# pelicano_serial

April 28, 2018

## 1 Parâmetros

Aqui faço a escolha de alguns parêmetros que serão utilizados bem como importo bibliotecas que serão utilizadas.

```
In [191]: include("../comum.jl")
          include("../modelos.jl")
          using Evolutionary, Plots;
          pyplot();
```

```
In [192]: Ts     = 0.05 # Intervalo entre leituras da saída
          tend   = 2.0  # tempo final para estabilização
          t0     = 0.0  # instante inicial
          r1     = 0.6  # referência junta 1
          r2     = 0.8  # referência junta 2
          xr = [r1, r2]
          popul  = 50   # população
          iterac = 15;   #iterações
           = 10.       #parâmetro para o erro
           = 0.01      #parâmetro para o jerk
           = 0.1       #parâmetro para o torque
          per = 1/2     #inicio da leitura do vetor a parti de per do comprimento total
          kp_end = AbstractFloat[]
          kv_end = AbstractFloat[];
```

## 2 Otimização

Aqui a otmização será feita junta por junta, iniciando da junta mais externa e assim seguindo. Os ganhos das juntas não otimizadas ainda serão mantidos nulos.

### 2.1 Otimização junta 2

Aqui criei algumas funções para serem utilizadas na geração da população inicial. Como será visto posteriormente, dependendo da função geredora inicial temos diferentes resultados, isto para o cenário de 50 iterações do algoritmo genético (valor este utilizado para obter uma saída mais rápida).

```
In [193]: function gerador2(n)
              n = n/2
              kp = push!(zeros(n-1),rand()*rand([10.,100.,1000.,10000]))
              kv = push!(zeros(n-1),rand()*rand([10.,100.,1000.]))
              vcat(kp,kv)
          end;

In [194]: function generateCusto(junta::Integer)
              out = function custo(gain::Vector{Float64})
                  kp = SMatrix{2,2}(diagm([gain[1], gain[2]]))
                  kv = SMatrix{2,2}(diagm([gain[3], gain[4]]))
                  x, v, t, a, ta, j, tj, , t_tau = robot2dof(kp, kv, Ts, t0, tend, [r1, r2])

                  sizeVector = length(x[1])

                  erro_sum = 0.
                  erro = -(x[junta]-xr[junta])
                  erro_sum += sum(abs.(erro[floor(Integer,sizeVector*per):end]))

                  jerk_sum = 0.
                  jerk_sum += sum(abs.(j[junta]))

                  torque_sum = 0.
                  torque_sum += sum(abs.([junta]))


                  erro_sum = erro_sum *
                  jerk_sum = jerk_sum *
                  torque_sum = torque_sum *
                  #println(" $(erro_sum) | $(jerk_sum) | $(torque_sum)")
                  out =  erro_sum + jerk_sum + torque_sum
                  out
              end
          end;

In [195]: N = 4
           result, fitness, cnt = ga(generateCusto(2), N; initPopulation = gerador2, populatio

 Progress:|| 0.0%

WARNING: Interrupted. Larger maxiters is needed.


 Progress:|| 100.0%

Out[195]: ([0.00330958, 7385.74, 0.128808, 52.4041], 4.465087312978853, 15, 0.0, Dict{Symbol,A

In [196]: push!(kp_end, result[2])
          push!(kv_end, result[4])
          Markdown.parse("---|junta 2\n---|---\n**KP**|$(round(result[2],2))\n**KV**|$(round(r
```

Out[196]:

| — | junta 2 |
|---|---|
| **KP** | 7385.74 |
| **KV** | 52.4 |

## 2.2 Otimização junta 1

```
In [197]: function gerador1(n)
              n = n/2
              kp = push!(zeros(n-2),rand()*rand([10.,100.,1000.,10000]))
              push!(kp,result[2])
              kv = push!(zeros(n-2),rand()*rand([10.,100.,1000.]))
              push!(kv,result[4])
              vcat(kp,kv)
          end;

In [198]: N = 4
           result, fitness, cnt = ga(generateCusto(1), N; initPopulation = gerador1, populatio

 Progress:|| 100.0%37m| 6.7%

Out[198]: ([3857.18, 7385.74, 1085.07, 52.4041], 105.9823753467286, 15, 0.0, Dict{Symbol,Any}()

In [199]: push!(kp_end, result[1])
          push!(kv_end, result[3])
          Markdown.parse("---|junta 1\n---|---\n**KP**|$(round(result[1],2))\n**KV**|$(round(re

   Out[199]:
```

