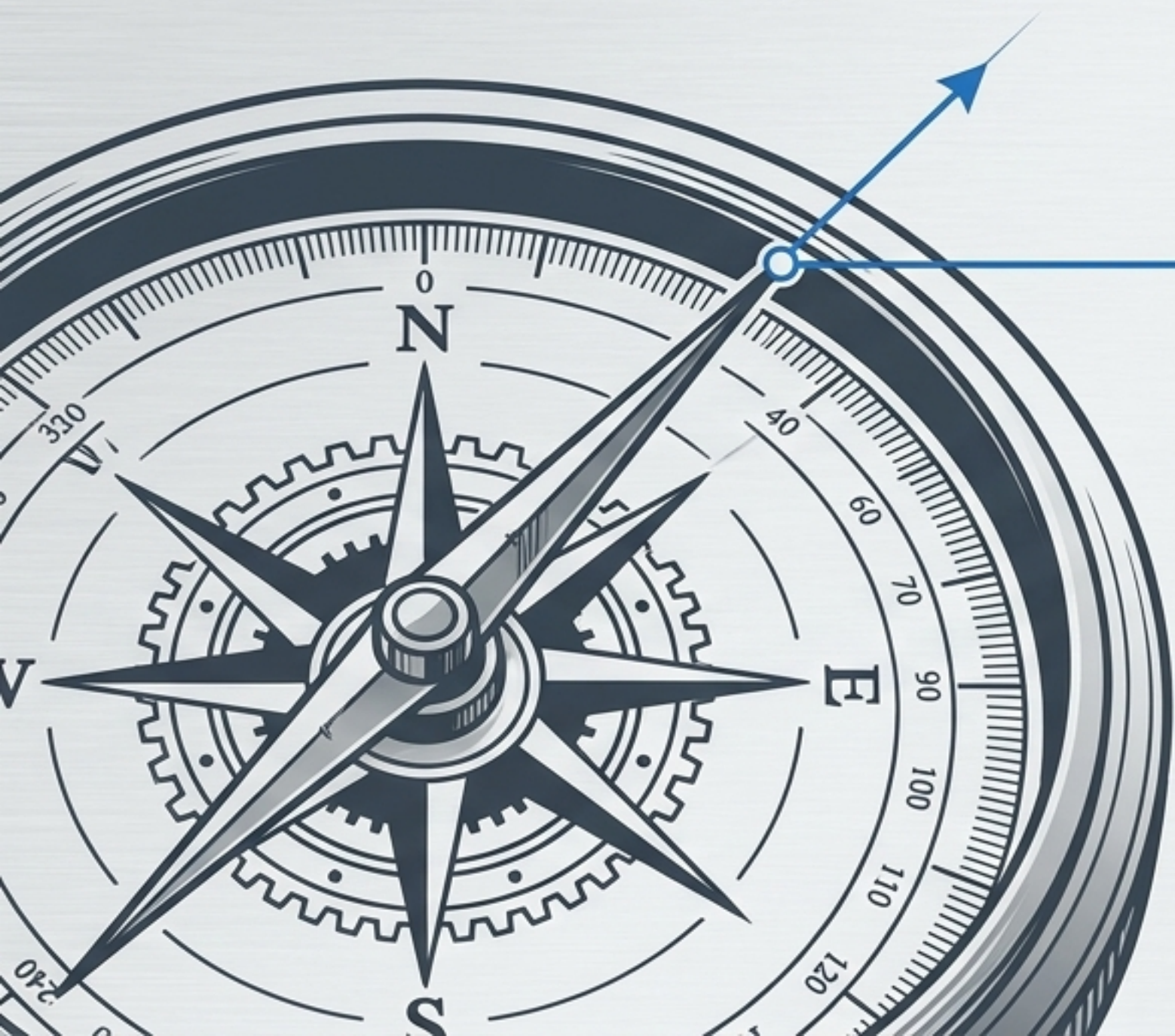


DA TEORIA DE FARADAY À LEVITAÇÃO MAGNÉTICA (CAPÍTULOS 15 E 16)

