

z
x
y
-16 (1.62)
-1.20 (1.20)

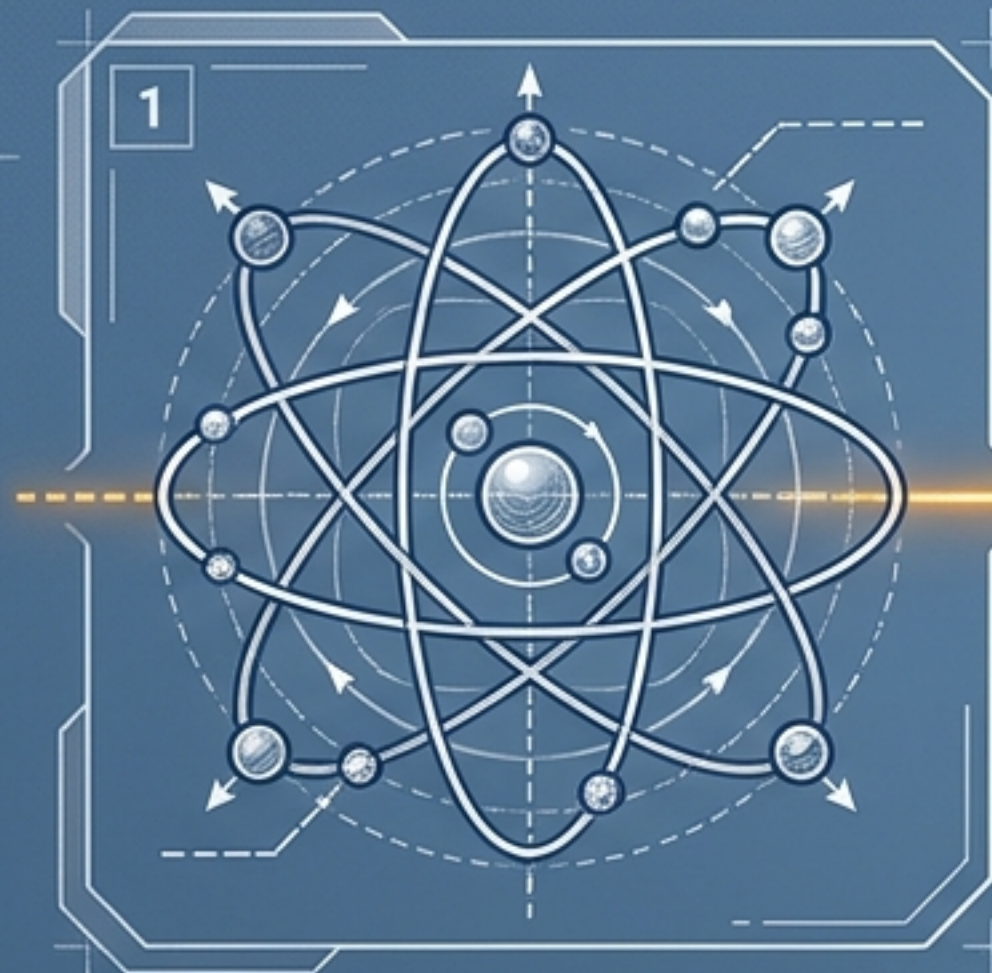
O Projeto Magnético

Engineering (123)

12.01.32
A Escala Invisível:
Do Spin do Elétron à
Engenharia da Levitação

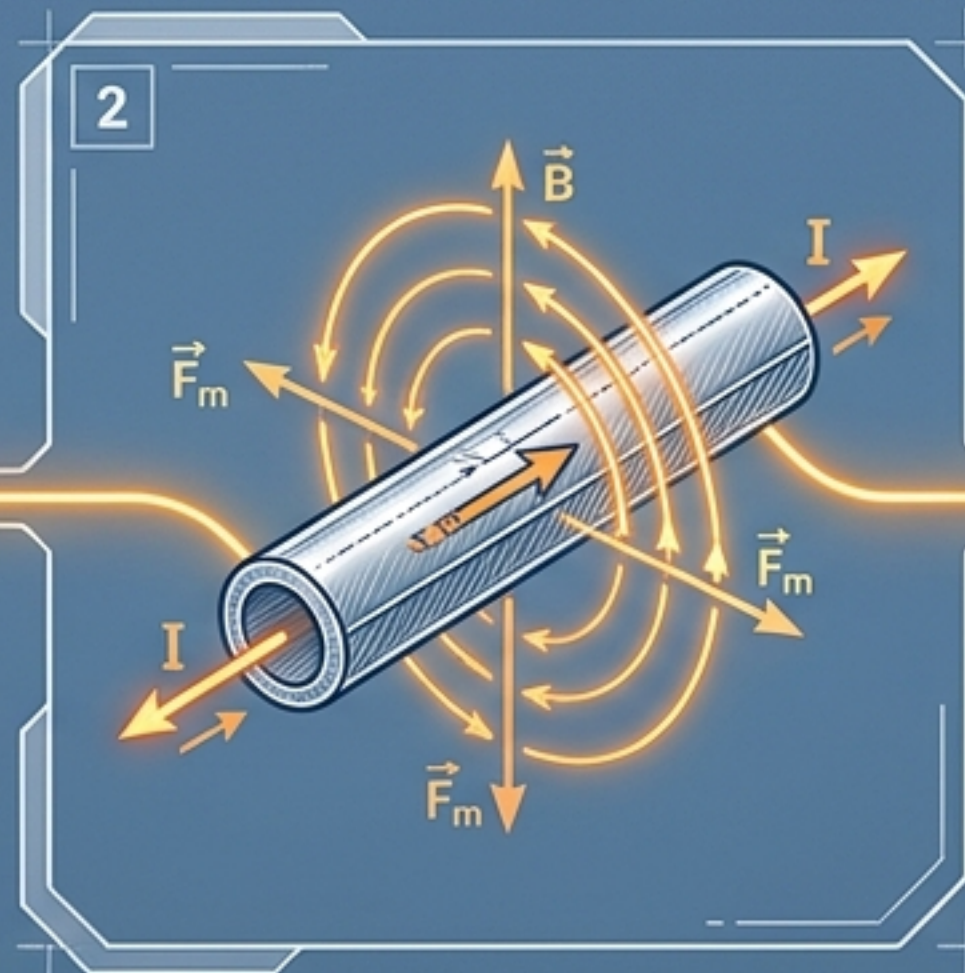
Engineering
(143)





