Energia em campos magnéticos

- Para a autoindutância temos que $\Phi = LI$, e portanto $\mathscr{E} = -L\dot{I}$. Lembremos também que a fem não é uma força, mas sim um trabalho por carga.
- Ao ligarmos um circuito, há uma fem induzida contrária à fem primária. E assim vemos que há um trabalho necessário para conseguir estabelecer certa corrente I.
- Ademais, esse trabalho para estabelecer a corrente pode ser completamente recuperado; pois ao desligar o circuito há novamente uma fem induzida (com a mesma autoindutância).
- A energia necessária para manter o circuito funcionando, por outro lado, não pode ser recuperada. Como vimos, pela lei de Ohm, manter corrente num circuito requer constante fornecimento de energia, energia essa que não pode ser mantida nem nas partículas responsáveis pela corrente e nem nos campos eletromagnéticos; só pode virar energia térmica (e portanto é irrecuperável).
- Se o trabalho necessário para estabelecer a corrente pode ser completamente recuperado, aonde fica armazenada essa energia? Resposta: veja o título deste *slide*. Por que nos campos magnéticos? Ora, essa energia precisa estar em algum lugar e este é o único possível.

Energia em campos magnéticos

- O trabalho realizado para estabelecer a corrente leva a uma variação da energia interna do sistema. Como a fem é trabalho por unidade de carga, temos

$$dW = -\mathscr{E}dq$$

$$\frac{dW}{dt} = -\mathscr{E}I = LI\frac{dI}{dt}$$

$$\Delta U = \frac{1}{2}LI^2$$

- Logo a energia armazenada depende da corrente final atingida e da geometria do circuito. Não depende do tempo necessário para estabelecer a corrente.

- **Exercício:** Acompanhe a demonstração do livro e conclua que a energia presente nos campos magnéticos pode também ser escrita como

$$\Delta U(t) = \frac{1}{2\mu_0}\int B^2(\mathbf{x}, t)\, d^3x$$

Mais tarde deduziremos essa expressão de outra forma, mais geral.