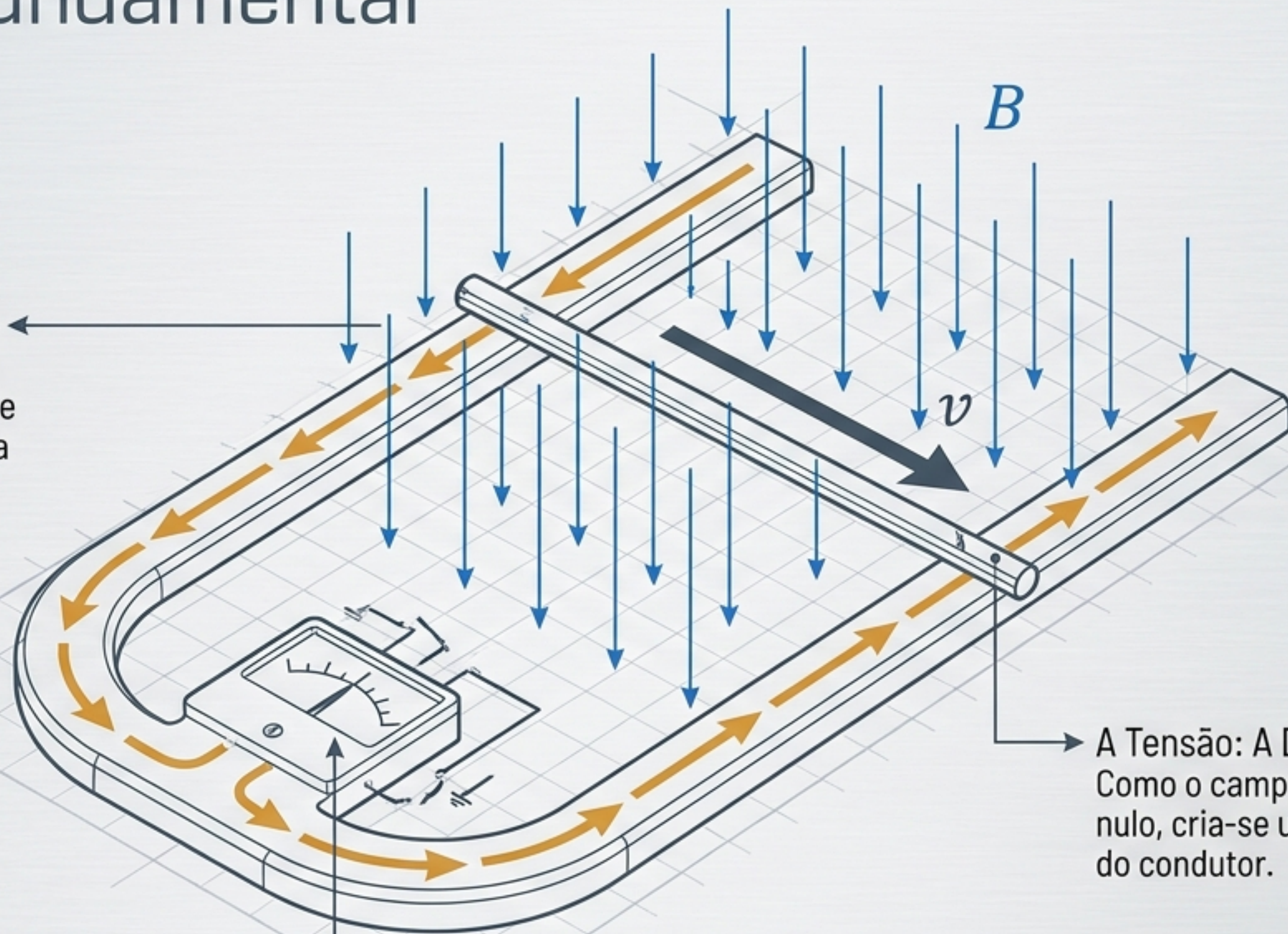
Magnetismo e Eletromagnetismo

Leis da Indução e Corrente Alternada



O Princípio Fundamental da Indução

A Causa: O Movimento Físico
Deslizar um condutor sobre um trilho em forma de "U" dentro de um campo magnético provoca a separação de cargas.



A Tensão: A Diferença de Potencial
Como o campo elétrico interno não é nulo, cria-se uma ddp entre os terminais do condutor.

O Efeito: **A Corrente Induzida**
Em um circuito fechado (marcado pelo amperímetro de zero central), essa ddp força a passagem de uma nova corrente. A energia mecânica torna-se energia elétrica.

A Matemática da Oposição: Faraday-Neumann e Lenz

Força Eletromotriz (fem)

O limite instantâneo da energia gerada ($\lim_{\Delta t \rightarrow 0}$).