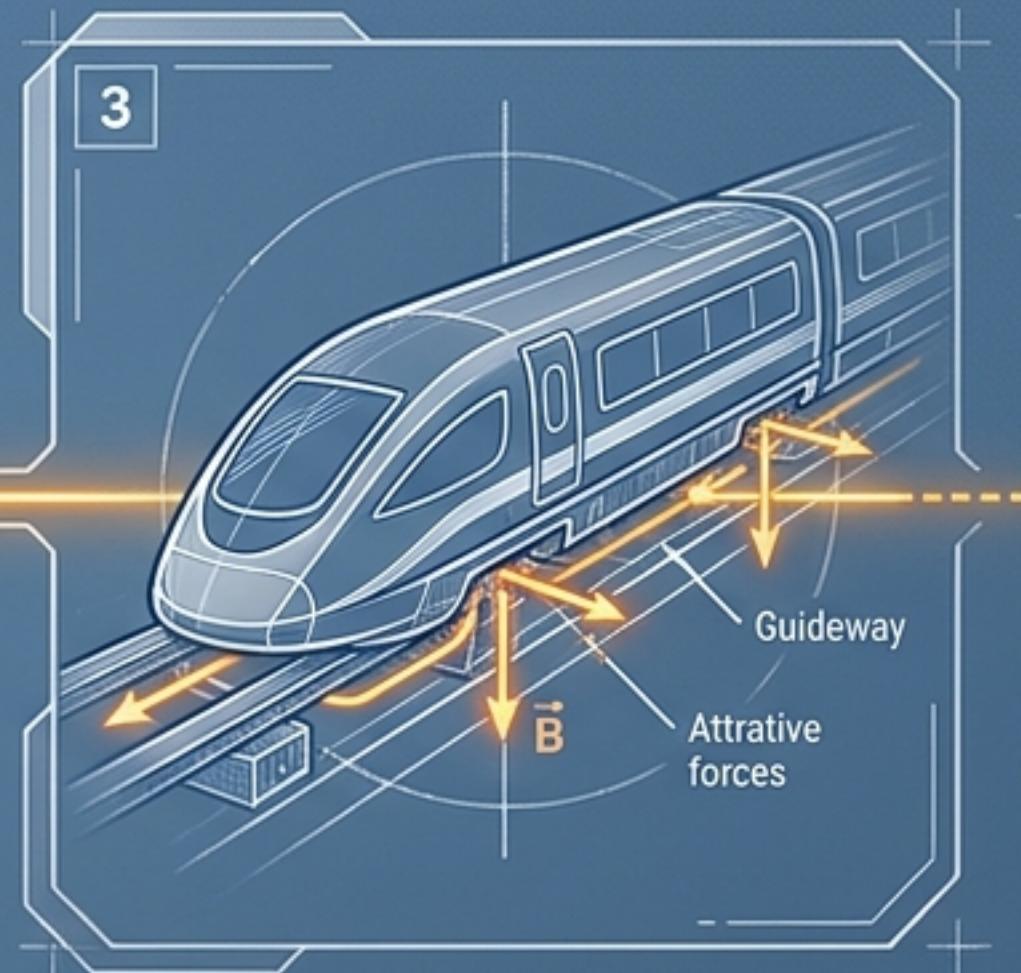
O Nível Microscópico

A origem: Órbitas, Spins e a natureza magnética da matéria.



O Nível Macroscópico

O efeito: A interação entre condutores retos e campos magnéticos.



O Nível da Engenharia

O sistema: Aplicação de forças repulsivas e atrativas na levitação de trens Maglev.

O magnetismo que move montanhas de aço nasce na dança invisível de partículas subatômicas.

Matriz de Diagnóstico Magnético

Diamagnéticas

- Mecanismo Principal:** Movimento orbital dos elétrons (induz campo oposto).
- **Campo Resultante:** Enfraquecido ($B < B_0$).
- **Exemplos:** Cobre, Bismuto.