| — | junta 1 |
|---|---|
| **KP** | 3857.18 |
| **KV** | 1085.07 |

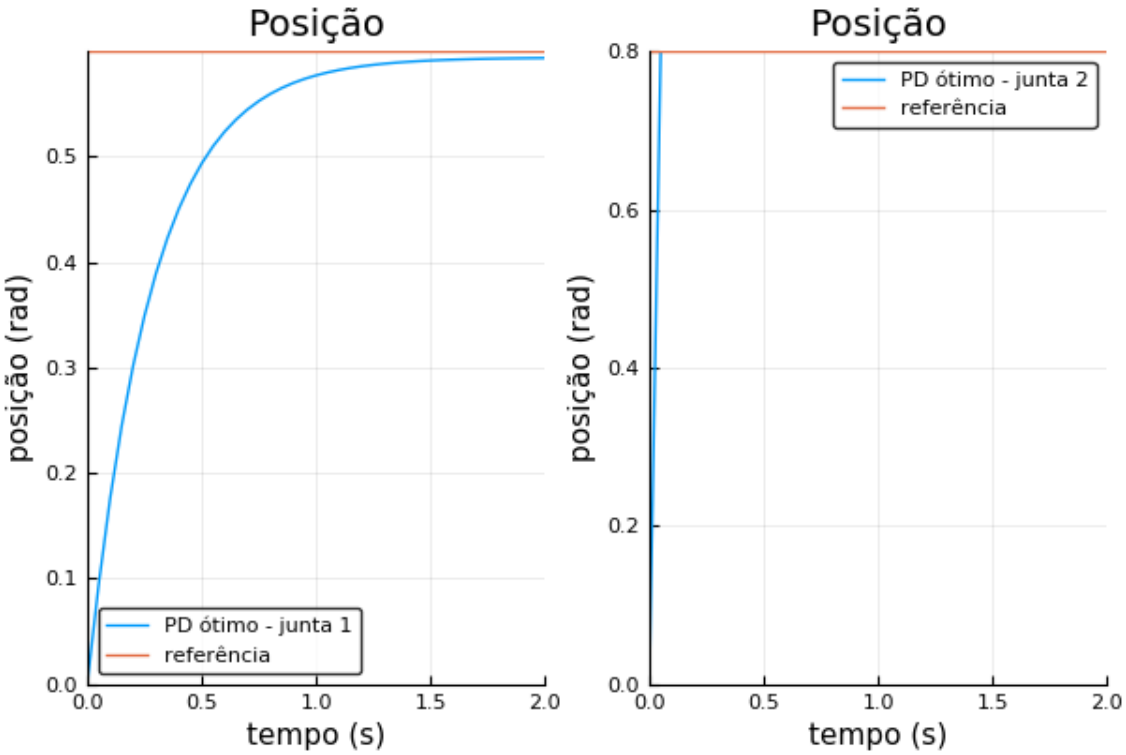
## 2.3 Resultado da otimização

```
In [200]: kp = SMatrix{2,2}(diagm(flipdim(kp_end[1:2],1)))
          kv = SMatrix{2,2}(diagm(flipdim(kv_end[1:2],1)))
          x, v, t, a, ta, j, tj, , t_tau = robot2dof(kp, kv, Ts, t0, tend, [r1, r2])
          function plotx()
              p1 = plot(t,x[1], label = "PD ótimo - junta 1",xlabel ="tempo (s)", ylabel = "pos
              p1= plot!([r1],seriestype= :hline, label = "referência");
              p2 = plot(t,x[2], label = "PD ótimo - junta 2",xlabel ="tempo (s)", ylabel = "pos
              p2 = plot!([r2],seriestype= :hline, label = "referência");
              plot(p1,p2, title = "Posição")
          end

          function plotj()
              p1 = plot(tj,j[1], label = "PD ótimo - junta 1", xlabel ="tempo (s)", ylabel = "
```

```
    p2 = plot(tj,j[2], label = "PD ótimo - junta 2",xlabel ="tempo (s)", ylabel = "J
    plot(p1,p2, title = "Jerk")
end;

function plotTau()
    p1 = plot(t_tau,[1], label = "PD ótimo - junta 1", xlabel ="tempo (s)", ylabel =
    p2 = plot(t_tau,[2], label = "PD ótimo - junta 2",xlabel ="tempo (s)", ylabel =
    plot(p1,p2, title = "Torque")
end;

function plotv()
    p1 = plot(t,v[1], label = "PD ótimo - junta 1", xlabel ="tempo (s)", ylabel = "V
    p2 = plot(t,v[2], label = "PD ótimo - junta 2",xlabel ="tempo (s)", ylabel = "Vel
    plot(p1,p2, title = "Velocidade")
end;

function plota()
    p1 = plot(ta,a[1], label = "PD ótimo - junta 1", xlabel ="tempo (s)", ylabel = "A
    p2 = plot(ta,a[2], label = "PD ótimo - junta 2",xlabel ="tempo (s)", ylabel = "Ac
    plot(p1,p2, title = "Aceleração")
end;
```

