Regresso ao applet

Galvanómetro de moldura móvel

Regime estático:
Considere-se um galvanómetro de moldura móvel. A moldura é rectangular, a sua superfície **S**, o número de espiras é **N**, a indução magnética radial ao nível das espiras é **B**. O momento de inércia da moldura é **I** e a constante de tensão dos fios de torção é **C**.
As forças que actuam sobre os lados horizontais (comprimento b) são nulas devido ao campo **p** ser paralelo à corrente. As forças exercidas nos lados verticais (comprimento a) são iguais à Nbia.
A rotação produzida pelas forças opostas é **Nbia.b = NBSi**.
Se a corrente que atravessa a moldura é **i** , a força de Laplace produzida sobre a moldura tem um momento igual a **NSBi**. Em equilíbrio a moldura gira num ângulo α e passamos a ter:

$$\mathbf{C\alpha = NSBi}$$

Regime dinâmico:
A moldura é fechada por uma resistência pura e a resistência total do circuito é **R**. A moldura é removida da sua posição de equilíbrio e recolocada em equilíbrio.
O movimento da moldura no campo magnético induz uma corrente **i'**.
A f.e.m. induzida no circuito é:

$$e = -d\Phi/dt = -NSB.d\alpha/dt$$

A corrente na moldura no instante **t** é igual a:

$$i = -\frac{NSB}{R}\frac{d\alpha}{dt}$$

Existem forças de amortecimento proporcionais à velocidade cujo momento pode ser colocado na forma f.dα/dt.
A equação do movimento é dada por:

$$I\frac{d^2\alpha}{dt^2} + f\frac{d\alpha}{dt} + C\alpha = NSBi'$$

$$I\frac{d^2\alpha}{dt^2} + (f + \frac{N^2B^2S^2}{R})\frac{d\alpha}{dt} + C\alpha = 0$$

Temos NBS = Φ. A experiência mostra que o termo de amortecimento **f** é negligenciável antes do fim das correntes induzidas.
Finalmente, pode escrever-se a equação do movimento sob a forma:

$$I\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{\Phi^2}{R}\frac{d\alpha}{dt} + C\alpha = 0$$

É uma equação diferencial linear com coeficientes constantes, cuja a equação característica é:

$$I.r^2 + r.\Phi^2/R + C = 0$$

Se a resistência de amortecimento é grande, o determinante da equação característica é negativo e as suas raízes são:

$$r = -\frac{\Phi^2}{2IR} \pm j\sqrt{4IC - \frac{\Phi^4}{R^2}} = \lambda \pm j.\omega$$

A solução geral é: $\boldsymbol{\alpha = \alpha_0.e^{-\lambda t}.\cos(\omega t - \varphi)}$.
As constantes são determinadas a partir das condições iniciais (amplitude inicial e velocidade inicial.

O movimento é **oscilatório amortecido**.
Para valores grandes de **R** , o pseudo período tende para o período próprio do quadrado:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I}{C}}$$

Se o determinante da equação característica é nulo, este tem uma raiz dupla:

$$r = -\sqrt{\frac{C}{I}}$$

A solução é: $\alpha = (A + Bt).e^{-rt}$

A moldura regressa rapidamente à sua posição de sua posição de equilíbrio sem oscilar. O valor correspondente da resistência é a **resistência crítica**.

Por fim, se o determinante da equação caracterísitca é positivo, este terá duas raízes negativas reais **p** e **q**:

A solução é: $\alpha = A.e^{-pt} + B.e^{-qt}$

De novo, os valores das constantes **A** e **B** são determinados a partir das condições iniciais (amplitude e velocidade).

A moldura regressa à sua posição de equilíbrio sem oscilar. O movimento é dito como sendo **aperiódico**.

Se **R** tende para 0, uma das raizes tende também para 0. O termo exponencial correspondente decresce muito lentamente.

Na prática, assume-se um valor de resistência ligeiramente superior à resistência crítica de forma que a moldura ultrapassa a sua posição de equilíbrio antes de estabilizar.