

## Curso Engenharia de Motocicletas de Competição

0. Descrição Técnica dos Componentes
1. Introdução
2. Pneu
3. SAG
4. Suspensão
5. Geometria de Direção
6. Centro de Gravidade
7. Câmbio
8. Antisquat
9. Freios
10. Lubrificantes
11. Eletrônica
12. Dinâmica Longitudinal
13. Dinâmica Lateral
14. Ajuste dos parâmetros
15. Análise de dados de motocicletas

## 0. Descrição Técnica dos Componentes

- Configuração de Motores (1,2,3,4 e 6 cilindros | Em linha, V, L, Boxster)
- Mesa
- Garfo
- Balança traseira
- Pinhão
- Coroa
- Corrente
- Sistema de fixação do amortecedor (Direto na balança, pró link, multi link)
- Quadro
- Eixo da balança
- Sub-quadro (Quadro B)
- Sistema de indução forçada
- Assistentes eletrônicos (Anti-Wheeling, Traction Control e ABS)

## 1. Introdução

- Categorias
- Mostrar todos os possíveis parâmetros a serem alterados na motocicleta (Figura 2.98 – John Bradley)

## 2. Pneu

- Explicar a diferença entre os formatos de pneus (+bicudos ou + quadrados)
- Explicar a diferença entre as carcaças -> Diferente número de camadas
- Explicar a diferença entre os compostos -> colocar figura 6.8 John Bradley
- Variação de pressão em função da temperatura

## 3. SAG

- Explicar conceito da medida SAG e pontos de medição da suspensão dianteira e traseira
- 1 – Suspensão sem carga
- 2 – Carga da moto
- 3 – Carga da moto e do piloto
- Comparar Laden SAG com Unladen SAG

## 4. Suspensão

- Massa suspensa e massa não suspensa (relação do efeito giroscópico)
- Rigidez de molas – Detalhar no gráfico diferentes rigidez de molas; diferentes pré cargas; comparar 3 molas com 3 pré cargas diferentes para o mesmo SAG; mostrar a atuação da Top Out Spring
- Amortecedor
- Wheel Rate -> Figura 2.30 John Bradley
- Balança traseira (procurar referências no Milliken e Gillespie)

- Conceito de Leverage e Linkage
- Levere ratio 2:1
- Relação entre wheel rate e Leverage Rate ->  $WR \times LR^2 = K_{spring}$
- A progressive linkage design gives the wheel less and less leverage over the spring as the wheel moves up, so the system behaves as if the spring were getting stiffer; even though it isn't.
- Pré carga
- Clicks de Amortecedor
- Top out spring – Mola que ajuda a diminuir a velocidade de extensão do garfo quando ele se aproxima da extensão completa
- Comparar dados da suspensão da S1000RR 2018 K46 e 2020 K67

## 5. Geometria da Direção

- Cáster
- Trail -> Estabilidade da motocicleta
- Offset
- Variação do cáster e trail em função do curso da suspensão (se possível plotar um gráfico no 2D com o arquivo DEMO).

## 6. Centro de Gravidade

- Medição do CG
- Influência do peso do piloto na distribuição do CG
- Ajuste do CG horizontalmente (If the rear spins up easily as you accelerate you might move the cg rearwards. If the front lifts too easily, you might move the cg forward)
- Ajuste do CG verticalmente (Tabela 3.3 – John Bradley)

## 7. Câmbio

- Relação de marchas (Diagrama de funcionamento do câmbio)
- Relação de marchas (Gráfico Speed X RPM)
- Alteração da relação final – Mudar pinhão e coroa
- Câmbio B ou Câmbio secundário
- Escalonamento de marchas
- Diagrama de força trativa e limite de aderência ("Thrust Chart") -> Figura 3-14 Cossalter
- Diagrama da potência em função da velocidade -> Figura 3-15 Cossalter

## 8. Antisquat

- Cinemática da balança (diagrama de movimento do conjunto balança; coroa; corrente)
- Força atuante na corrente durante aceleração e frenagem
- Ângulo de Tração da Corrente ( $\sigma$ )
- Antisquat -> Razão entre  $\sigma$  e  $\tau$ 
  - Antisquat > 100% – Extensão da suspensão traseira e dianteira

- Antisquat = 100% – Suspensão traseira inalterada e dianteira estendida
- Antisquat < 100% – Compressão da suspensão traseira e dianteira estendida

## 9. Freios

- Cilindro mestre
- Pastilhas
- Pinças
- Discos

## 10. Lubrificantes e fluídos

- Lubrificantes do motor
- Aditivos x Lubrificantes
- Fluído de freio
- Fluído da suspensão
- Fluído de arrefecimento

## 11. Eletrônica

- Acelerador eletrônico (drive by wire)
- TCS (Traction Control System)
- EBR (Engine Brake) | Show engine brake curves from RCK Pro
  - Malha aberta e malha fechada
- Anti Jerk
- Lauch Control
- Anti-Wheeling
- Engine Mapping (Torque Reducing)

## 12. Dinâmica Longitudinal

- Potência do motor > Potência resistivas = V x Força Resistivas (arrasto, rolagem e peso em pisos inclinados)
- Transferência de carga
  - Ângulo de transferência de carga  $\tau = \tan^{-1}(h/w.b)$
- Máxima tração -> iminência da moto empinar  $T_{max} = m.g.b/h$
- Máxima frenagem ->  $Br_{max} = m.g.\frac{(wb-b)}{h}$
- Estabilidade por uso do freio traseiro durante a frenagem

## 13. Dinâmica Lateral

- Efeito Giroscópico
- Força Centrífuga ( $F_C = M.V^2/R$ )
  - Equilíbrio durante curva
- Influência do posicionamento do piloto no equilíbrio durante a curva

- Equilíbrio matemático do ângulo de inclinação e da força centrífuga ( $\tan\varphi = \frac{\vec{F}}{\vec{W}} = \frac{V^2}{R \cdot g}$ )
- Velocidade máxima na curva → Força centrífuga = Força atrito pneu
- Comparação da inclinação Fabio Quartararo na Curva 5 no GP da Catalunia com a equação do equilíbrio matemático ( $63^\circ \neq 68,3^\circ$ )

## 14. Ajuste dos parâmetros

1. Pré carga
2. Mola
3. Top out spring
4. Clicks de compressão
5. Clicks de retorno
6. Volume de óleo
7. Viscosidade do óleo
8. Pressão do gás
9. Altura das bengalas
10. Cáster
11. Offset
12. Coordenada X do CG
13. Coordenada Y do CG
14. Altura da traseira
15. Antisquat - Pivô da balança
16. Antisquat - Coroa/Pinhão
17. Wheel Rate da traseira (troca do link)
18. Relação interna das marchas
19. Relação final
20. Número de elos da corrente
21. Entre-eixos
22. Pressão dos pneus

## 15. Análise dos dados da motocicleta

- Variação da RPM em função da inclinação
- Velocidade de rodas
- Atuação dos diversos sistemas de redução de torque (Anti-wheeling, TCS..)
- TCS
  - TCS X Lean
- Engine Brake
  - RPM\_ref x Força do freio motor
  - Força do freio motor (malha aberta) x Força do freio motor (malha fechada)
- Potenciômetro de suspensão
  - Bloqueio da roda traseira por falta de carga ou por freio motor excessivo?