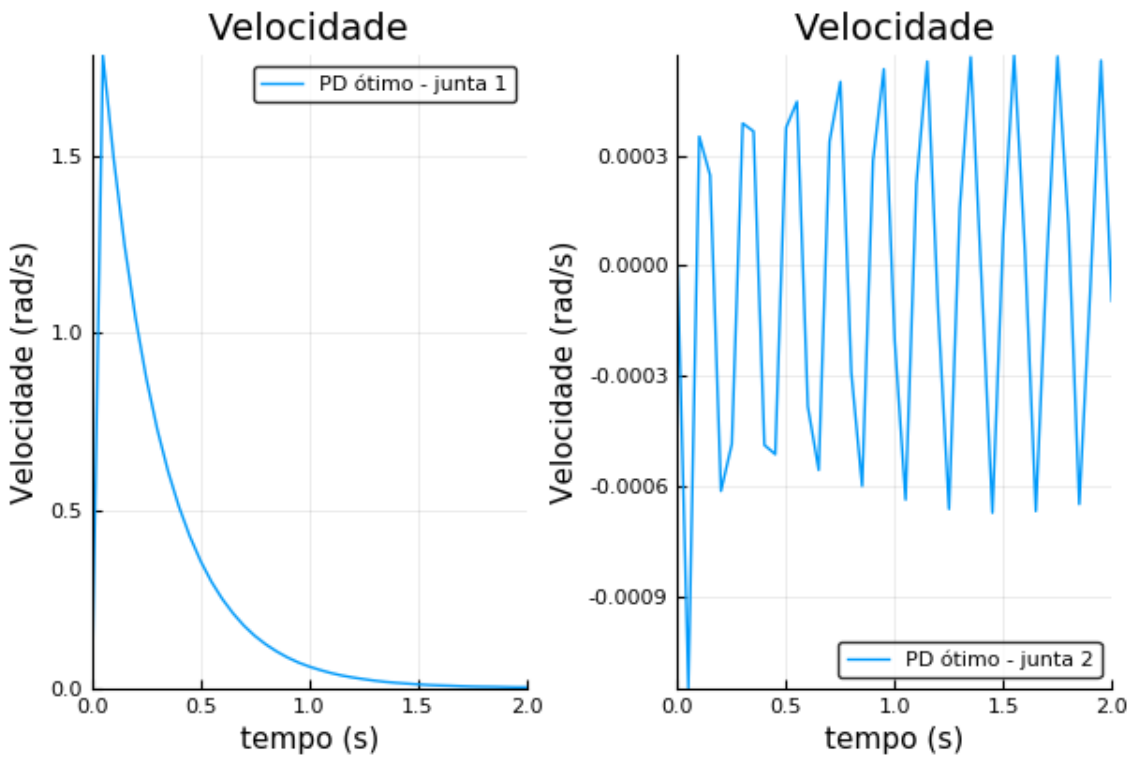
In [201]:
```
plotx()
```

Out[201]:



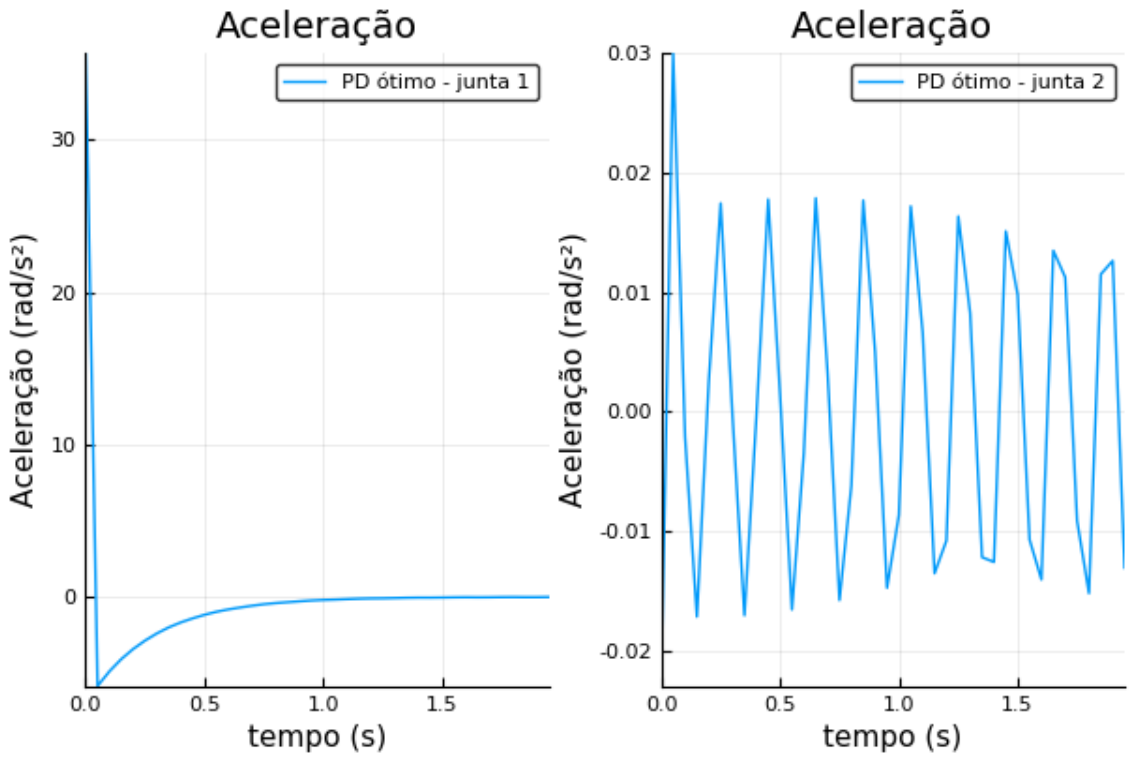
In [202]: plotv()