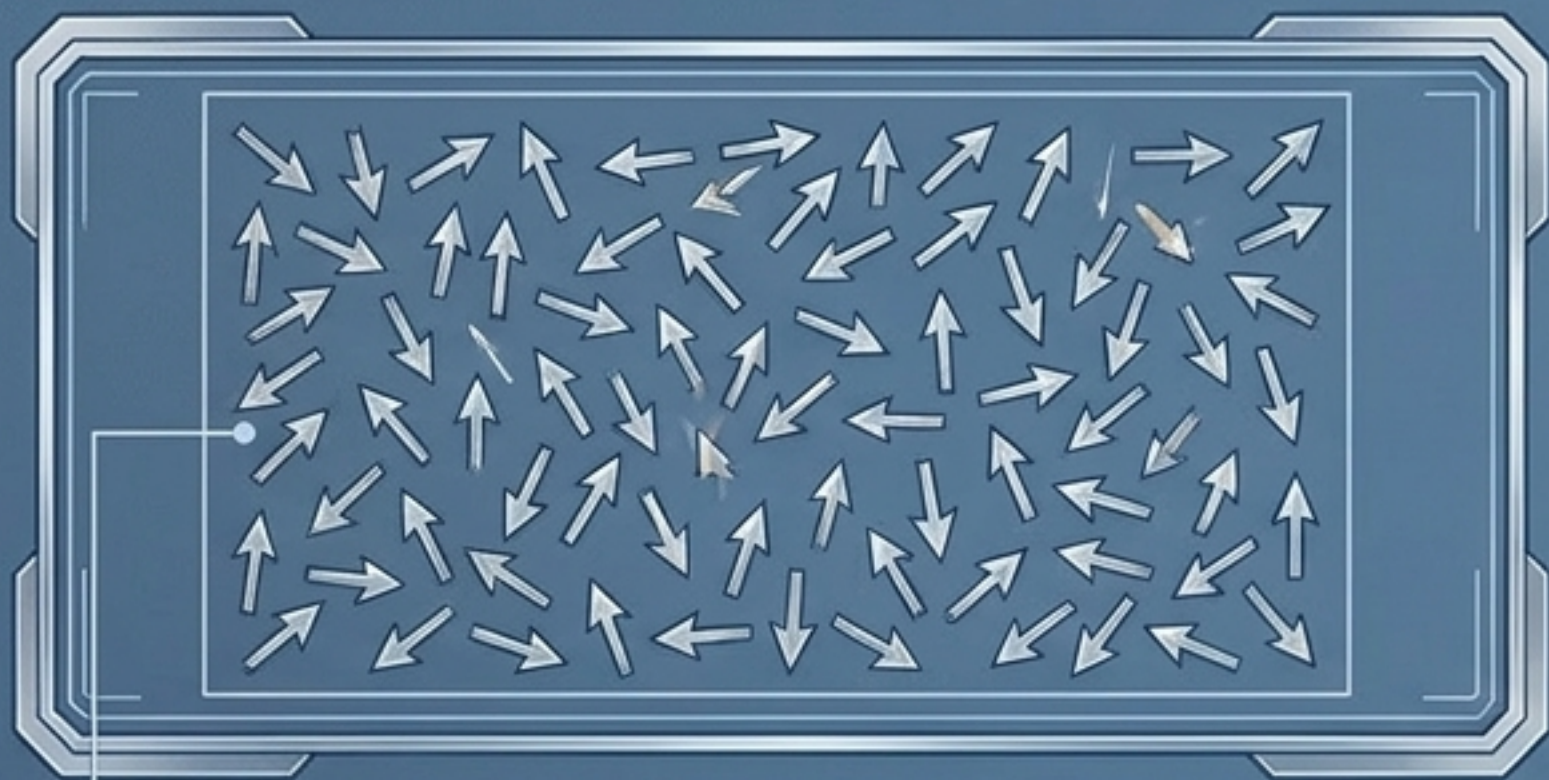
Paramagnéticas

- Mecanismo Principal:** Rotação do elétron (spin) alinhado parcialmente ao campo.
- **Campo Resultante:** Fortalecido ($B > B_0$).
- **Exemplos:** Manganês, Cromo, Alumínio, Estanho, Platina, Ar.

