

Pneu 35: Reprogramar ou trocar relação do diferencial – uma visão à luz da física do movimento

Boas a todos,

Decidi por escrever esse texto para ser discutido entre os troleiros, após indagações de um colega que, ao colocar pneu 35 em seu T4, estava na dúvida entre “chipar” ou trocar relação.

Considero como um ponto fundamental:

Os componentes da transmissão que formam o T4 foram dimensionados para uma determinada faixa de torque, incluindo o tamanho dos pneus originais (255/75R15), que possuem 76.3cm (30”) de diâmetro (isso é corroborado pelo fato de a troller/ford afirmar que a garantia do sistema de transmissão será perdido caso ocorra alguma modificação). Ainda assim, todo o “powertrain” é extremamente resistente e suporta solicitações acima de seus limites de projeto.

Vamos aos pneus:

Trocar os pneus originais (255/75/15) por pneus de 35 polegadas, significa um incremento de 16,4% no diâmetro (de 30” para 35”).

Um pouco de física:

Lembrando que o torque é uma medida de força aplicada em um eixo, dado pela equação:

$$\tau = F m$$

onde τ é o torque (Nm ou Kgfm), d é a distância entre o eixo de rotação e o ponto de aplicação da força (em metros) e F é a força propriamente dita (em Newton ou Kilogramas).

Vejamos em um exemplo prático:

Se aplicarmos uma força de 1Kgfm na extremidade de uma haste de 1 metro de comprimento e a outra extremidade estar acoplada a um parafuso, estaremos aplicando um torque de 1Kgfm ao parafuso.

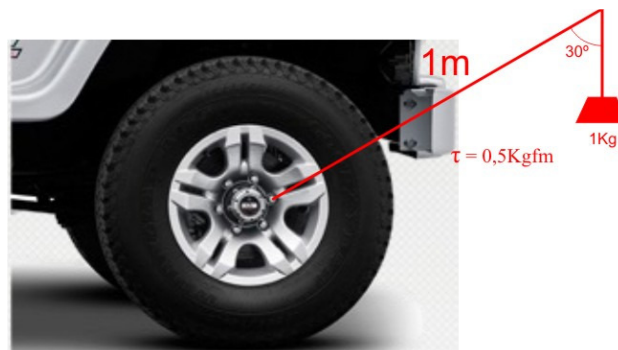


A equação 1, somente funciona com forças aplicadas perpendicularmente ao braço, assim, para forças não perpendiculares, podemos usar a equação:

$$\tau = F m \text{ sen}\Phi$$

Onde Φ é o ângulo entre o braço e o vetor da força aplicada.

Veja no exemplo:



Pois bem, vamos fazer umas contas com dados práticos.

O T4 3.0 NGD, possui, em primeira marcha, uma relação final de 1:18,3 (4.473 da 1ª e 4,09 do diferencial, veja na tabela: http://www.oncoto.org/arquivos/relacao_marchas_troller.jpg), e o motor possui torque de 380Nm (38,75Kgfm) a 2000rpm (http://www.oncoto.org/arquivos/torque_ngd30.jpg).

Então, nas pontas de eixo, ter-se-á 6.952Nm (708,9KgFm) de torque sendo aplicadas sobre as pontas de eixo, pois o torque do motor é multiplicado por 18,3, que é a relação de redução da transmissão.

No entanto, os 6.952N não estão disponíveis para fazer o T4 andar, pois temos que $F = \tau/d$, assim temos de dividir o torque disponível pelo raio do conjunto roda/pneu. Desse modo, o T4 consegue aplicar sobre as rodas maçantes 18.211N de força, o que equivale a 1.857Kg!

Mas, se aumentarmos o pneu para 35 polegadas, que tem 88,9cm de diâmetro, teremos “somente” 15.640N de força sobre as rodas (1.595Kg). São mais de 260Kg de Força (2.571N), que são dissipados apenas por conta do pneu ser maior.