Out[202]:



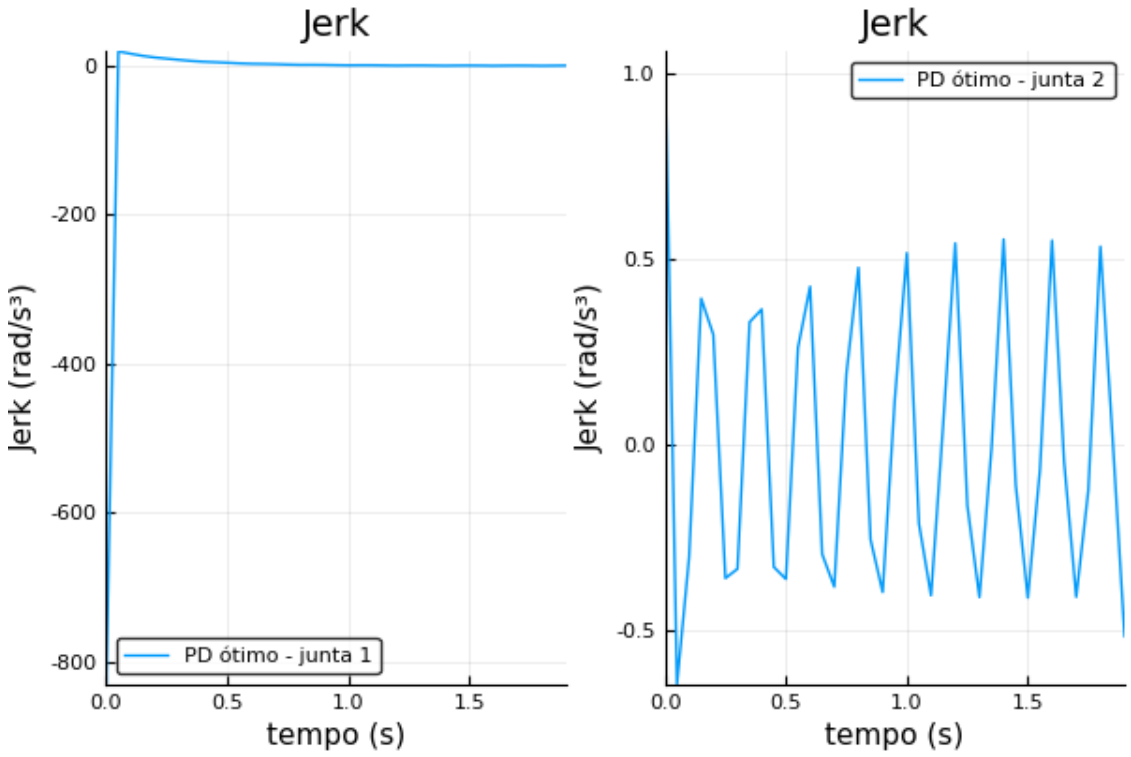

In [203]: plota()

Out[203]:



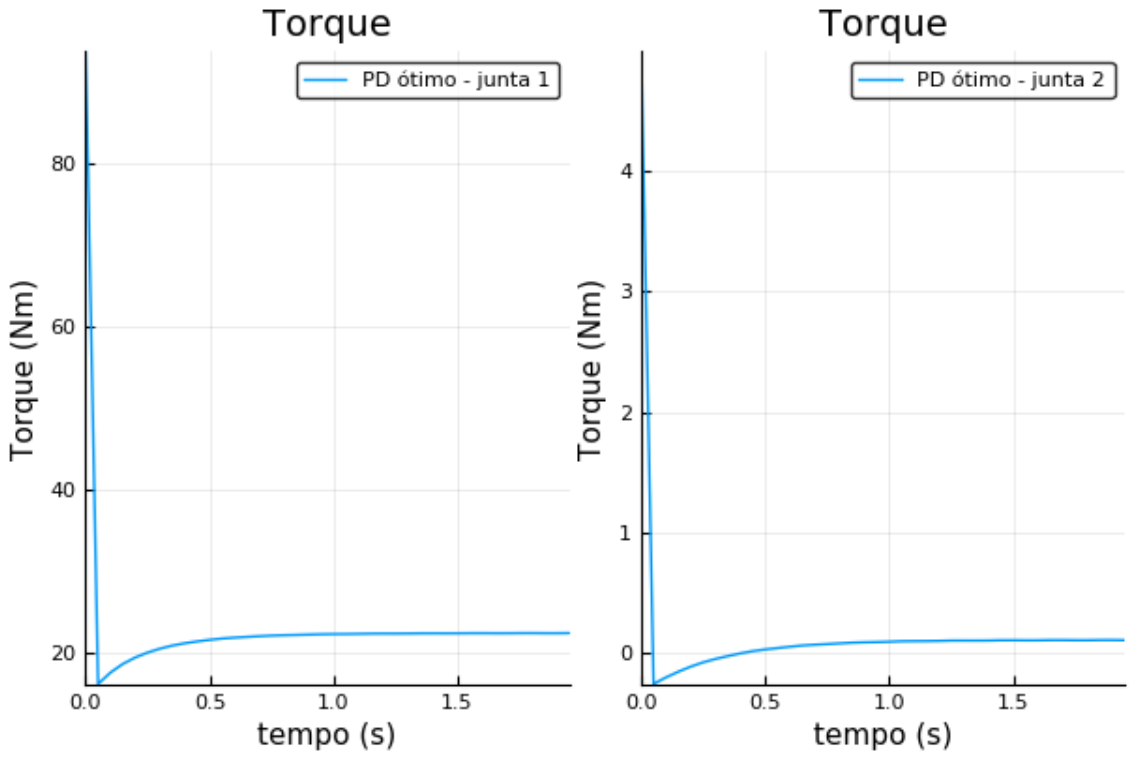

In [204]: plotj()

Out[204]:



In [205]: plotTau()

Out[205]:




**A tabelas a seguir apresentam um resumo dos resultados para o PID otimizado.**

In [206]: tabela(j, "Jerk")

Out[206]:

| — | junta 1 | junta 2 |
|---|---|---|
| **Jerk máximo** | 830.14 | 1.06 |
| **Jerk total** | 947.38 | 13.22 |

In [207]: tabela(, "Torque")

Out[207]:

| — | junta 1 | junta 2 |
|---|---|---|
| **Torque máximo** | 93.71 | 5.0 |
| **Torque total** | 940.11 | 8.61 |

# 3 PD clássico

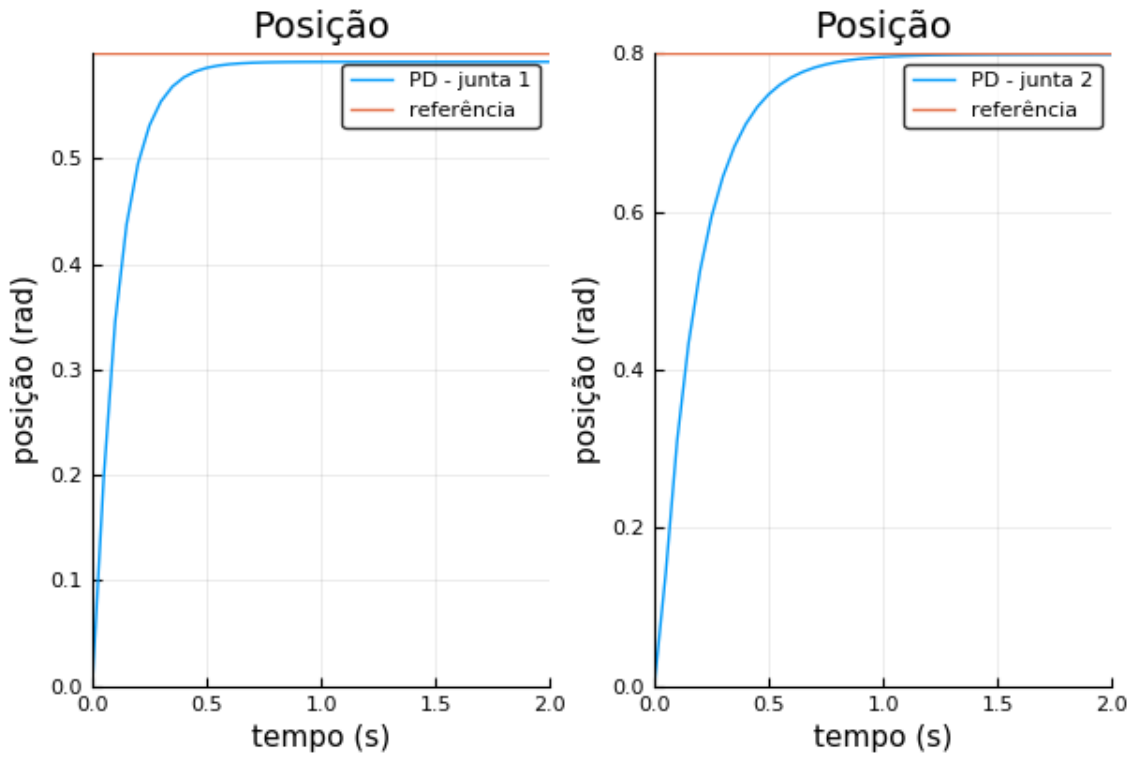
## 3.1 Código

```
In [208]: kp_pid = SMatrix{2,2}(diagm([2800., 80.]))
          kv_pid = SMatrix{2,2}(diagm([315., 15.]))
          x_pid, v_pid, t_pid, a_pid, ta_pid, j_pid, tj_pid, _pid, t_tau_pid = robot2dof(kp_pi
          erro1 = -(x_pid[1] - r1)
          erro2 = -(x_pid[2] - r2)
          erro = [erro1, erro2]

          function plotx_pd()
              p1 = plot(t_pid,x_pid[1], label = "PD - junta 1",xlabel ="tempo (s)", ylabel = "
              p1= plot!([r1],seriestype= :hline, label = "referência");
              p2 = plot(t_pid,x_pid[2], label = "PD - junta 2",xlabel ="tempo (s)", ylabel = "
              p2 = plot!([r2],seriestype= :hline, label = "referência");
              plot(p1,p2, title = "Posição")
          end

          function plotj_pd()
              p1 = plot(tj_pid,j_pid[1], label = "PD - junta 1", xlabel ="tempo (s)", ylabel =
              p2 = plot(tj_pid,j_pid[2], label = "PD - junta 2",xlabel ="tempo (s)", ylabel =
              plot(p1,p2, title = "Jerk")
          end;

          function plotTau_pd()
              p1 = plot(t_tau_pid,_pid[1], label = "PD - junta 1", xlabel ="tempo (s)", ylabel
              p2 = plot(t_tau_pid,_pid[2], label = "PD - junta 2",xlabel ="tempo (s)", ylabel =
              plot(p1,p2, title = "Torque")
          end;

          function plotv_pid()
              p1 = plot(t_pid,v_pid[1], label = "PD - junta 1", xlabel ="tempo (s)", ylabel =
              p2 = plot(t_pid,v_pid[2], label = "PD - junta 2",xlabel ="tempo (s)", ylabel = "V
              plot(p1,p2, title = "Velocidade")
          end;

          function plota_pid()
              p1 = plot(ta_pid,a_pid[1], label = "PD - junta 1", xlabel ="tempo (s)", ylabel =
              p2 = plot(ta_pid,a_pid[2], label = "PD - junta 2",xlabel ="tempo (s)", ylabel =
              plot(p1,p2, title = "Aceleração")
          end;
```