$$e = - \Delta \Phi / \Delta t$$

A Taxa de Variação

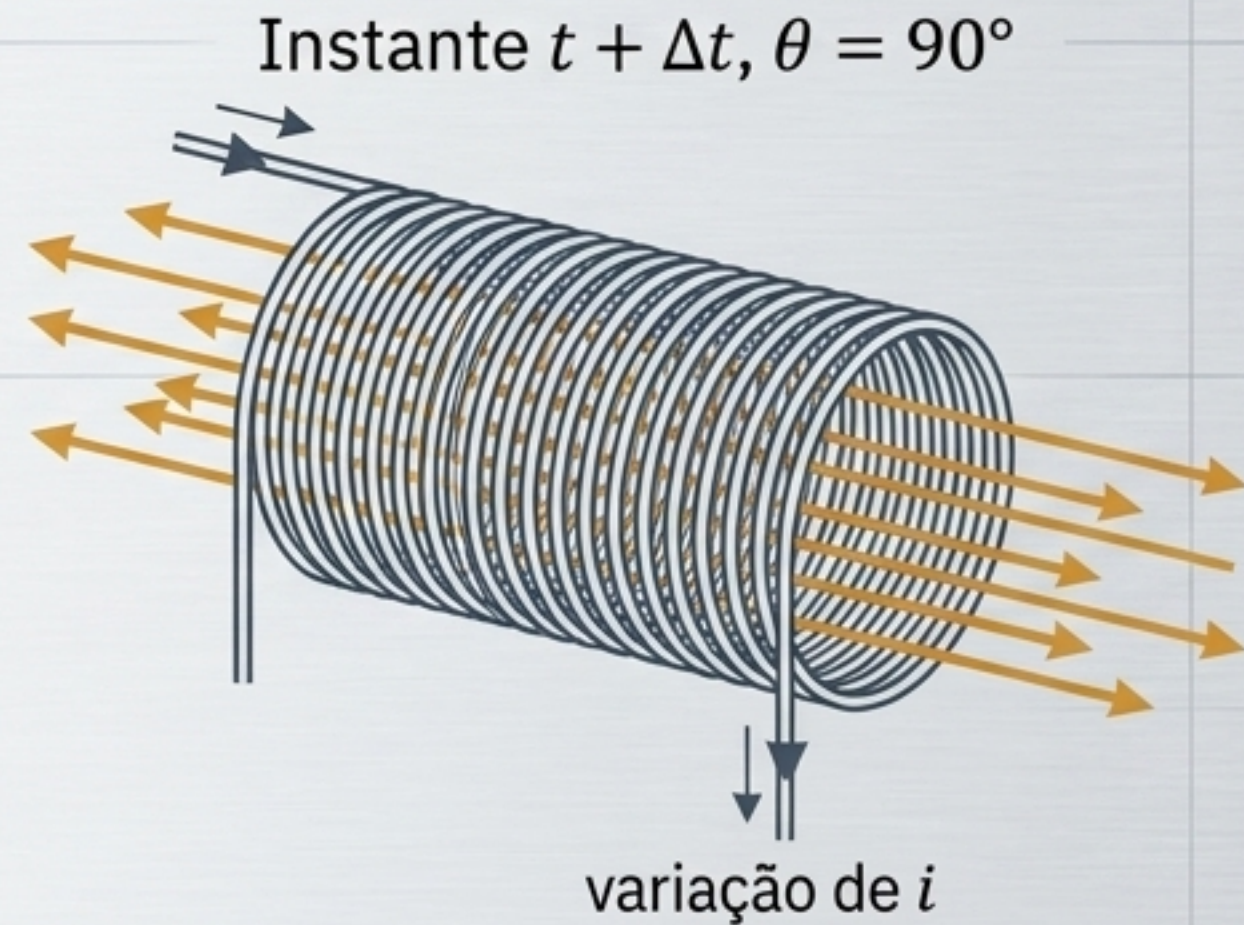
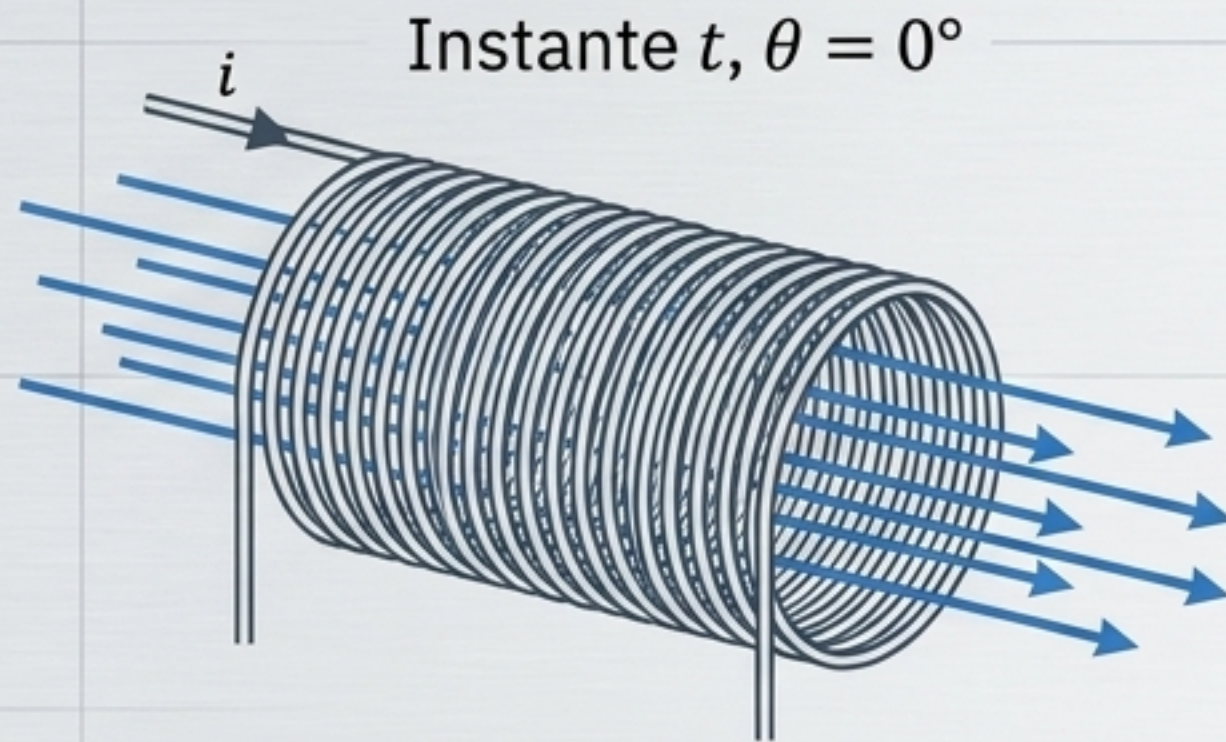
A fem média é o quociente da variação do fluxo magnético ($\Delta \Phi$) pelo tempo (t). O que importa não é o magnetismo estático, mas a mudança.

A Lei de Lenz (A Oposição)

Este sinal não é apenas matemático; é físico. A força eletromotriz induzida sempre cria um campo que se opõe à variação do fluxo que a originou. A natureza resiste à mudança.

Autoindução: A Inércia Elétrica do Circuito

Um circuito pode atuar sobre si mesmo. Quando a corrente que o atravessa varia, o próprio campo magnético interno varia, induzindo uma tensão secundária que "luta" contra a mudança original.