Ferromagnéticas

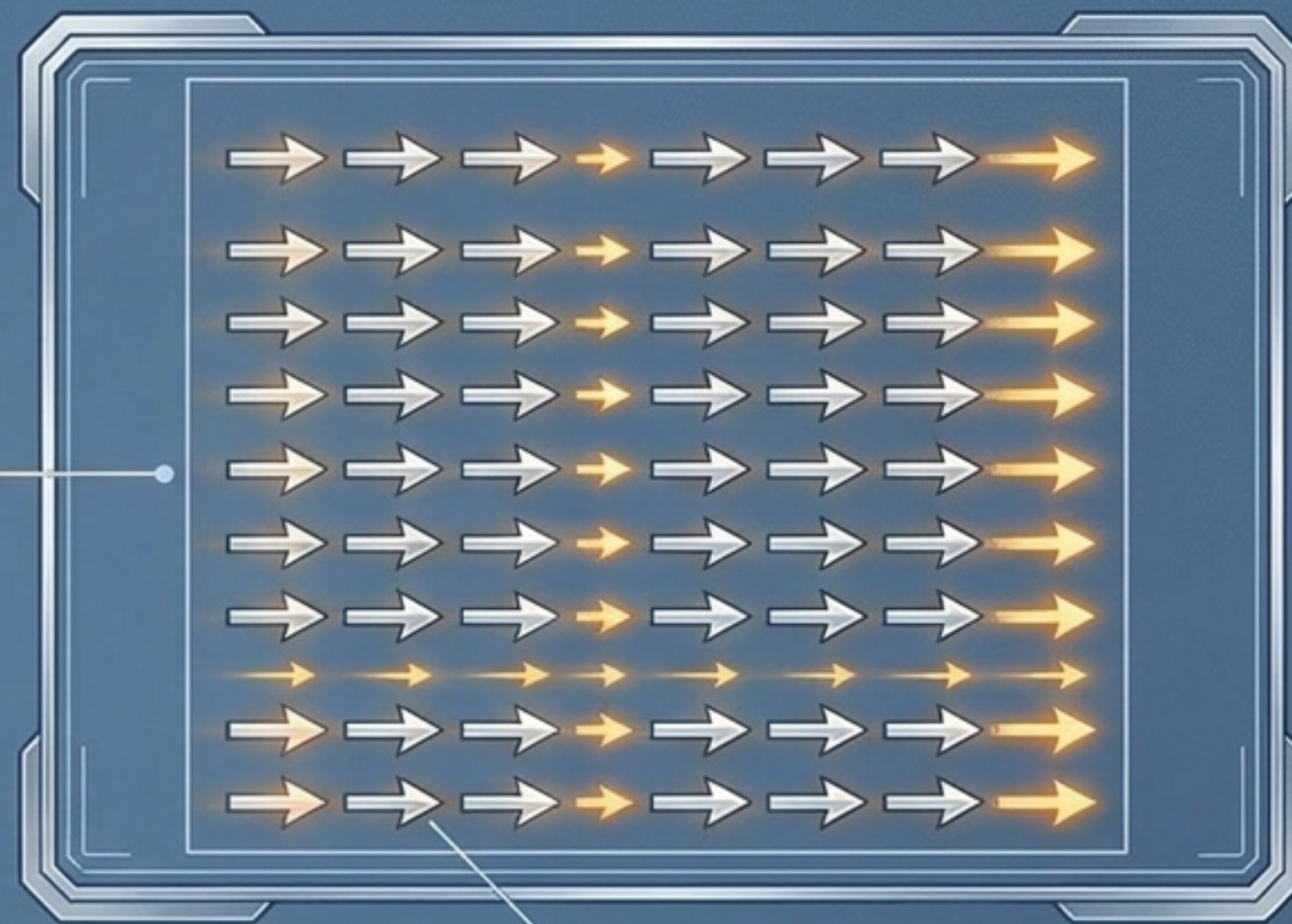
- Mecanismo Principal:** Domínios de Weiss ordenados.
- **Comportamento:** Forte atração e retenção do campo (ímãs permanentes).
- **Exemplos:** Aço temperado, Alnico, Permalloy.

A Memória Magnética: Domínios de Weiss



Antes do Campo

Em estado natural, as regiões magnéticas anulam umas às outras.

