

# Tracção Eléctrica

2003 — o7



Consideremos um veículo ideal formado apenas por um rodado.

Este veículo desloca uma carga que exerce sobre ele um esforço mecânico  $R$ , chamado *esforço resistente*. Para o esforço resistente contribuem um conjunto de forças que se opõem ao deslocamento do veículo. As resistências ao deslocamento são de dois tipos:

*resistência permanentes* —

compreendendo a resistência própria do veículo ao deslocamento, a resistência aerodinâmica e a resistência provocada pelo atrito do verdugo no carril;

*resistência acidentais* — devidas essencialmente aos acidentes do percurso devem-se à existência de rampas, à passagem nas curvas, aos obstáculos acidentais (neve, irregularidades da via).

A resultante das diversas resistências parciais presentes em cada momento é representada pelo esforço resistente  $R$  reduzido ao eixo do veio da roda.

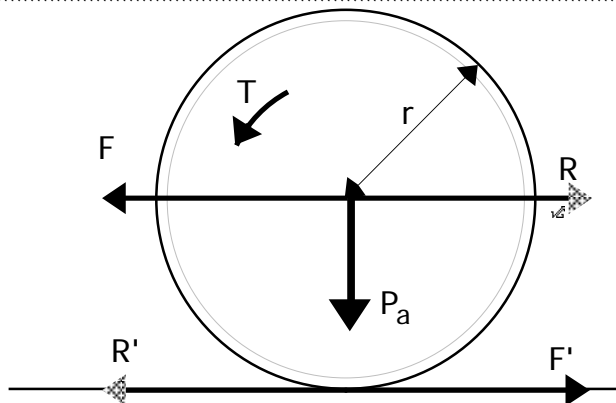
Para que o veículo se desloque terá de existir um esforço de tracção  $F$ , igual ou superior ao esforço resistente  $R$ , também perpendicular ao eixo, com o mesmo ponto de aplicação e com sentido contrário. Mas, para que o sistema esteja em equilíbrio mecânico torna-se necessário que essa força seja equilibrada por um esforço tangencial  $F'$ , criando-se assim um binário de momento  $T = F \cdot r$ . Assim o binário motor será sempre igual ao produto do esforço de tracção referido ao eixo do veio da roda multiplicado pelo raio da roda motora.

Conforme o valor relativo do esforço de tracção  $F$  e do esforço resistente  $R$  assim ocorrerá o movimento do veículo — quando o esforço de tracção é superior ao esforço resistente ( $F > R$ ) o veículo acelera, quando o esforço de tracção é igual ao esforço resistente ( $F = R$ ) o veículo mantém a velocidade de que está animado, e quando o esforço de tracção é inferior ao esforço resistente ( $F < R$ ) o veículo desacelera.

A acção do binário motor  $T$ , traduz-se na jante pelo aparecimento de uma força tangencial horizontal. O veículo avança desde que essa força horizontal encontre sobre o carril um apoio — um força de reacção horizontal igual mas de sinal contrário que actua como um apoio horizontal. A ocorrência de um tal apoio, sem empanque e sem deslizamento da roda sobre o carril, é o que se chama *aderência*.

*Pode-se utilizar a analogia de que um cavalo que tracciona um carro faz avançar o carro porque exerce um esforço de tracção superior à resistência ao movimento, devido ao ponto de apoio que as suas quatro patas encontram sobre o solo.*

A roda motora desloca-se sobre o carril porque ela encontra aí um ponto de apoio. A aderência da roda sobre o carril será tanto maior quanto maior for o peso  $P$  que apoia a roda



© Manuel Vaz Guedes, 2003

Sumário — 28/Out/2003

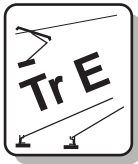
Veículos para Tracção Eléctrica

Locomotivas

Visualização de vídeos sobre veículos ferroviários (Portugal)



TRACÇÃO  
ELÉCTRICA



sobre o carril.

No entanto só existirá aderência enquanto que o esforço de tracção  $F$  for inferior a um certo limite, limite esse que é uma fracção do peso repousando sobre os eixos motores  $P_a$  que é o *peso aderente*,

$$F \leq f \cdot P_a$$

o que permite definir  $f$  como o *coeficiente de aderência* — como a razão entre o esforço de tracção máximo que se pode aplicar à jante, sem que ocorra empanque ou deslizamento, e o peso por roda ( $f = F_m/P_a$ ).

*O peso aderente  $P_a$  é o peso total do veículo motor quando todos os eixos são eixos motores; se o veículo possui também eixos transportadores, então o peso aderente é apenas o peso que repousa sobre os eixos motores.*

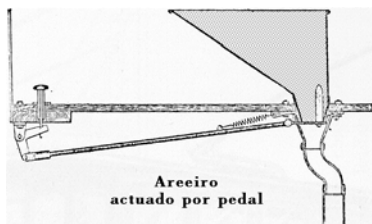
Quando o esforço de tracção ultrapassa o limite de aderência ( $R > R_m$ ) rompe-se a aderência e a roda desliza sobre o carril, decaindo a reacção do carril sobre a roda. Nesse momento o esforço de tracção é superior ao esforço resistente que lhe é apresentado (é o esforço correspondente ao peso  $P_a$  multiplicado por um coeficiente de atrito com um valor numérico inferior ao coeficiente de aderência  $f$ ) por isso a roda, o veio e as massas em movimento que lhe estão ligadas aceleram e as rodas deslizam sem que o veículo saia do lugar — é o fenómeno da *patinagem*.

Na situação de patinagem o esforço motor constitui uma perda de energia, porque é consumido a vencer o esforço resistente resultante do atrito provocado pelo deslizamento da roda sobre o carril.

Verifica-se que o fenómeno da patinagem pode ocorrer por dois motivos principais:

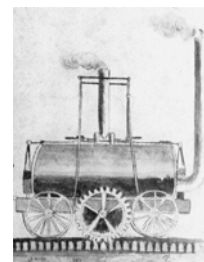
- devido a um aumento exagerado (relativamente ao valor máximo com aderência) do esforço de tracção, ou seja devido a aumento exagerado do binário motor;
- por uma variação do valor do coeficiente de aderência, dependente do estado da superfície de contacto do carril com a roda, permanecendo constante o valor do esforço de tracção.

Note-se que o coeficiente de aderência não tem um valor constante, mesmo para um dado veículo; o valor deste coeficiente depende do estado da via e das características do motor do sistema de accionamento. Costuma dizer-se que “*a aderência pode variar amplamente em diferentes circunstâncias*”.



*Surgem situações interessantes na variação do valor do coeficiente de aderência: com os carris húmidos o coeficiente de aderência piora, mas se ocorrer uma forte chuvada o valor do coeficiente de aderência melhora; o lançamento de areia (fina e seca) sobre os carris melhora o coeficiente de aderência.*

No início do caminho de ferro a vapor, acreditava-se que o coeficiente de aderência entre a roda e o carril não era suficiente para permitir que a locomotiva exercesse um esforço de tracção suficiente para produzir um efeito útil. Por isso, John Blenkinsop desenvolveu em 1811 uma locomotiva que era accionada por uma roda dentada única, lateral à caldeira, engrenando numa série de saliências laterais (cremalheira) que existiam nos carris. Estas locomotivas funcionaram até 1813 no transporte de hulha.



- MVG -