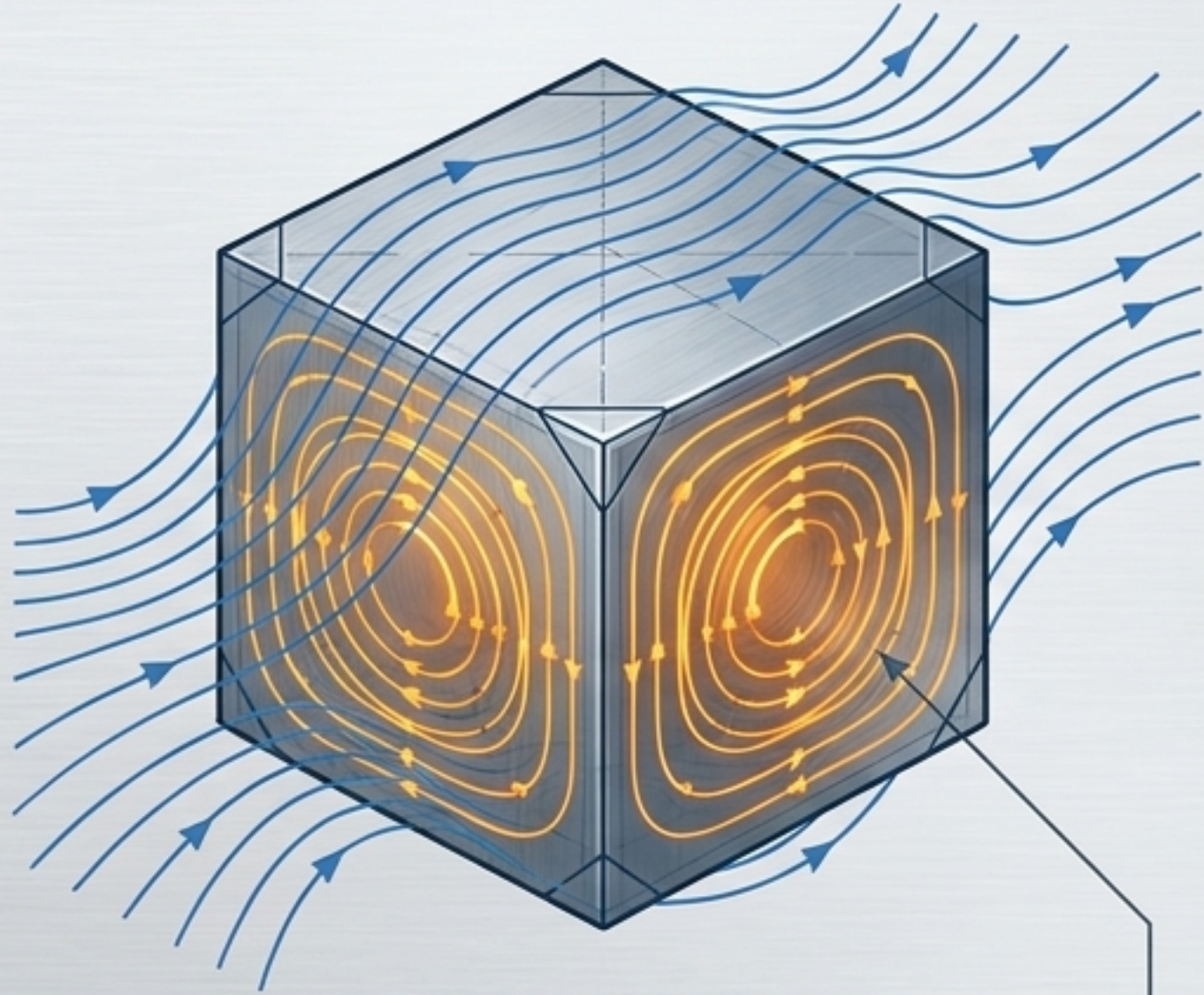
Exemplo de Cálculo de Área

Para uma bobina de $N = 100$ espiras e raio $r = 0,1\text{m}$, a área total exposta ao fluxo magnético é multiplicada:

$$A = 100 \times \pi \times 0,1^2 = 3,14 \text{ m}^2.$$

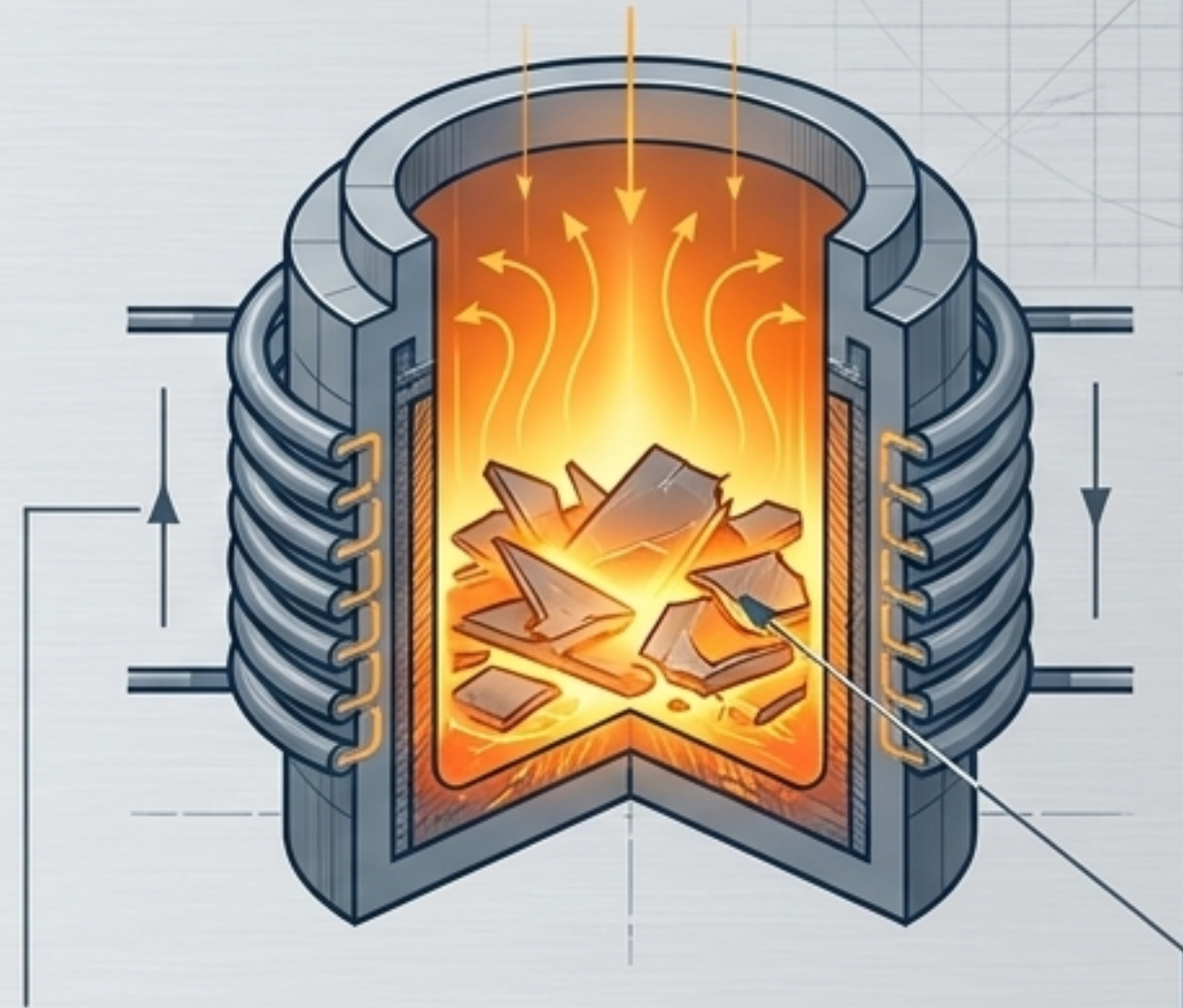
O fluxo autoinduzido escala com a geometria do sistema.