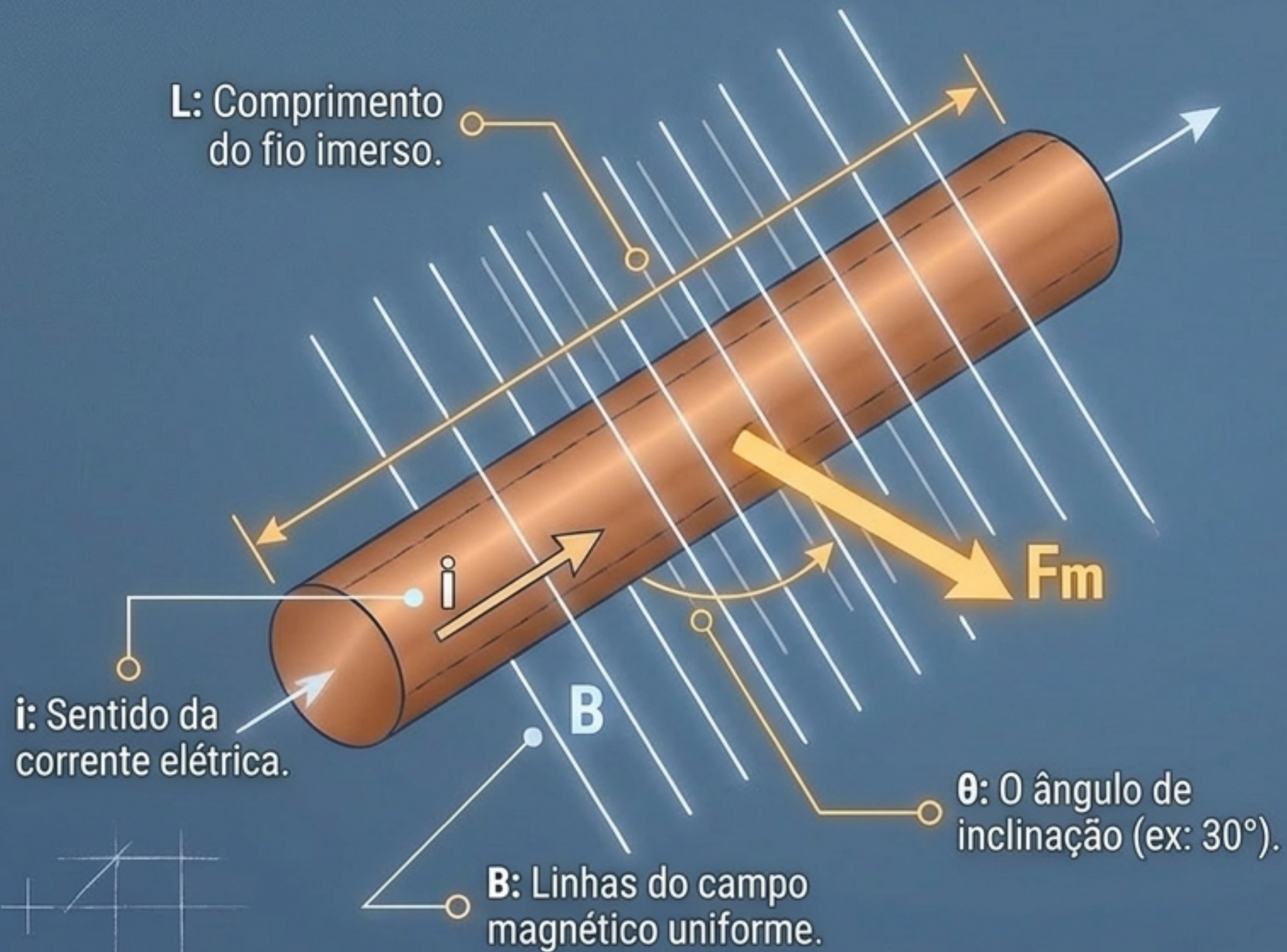


Ímãs Permanentes

Em ligas como alnico, permalloy e aço temperado, os domínios de Weiss mantêm sua nova orientação de forma duradoura mesmo após a remoção do campo externo.

É essa preservação do alto valor de imantação que explica a formação dos ímãs permanentes usados na indústria moderna.