## 3.2 Resultados PD

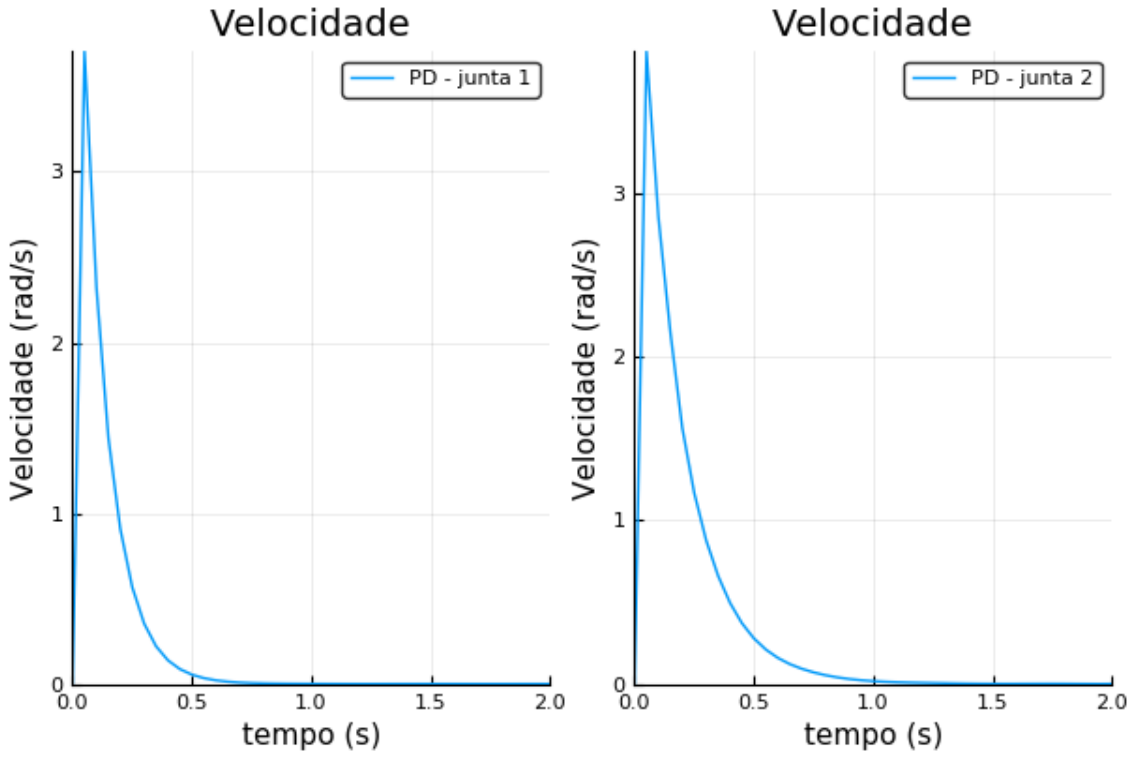
```
In [209]: plotx_pd()
```

Out[209]:



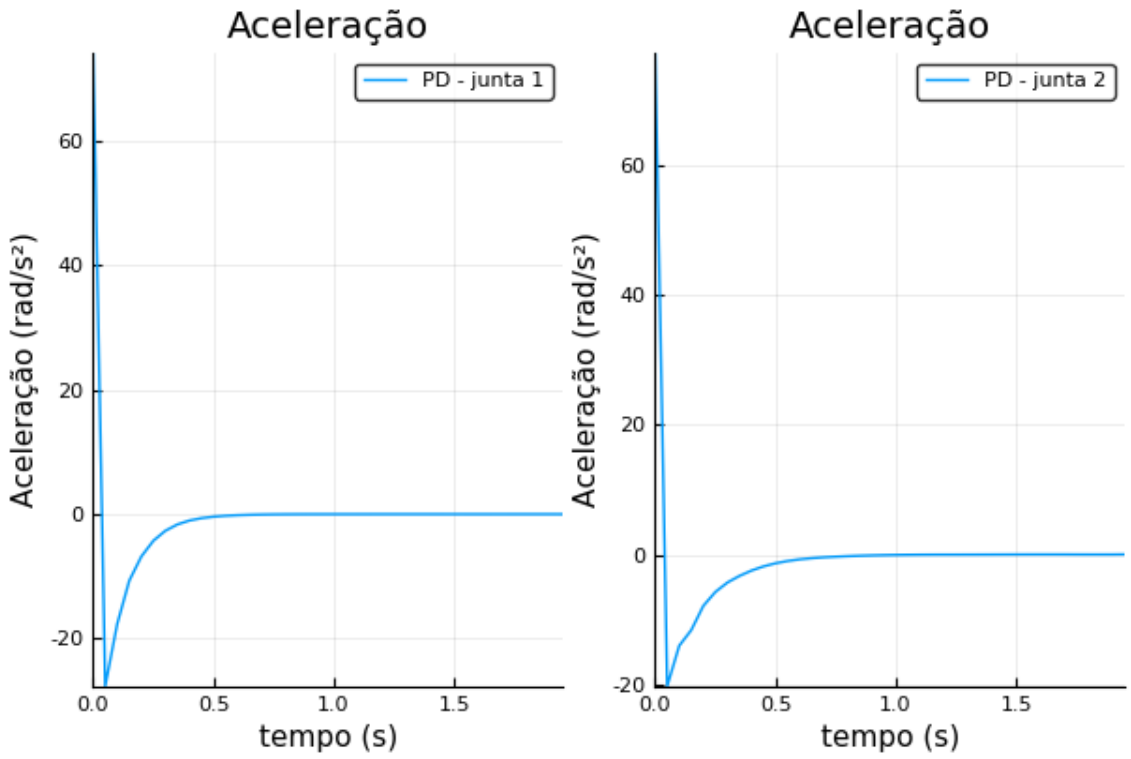

In [210]: plotv_pid()

Out[210]:



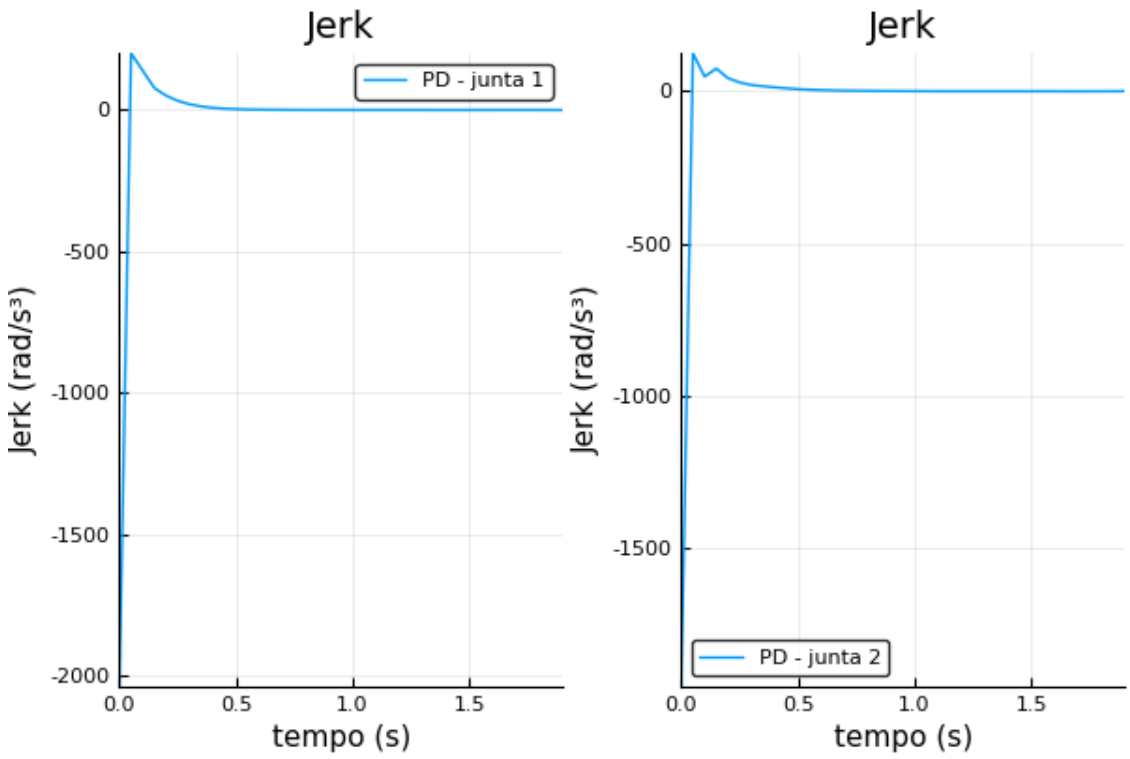
In [211]: plota_pid()