Correntes de Foucault em Maciços (Eddy Currents)



O Fenômeno

Quando um condutor maciço (ex: cubo de cobre) é submetido a um campo magnético variável, surgem correntes parasitas circulares em seu interior.

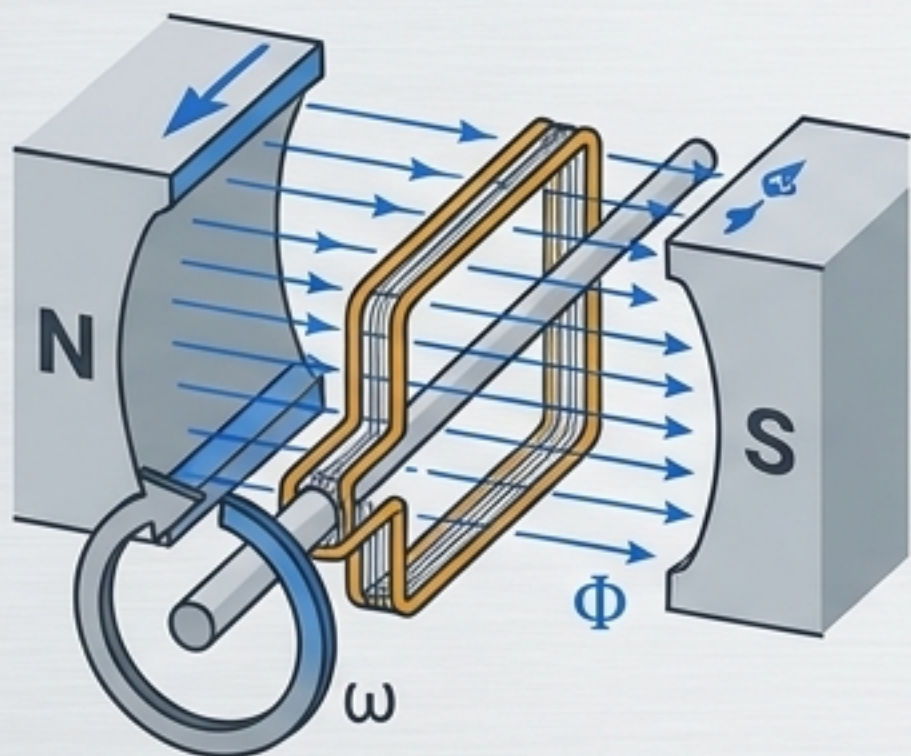


O Efeito Joule e a Aplicação

Como maciços metálicos têm resistência elétrica quase nula, essas correntes atingem intensidades extremas. Isso causa dissipação massiva de energia em forma de calor.

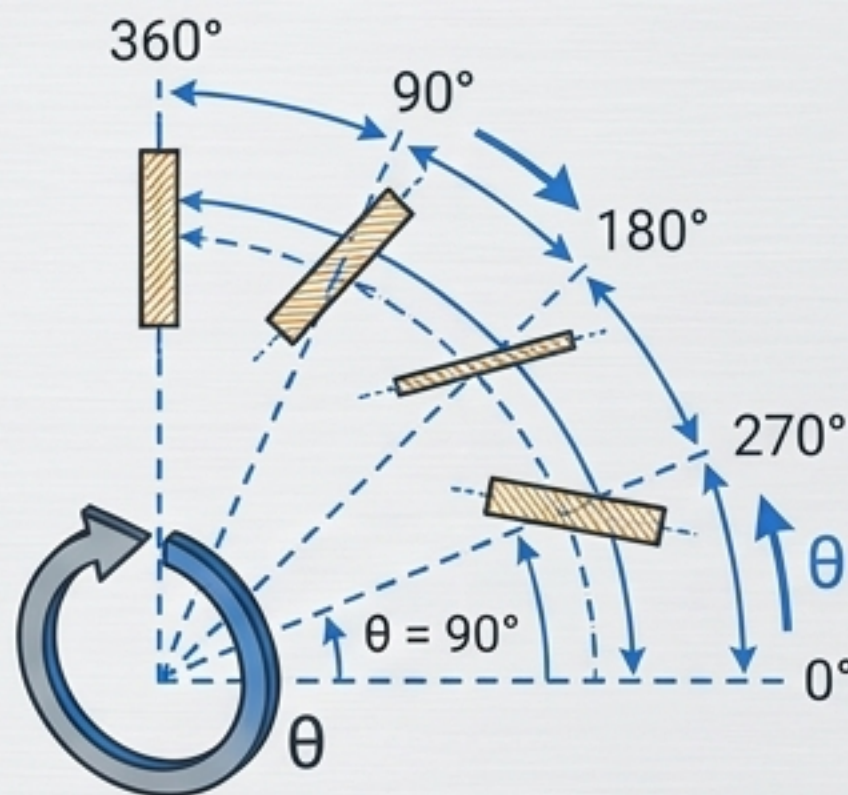
Uso industrial: Fornos de indução utilizam esse calor para fundir peças metálicas sem contato físico.