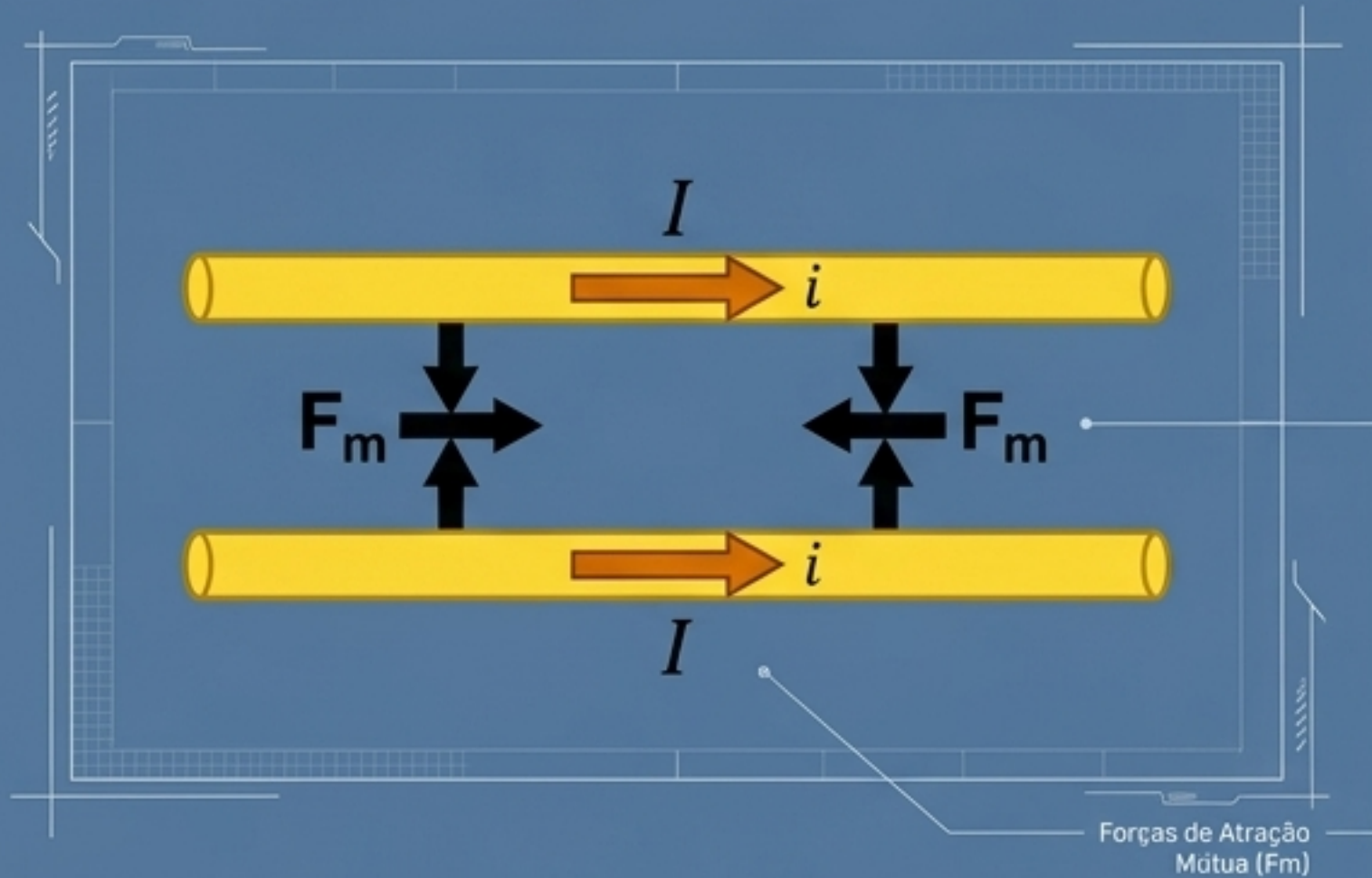
Anatomia da Força em Condutor Reto



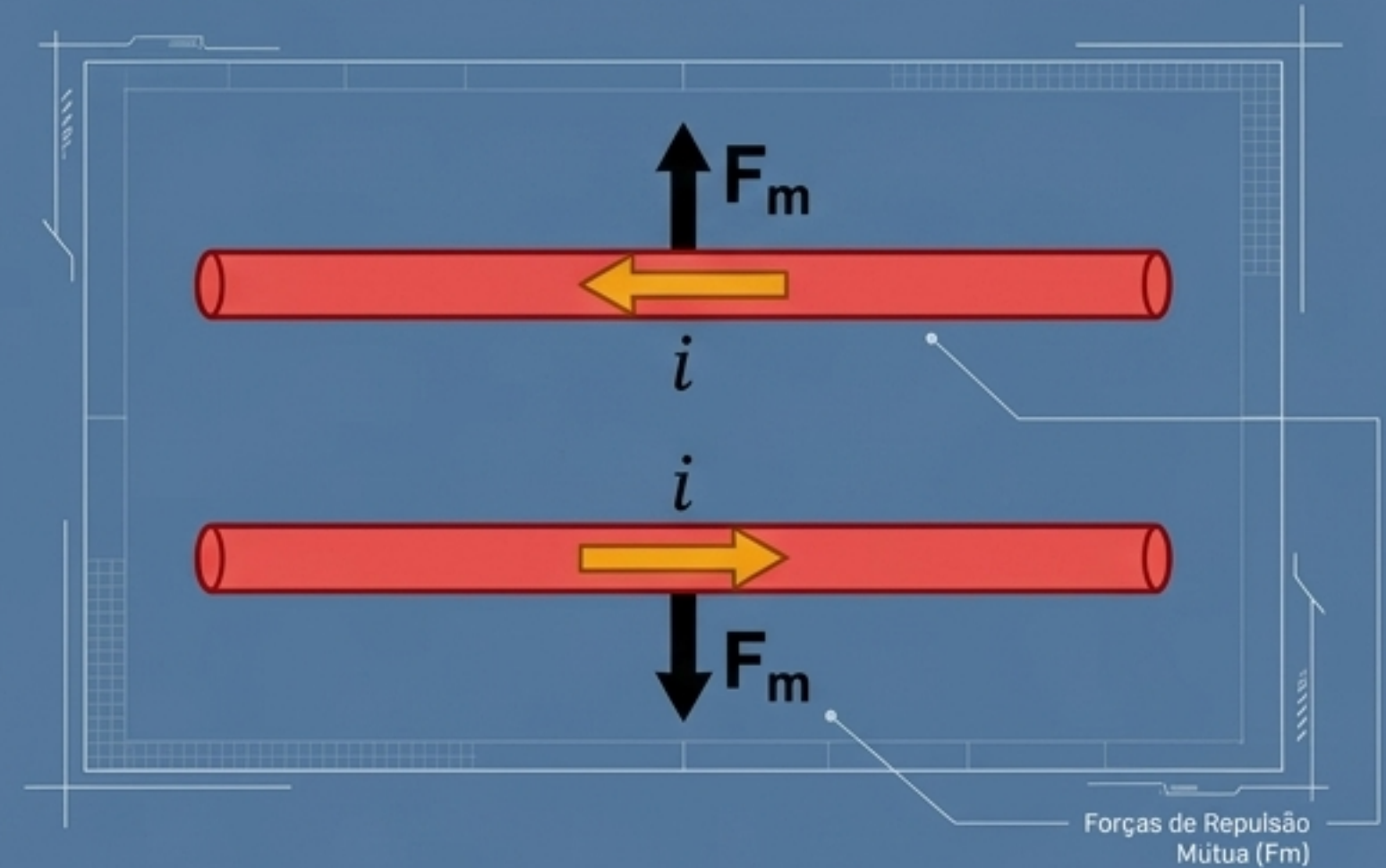
F_m (O Empurrão Magnético). A força resultante que atua fisicamente sobre o material.

A força resultante depende diretamente da proporção de interação:
 $L = 50\text{cm}$, imerso em $B = 2.0 \times 10^{-3}\text{ T}$, percorrido por $i = 2.0\text{ A}$.