260Kg ou 2571N de força parece pouco? Esse valor causa uma perda de torque nas rodas de 1.143Nm ou 116,5Kgfm (com o pneu 35”).

Para compensar essa perda de torque em função do aumento dos pneus, mantendo o mesmo rendimento e sensação ao volante, o motor precisará desenvolver mais trabalho. O torque adicional necessário, é o torque exigido pelas rodas, dividido pela relação da transmissão (18,3). Logo, o motor precisará fornecer um adicional de 6,4Kgfm ou 62,5Nm de torque, para que o veículo tenha a mesma “arrancada” de antes.

Então, o que fazer afinal? Reprogramar ou trocar relação?

Analisaremos primeiramente a “chipada”, que não muda absolutamente nada no “hardware” da ECU (a menos que seja piggyback), e sim no firmware da mesma, “reinstalando” o programa de controle do motor.

Pois bem, analisando um gráfico (específico de um único motor chipado), percebe-se que o torque não fica estabilizado em um patamar, como no motor original, mas sim atinge um pico, bastante elevado, em rpm mais altos. Os mesmos 38,7Kgfm que o motor original fornece entre 1600 e 2200rpm, o motor chipado consegue após 2190rpm e, fornece torque extremamente alto em rpm maiores.

Baseado nesse gráfico, podemos concluir que o motor terá de trabalhar a mais ou menos 2400rpm, para suprir os 6,4Kgfm, exigidos pelos pneus maiores.

Em suma, chipar o motor do troller resolve o problema dos pneus maiores, mas também trás desvantagens: o desgaste do powertrain será mais elevado, uma vez que todo o sistema estará trabalhando com carga superior àquela a projetada (contudo o conjunto suporta tais solicitações). Lembrando que rpm alta, com carga no motor, significa, normalmente, maior consumo de combustível.

Por outro lado, se mudarmos a relação do diferencial, podemos compensar o torque adicional necessário aos pneus maiores.

Então vejamos, o pneu maior está demandando 16,4% mais torque para fazer o mesmo trabalho feito com pneu 255/75/15. Logo precisamos dar um jeito de conseguir esses 16,4% sem mexer no motor. Podemos simplesmente aumentar a relação do diferencial em 16,4%. Como a relação original é 4,09:1, temos de colocar uma relação de 4,76:1 (4,09 + 16,4%).

Vejamos se funciona:

Com o diferencial a 4,76:1, a relação final, em primeira marcha será de 21,3:1, então o motor original, fornecendo os seus 38,75Kgfm, permitirá um torque de 825,4Kgfm nos eixos (antes, com a relação original, eram “apenas” 708,9Kgfm).

Esse aumento do torque permitira uma força de 1857Kgf nos pneus 35, exatamente a mesma força aplicada com o conjunto original (motor, transmissão e diferencial).

Já que a relação 4,76:1 é difícil de encontrar (se existir), pode-se optar pelas relações 4,56:1 ou 4,78:1, esta última fornecerá ainda mais torque às rodas, com o inconveniente de o veículo ficar mais lento que o original.

A grande e terrível desvantagem de aumentar a relação de diferencial é o fato de, em caso de voltar aos pneus originais ou menores que o 35”, o veículo ficará demasiadamente lento, tendo de trabalhar em rpm elevadas para atingir a mesma velocidade de antes. Por outro lado, trocar o diferencial com pneus 35” mantém todo o powertrain com as mesmas características de do original (exceto nos semieixos, que irão receber carga maior). Essas rpm mais elevadas não necessariamente significam maior consumo de combustível, pois o motor estará trabalhando com menor carga.

A troca de diferencial também trás desvantagens financeiras, pois chipar pode ser até a metade do valor investido na troca do diferencial.

O objetivo deste texto não é dizer o que é melhor ou pior, e sim elucidar a mudança de comportamento do veículo em função da troca de pneus. Cabe a cada trolleiro decidir o que é melhor para seu Bruto.

Jefferson - T4/2011
17/06/2015

Obs. Texto não revisado, podem existir erros ortográficos e matemáticos.