Geradores e a Origem da Corrente Alternada



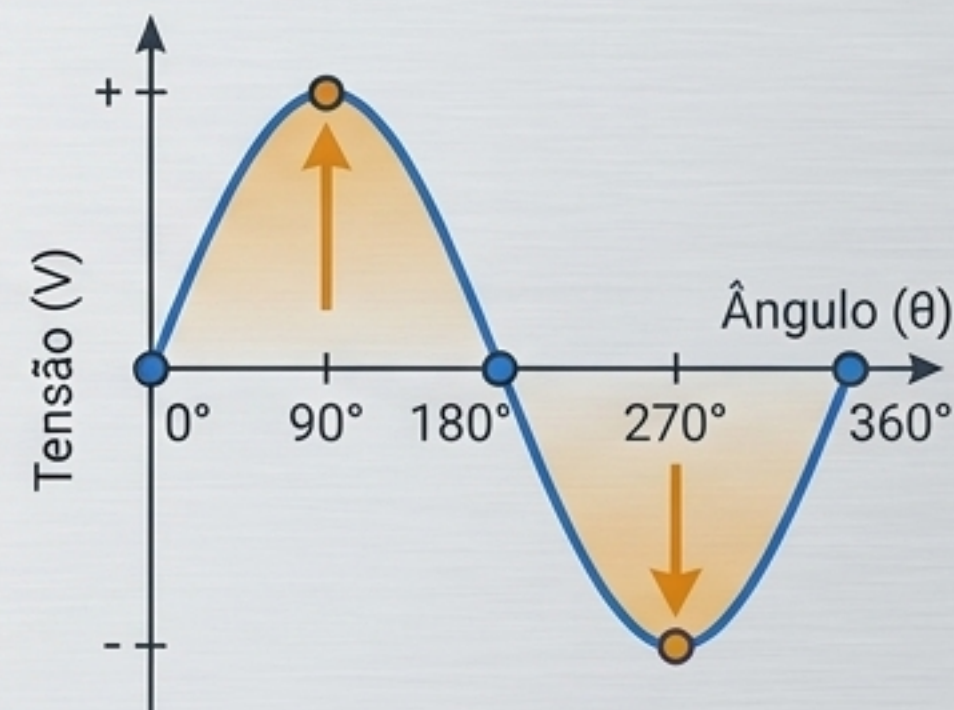
Step 1: O Motor Mecânico

Uma fonte externa de energia (água, vapor, vento) força a rotação contínua de uma bobina entre polos magnéticos.



Step 2: A Variação de Ângulo

Conforme a bobina gira de 0° a 360°, o ângulo de intersecção com o fluxo magnético ($\Delta\Phi$) muda constantemente, forçando os elétrons a inverterem de direção ciclicamente.



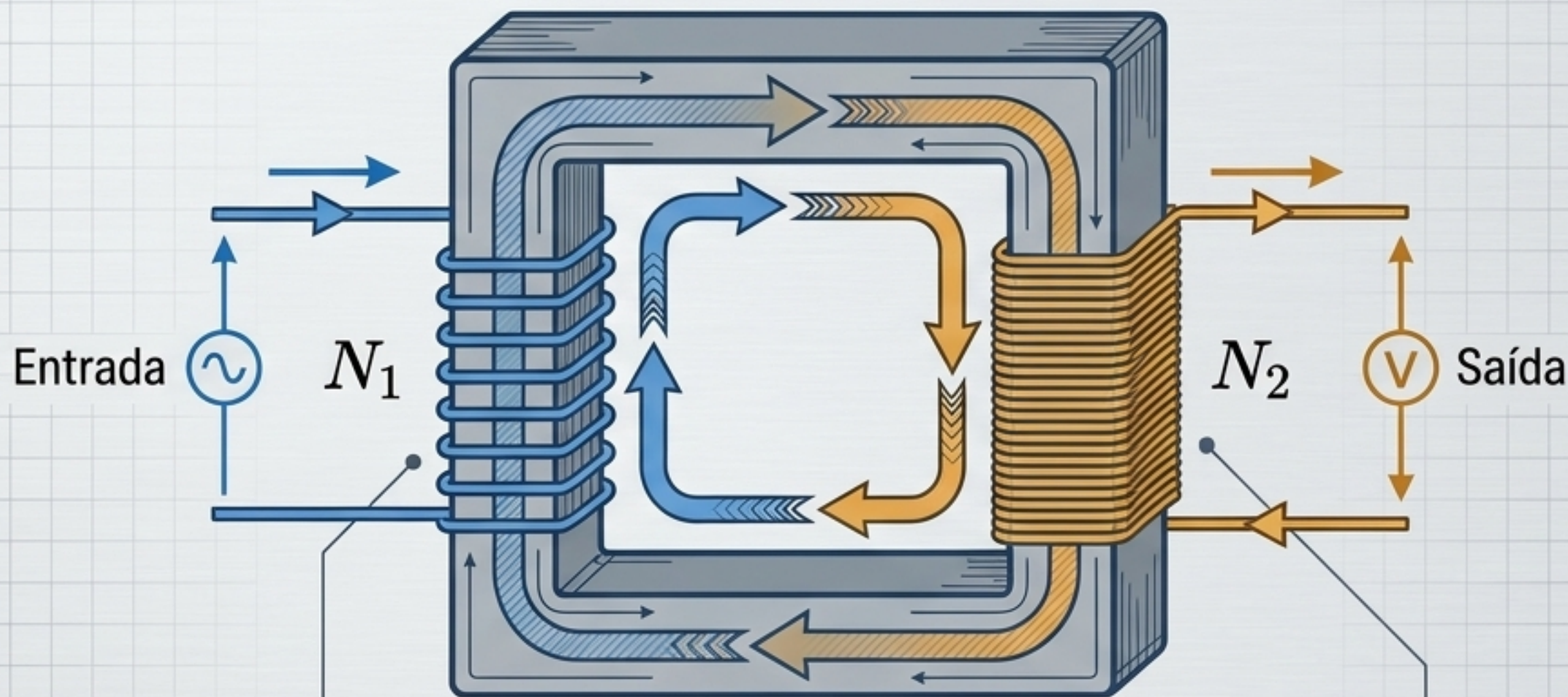
Step 3: A Saída Elétrica

O resultado é a Corrente Alternada (CA) — uma fem induzida que oscila continuamente, permitindo o transporte eficiente de energia.

Transformadores e a Modulação de Potência

Core Insight

A Dependência da Variação: Transformadores funcionam exclusivamente com Corrente Alternada. Sem a variação contínua de corrente do gerador, o fluxo magnético seria estático, e nenhuma tensão seria induzida na bobina secundária.



O Mecanismo

A tensão de entrada é convertida em um fluxo magnético oscilante pelo enrolamento primário (N_1), que viaja pelo núcleo metálico e induz uma nova tensão no enrolamento secundário (N_2).