A Regra dos Paralelos



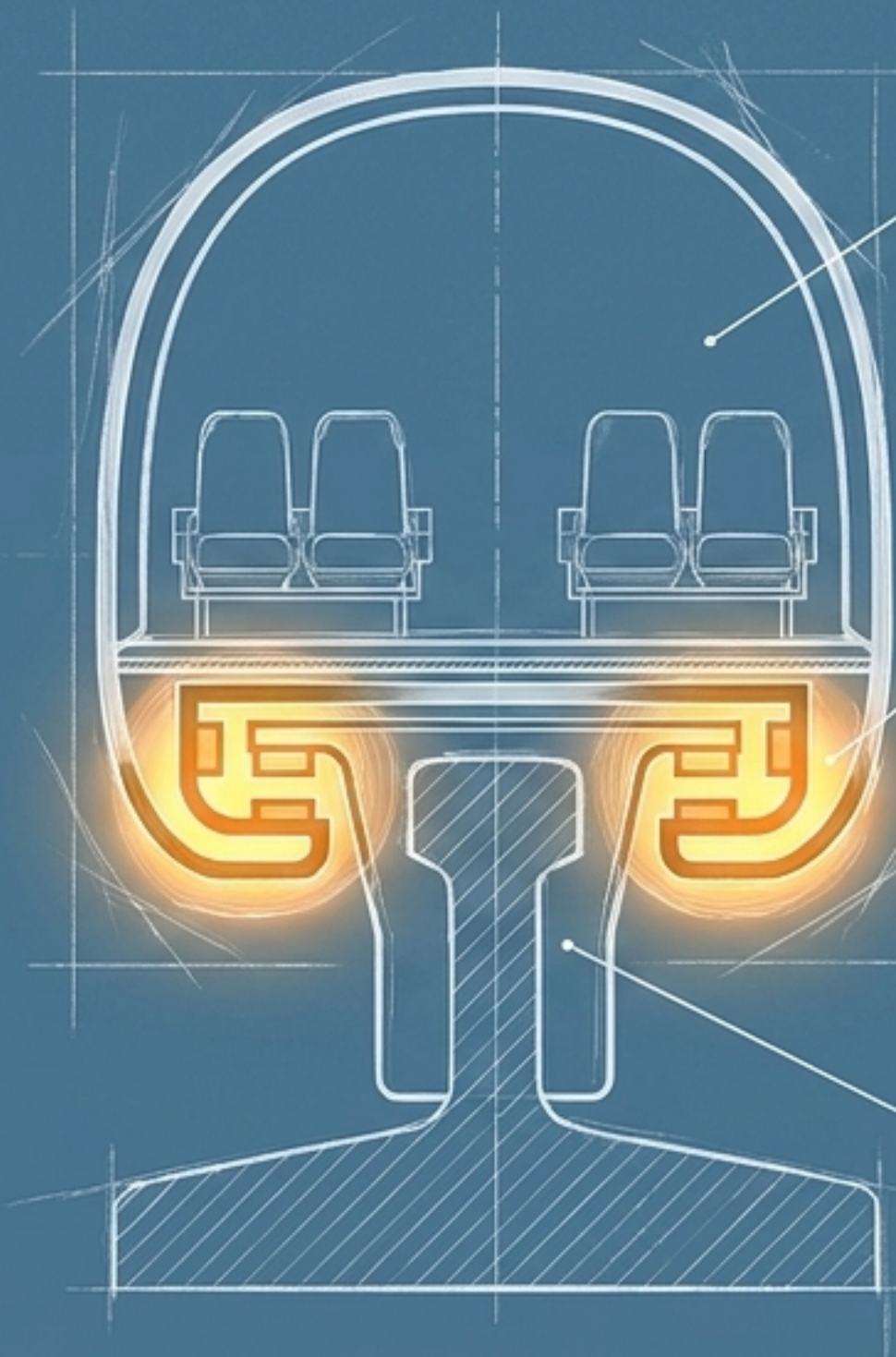
Correntes no Mesmo
Sentido = ATRAÇÃO.



Correntes em Sentidos
Opostos = REPULSÃO.

Fundamento do Ampère: Esta interação mecânica exata [atração/repulsão] é o fenômeno utilizado para definir oficialmente a unidade padrão de corrente elétrica, o Ampère.

O Voo Magnético: Sistema Maglev



Cabine de Passageiros:
Estrutura isolada das forças repulsivas inferiores.

Eletroímãs de Sustentação:
As bobinas inferiores abraçam o trilho. Correntes elétricas intensas geram um campo magnético que atrai/repele a composição contra o trilho.

Gap de Levitação: O trem literalmente flutua, rompendo o contato mecânico.

