \cdot 10^{-3} \text{kg}}} = 0.7892 \text{m/s}$$