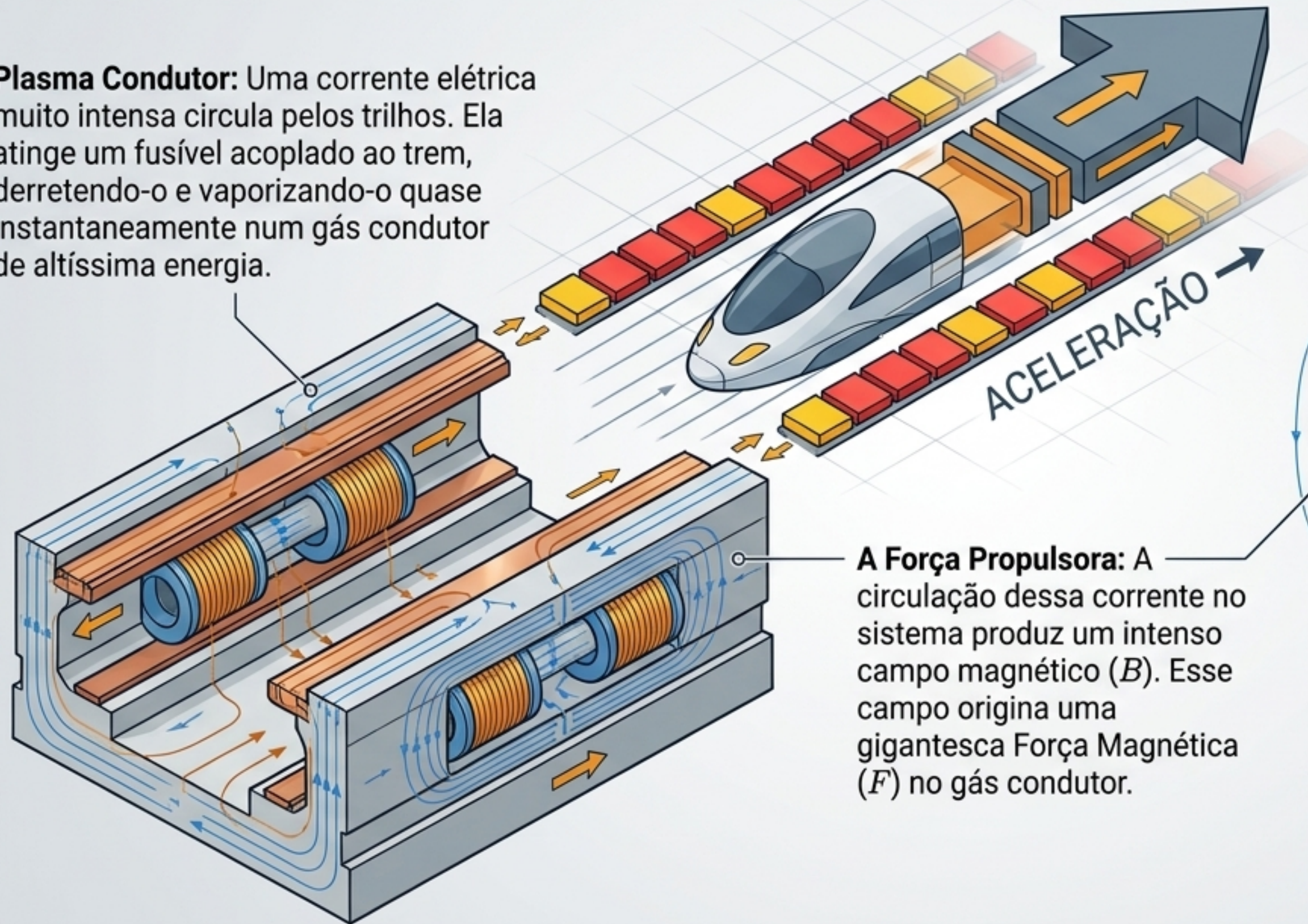
A Potência Média

Embora a tensão (Volts) e a corrente (Amperes) sejam alteradas ("stepped up" ou "stepped down"), a Potência Média ($P = U \times i$) conserva-se no sistema ideal.

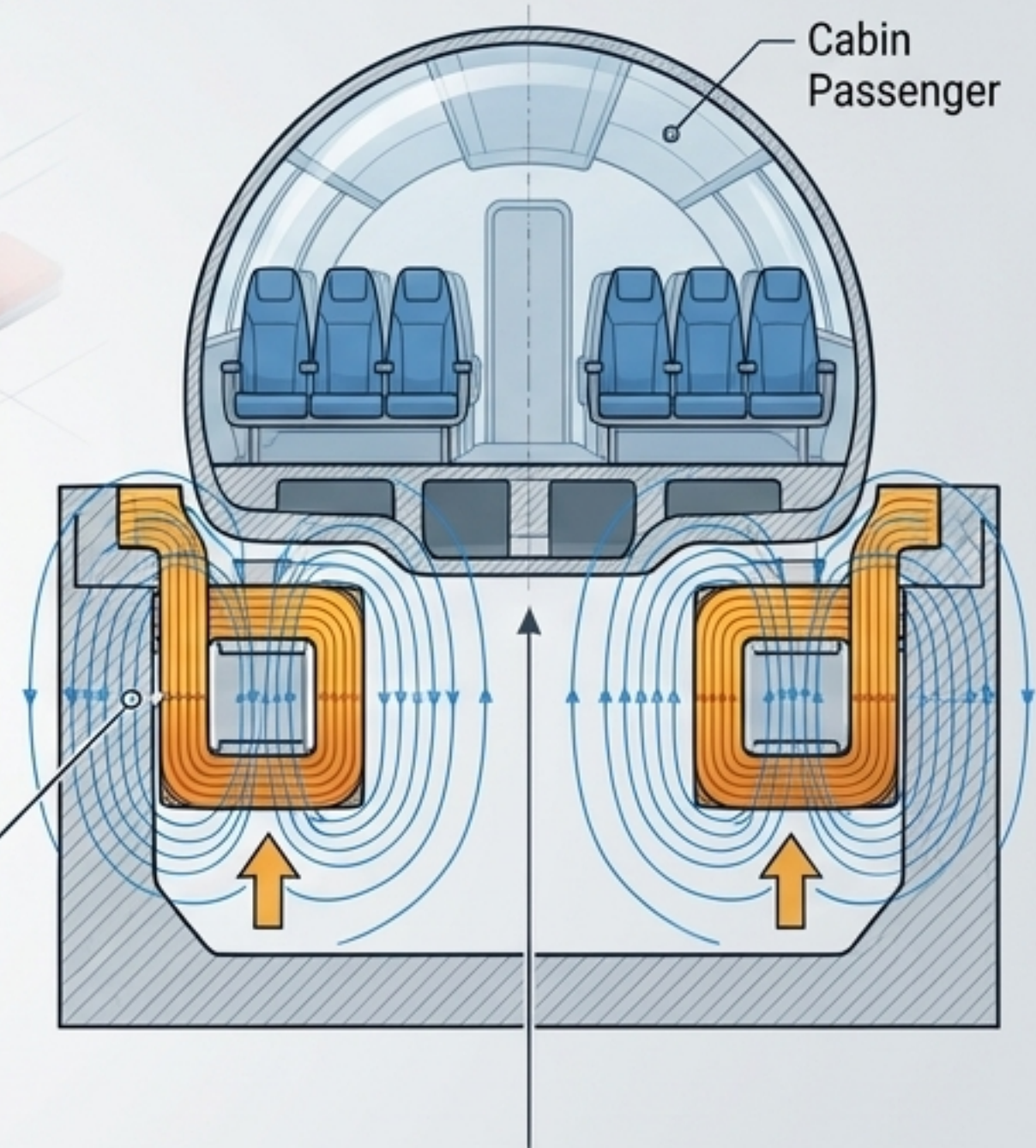
Aplicação Prática: O Trilho Eletromagnético (Maglev)