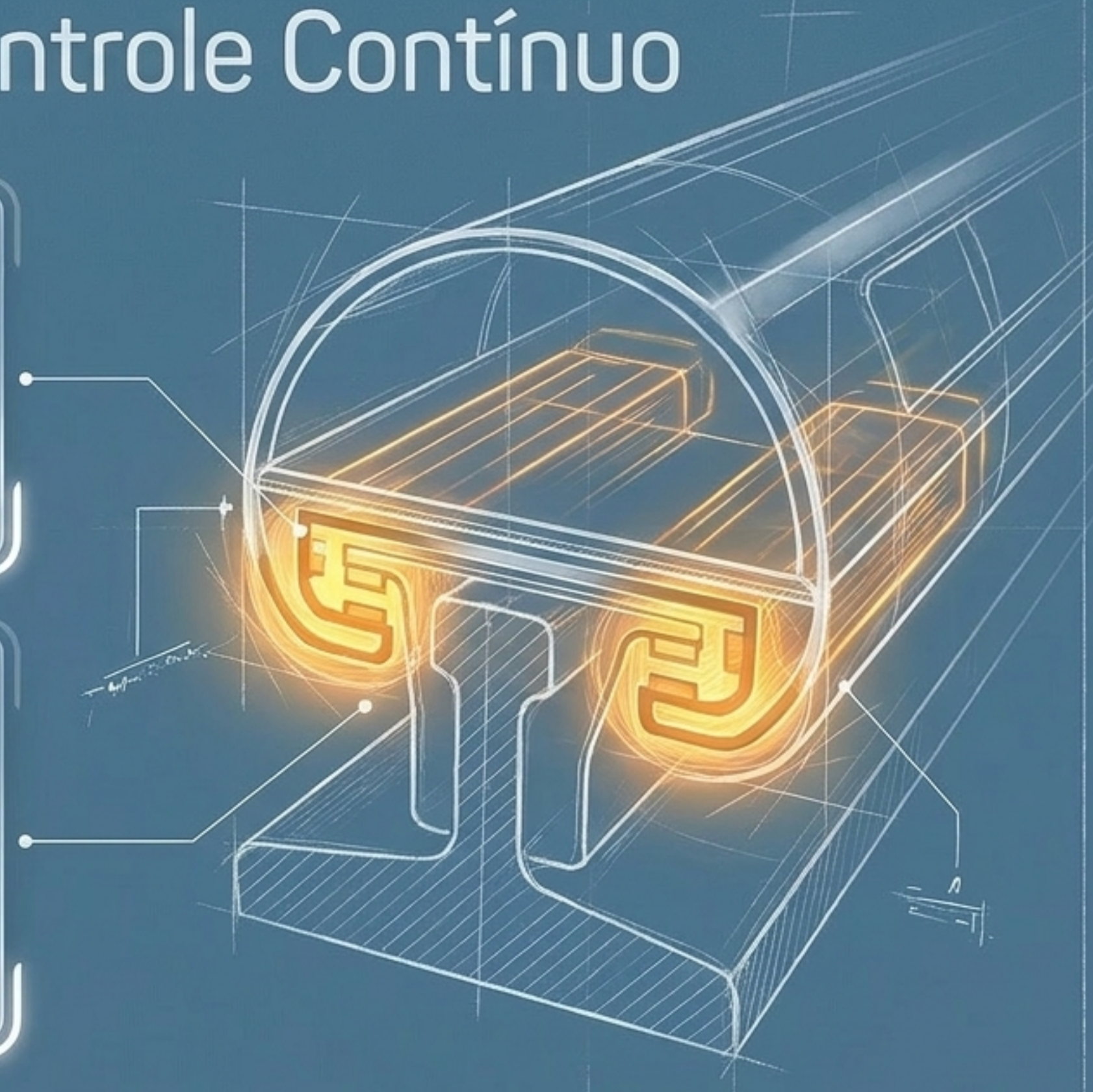
Eficiência Dinâmica e Controle Contínuo

Eliminação de Atrito (Mais econômico)

Ao eliminar as rodas, a energia perdida no atrito com os trilhos desaparece. A única força dissipadora restante é a resistência do ar, que é cortada pelo design aerodinâmico do trem.

Regulação Contínua (Sem trepidações)

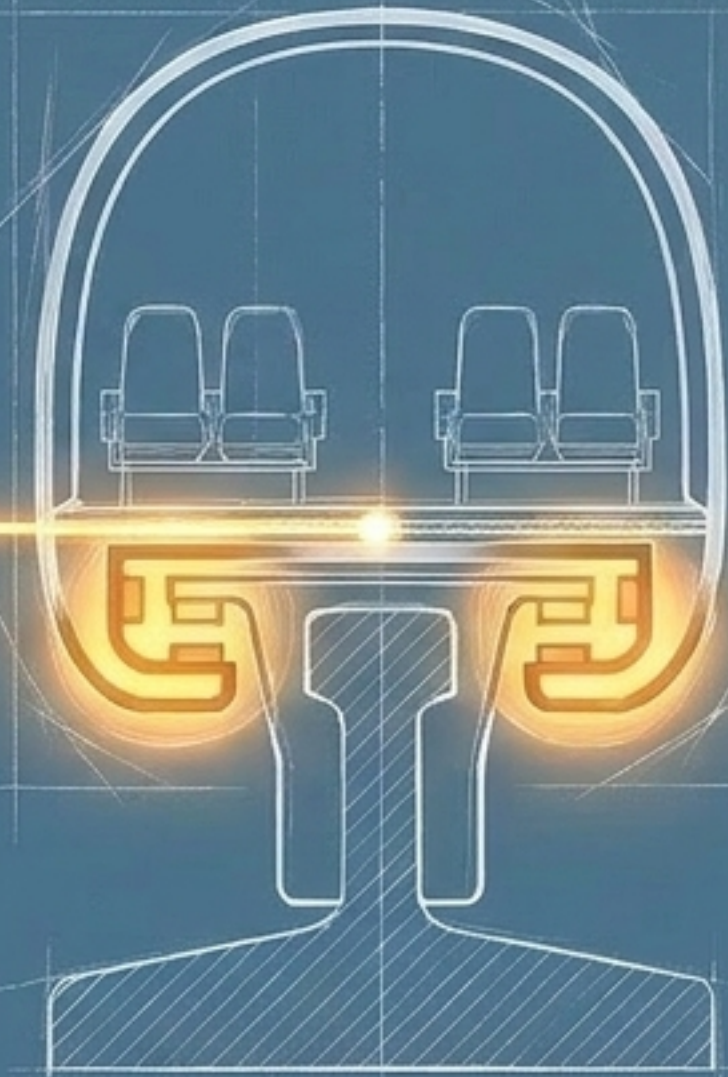
Para garantir que a altura da levitação seja perfeitamente constante, a corrente elétrica que gera o campo magnético é monitorada e regulada milissegundo a milis.. O resultado é uma sustentação estável e um deslocamento sem trepidações.



A Síntese Magnética



A engenharia monumental do Maglev não é nada mais do que a manipulação em macroescala do movimento rotacional (spin) e orbital de bilhões de elétrons em condutores paralelos.



Dominar o infinitamente pequeno é o que nos permite mover o infinitamente pesado.