Etapa 6 - Eng.Trans 1

Yuri & AbraÃƒÂ£o

2017-1

Velocidade de equilíbrio pelo método analítico

Para encontrar a velocidade de equilíbrio, basta igualar as seguintes expressões:

$$F_t = R_t$$

Sabemos que $R_t = 3559.85 + 3.46 * v + 0.29 * v^2$ mas não temos o valor de F_t

Para determinar, temos:

$$F_t = 2952\frac{P}{v}$$

e

$$N = \frac{1000v\ g_t\ g_d}{60\ \pi\ D}$$

Isolando v nesta equação obtemos:

$$v = (N/g_d) * 0.0352815$$

Com isso, para cada valor de redução de marcha, teremos um valor de v em função de N:

```
reducoes = c(6.36, 3.31, 2.14, 1.41, 1)
n = 1/(0.0352815/reducoes)
```

Marchas:

1. $v = 180.2644445N$
2. $v = 93.8168729N$
3. $v = 60.6550175N$
4. $v = 39.9642872N$
5. $v = 28.3434661N$

Sabe-se que P é uma função de N, no entanto não temos uma equação, apenas alguns pontos notáveis. Para obtermos uma equação é preciso utlizar **regressão polinomial**:

```
rpm = seq(1000,2800,200)
pot = c(35,53,66,78,87,95,101,105,108,110)
df = data.frame(rpm,pot)

# Regressao quadratica
fit_quad = lm(df$pot ~ df$rpm + I(df$rpm^2))
```

Agora temos uma equação:

$$P = -2.3106061 \times 10^{-5} * N^2 + 0.1281667 * N + -68.6787879$$

Substituindo o N desta equação com o valor anterior, teremos uma equação para cada marcha:

1. $$P = -0.7508377 * v^2 + 23.103893 * v + -68.6787879$$
2. $$P = -0.2033704 * v^2 + 12.0241959 * v + -68.6787879$$
3. $$P = -0.0850079 * v^2 + 7.7739514 * v + -68.6787879$$
4. $$P = -0.0369037 * v^2 + 5.1220895 * v + -68.6787879$$
5. $$P = -0.0185623 * v^2 + 3.6326876 * v + -68.6787879$$

Agora voltando na equação principal $F_t = R_t$:

$$3600 * 0.82 * \frac{P}{v} = 3559.85 + 3.46 * v + 0.29 * v^2$$

Substituindo P pelas equações anteriores de cada respectiva marcha, teremos:

1. $$-0.29v^3 - 2219.93v^2 + 64642.8v - 202740. = 0$$
2. $$-0.29v^3 - 603.809v^2 + 31935.6v - 202740. = 0$$
3. $$-0.29v^3 - 254.403v^2 + 19388.9v - 202740. = 0$$
4. $$-0.29v^3 - 112.4v^2 + 11560.6v - 202740. = 0$$
5. $$-0.29v^3 - 58.2559v^2 + 7163.84v - 202740. = 0$$

Para determinar a raiz, utilizaremos o **método de Newton-Raphson** em que as iterações serão feitas da seguinte forma:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

O algorítmo está descrito abaixo:

```
newton <- function(f, tol=1E-12,x0=1,N=20) {
        h <- 0.001
        i <- 1; x1 <- x0
        p <- numeric(N)
        while (i<=N) {
                df.dx <- (f(x0+h)-f(x0))/h
                x1 <- (x0 - (f(x0)/df.dx))
                p[i] <- x1
                i <- i + 1
                if (abs(x1-x0) < tol) break
```

```
                x0 <- x1
        }
        return(p[1:(i-1)])
}
```

Sabe-se que cada marcha possui um domínio. Por exemplo, o domínio da 4 marcha é entre 25 e 70, portanto $v \in [25, 70]$. Aplicando o algorítmo para cada um desses intervalos, temos:

```
# intervalos
x1 = c(5.5:15.5)
x2 = c(10.7:29.8)
x3 = c(16.5:46.2)
x4 = c(25:70.1)
x5 = c(35.3:98.8)
#funcoes
eq1 = function(v) -0.29 *v^3 -2219.93 *v^2 + 64642.8 * v - 202740
eq2 = function(v) -0.29 *v^3 -603.809 *v^2 + 31935.6 * v - 202740
eq3 = function(v) -0.29 *v^3 -254.403 *v^2 + 19388.9 * v - 202740
eq4 = function(v) -0.29 *v^3 -112.4 *v^2 + 11560.6 * v - 202740
eq5 = function(v) -0.29 *v^3 -58.2559 *v^2 +7163.84 * v - 202740
#chute inicial
chute = 90
p1 = newton(eq1, x0=chute, N=10)
p2 = newton(eq2, x0=chute, N=10)
p3 = newton(eq3, x0=chute, N=10)
p4 = newton(eq4, x0=chute, N=10)
p5 = newton(eq5, x0=chute, N=10)

#resultados
p1
```

```
## [1] 53.22235 35.45203 27.84397 25.66200 25.44771 25.44560 25.44560 25.44560
## [9] 25.44560
```

```
p2
```

```
## [1] 60.99206 48.38191 44.74064 44.38185 44.37830 44.37830 44.37830 44.37830
```

```
p3
```

```
## [1] 68.18260 60.15258 58.75467 58.71033 58.71028 58.71028 58.71028
```

```
p4
```

```
## [1] 71.92357 65.27010 64.14648 64.11334 64.11331 64.11331 64.11331
```

```
p5
```

```
##  [1]   66.73172   51.06287   25.02995   42.44402   82.06179   61.78309
##  [7]   46.61477 -110.20930   28.77357   45.51578
```

Os resultados de cada marcha foram:

1. Convergiu para 25.44 mas está fora do domínio da primeira marcha $[5.5, 15.5]$
2. Convergiu para 44.37 mas está fora do domínio da segunda mercha $[10.7, 29.8]$
3. Convergiu para 58.71 mas está fora do domínio da terceira mercha $[16.5, 46.2]$
4. Convergiu para 64.11 e está **dentro do domínio** da quarta mercha $[25, 70.1]$
5. Não convergiu.

Portanto, a velocidade de equilíbrio é:

$$64.12\ \mathbf{km/h}$$