Indução em Velocidade Extrema

Plasma Condutor: Uma corrente elétrica muito intensa circula pelos trilhos. Ela atinge um fusível acoplado ao trem, derretendo-o e vaporizando-o quase instantaneamente num gás condutor de altíssima energia.



A Força Propulsora: A circulação dessa corrente no sistema produz um intenso campo magnético (B). Esse campo origina uma gigantesca Força Magnética (F) no gás condutor.



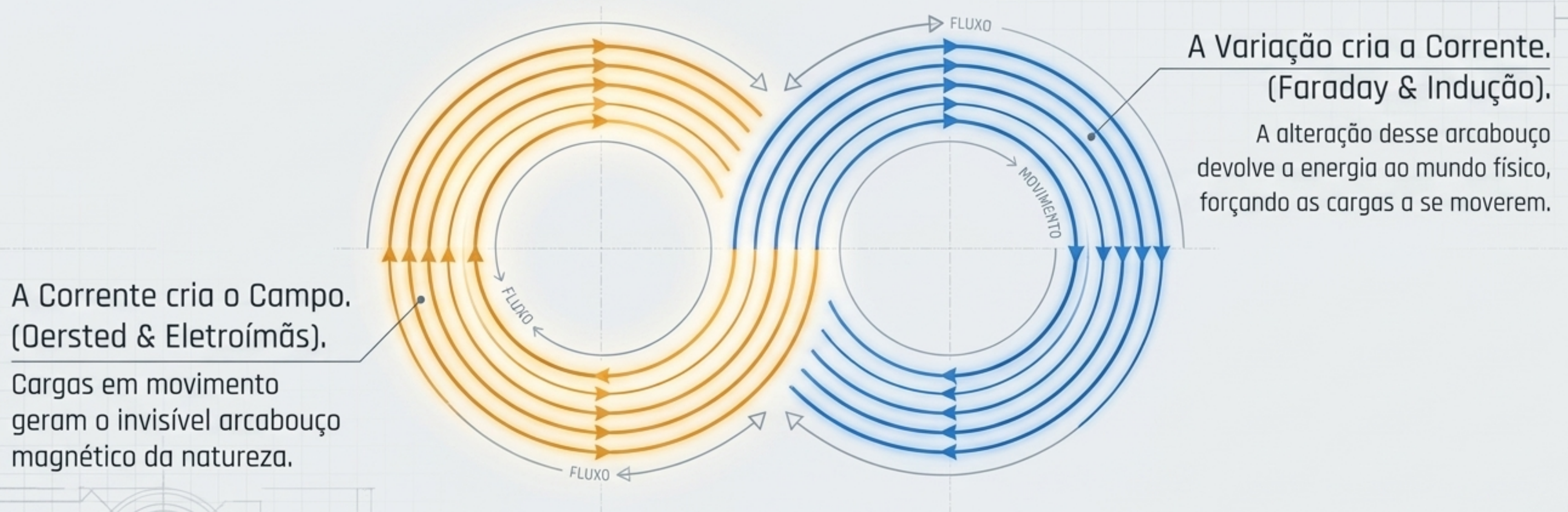
Aceleração Pura: Essa força impulsiona o projétil/trem para frente sem atrito físico de rodas, alcançando altíssimas velocidades em um curto intervalo de tempo.

Matriz de Síntese Eletromagnética



Indução Simples (Geradores)	Autoindução (Bobinas)	Correntes de Foucault (Maciços)
Mecanismo: Condutor em movimento dentro de um campo magnético fixo.	Mecanismo: Variação da própria corrente dentro do circuito fechado.	Mecanismo: Campo magnético variável atravessando sólidos metálicos maciços.
Resultado: Criação de Corrente Alternada (CA).	Resultado: Tensão contrária ao movimento original.	Resultado: Correntes parasitas circulares e Efeito Joule extremo.
Função Principal: Geração de energia na matriz elétrica mundial.	Função Principal: Inércia elétrica; modulação e filtragem em circuitos eletrônicos.	Função Principal: Fundição em fornos de indução e freios magnéticos.

O Ciclo Contínuo da Conversão de Energia



O eletromagnetismo não é uma via de mão única. É um espelho perfeito de forças. Dominar as leis de Faraday-Neumann, Lenz e Foucault é dominar o ciclo que impulsiona desde a bússola de um navio até a rede elétrica que ilumina nossas cidades.