Out[211]:



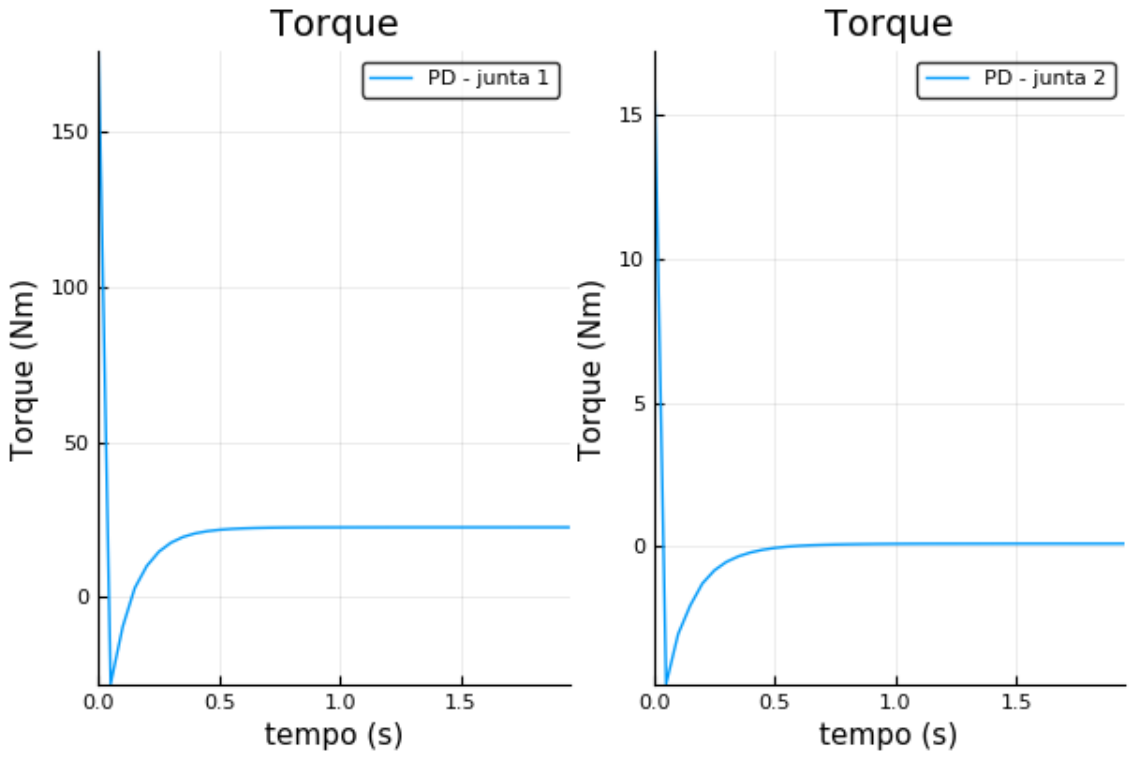

In [212]: plotj_pd()

Out[212]:




In [213]: plotTau_pd()

Out[213]:



**A tabelas a seguir apresentam um resumo dos resultados para o PID clássico.**

```
In [214]: tabela(j_pid,"Jerk (PD)")
```

Out[214]:

| — | junta 1 | junta 2 |
|---|---|---|
| **Jerk (PD) máximo** | 2034.53 | 1954.23 |
| **Jerk (PD) total** | 2587.32 | 2361.25 |

```
In [215]: tabela(_pid,"Torque (PD)")
```

Out[215]:

| — | junta 1 | junta 2 |
|---|---|---|
| **Torque (PD) máximo** | 175.93 | 17.22 |
| **Torque (PD) total** | 993.2 | 33.11 |

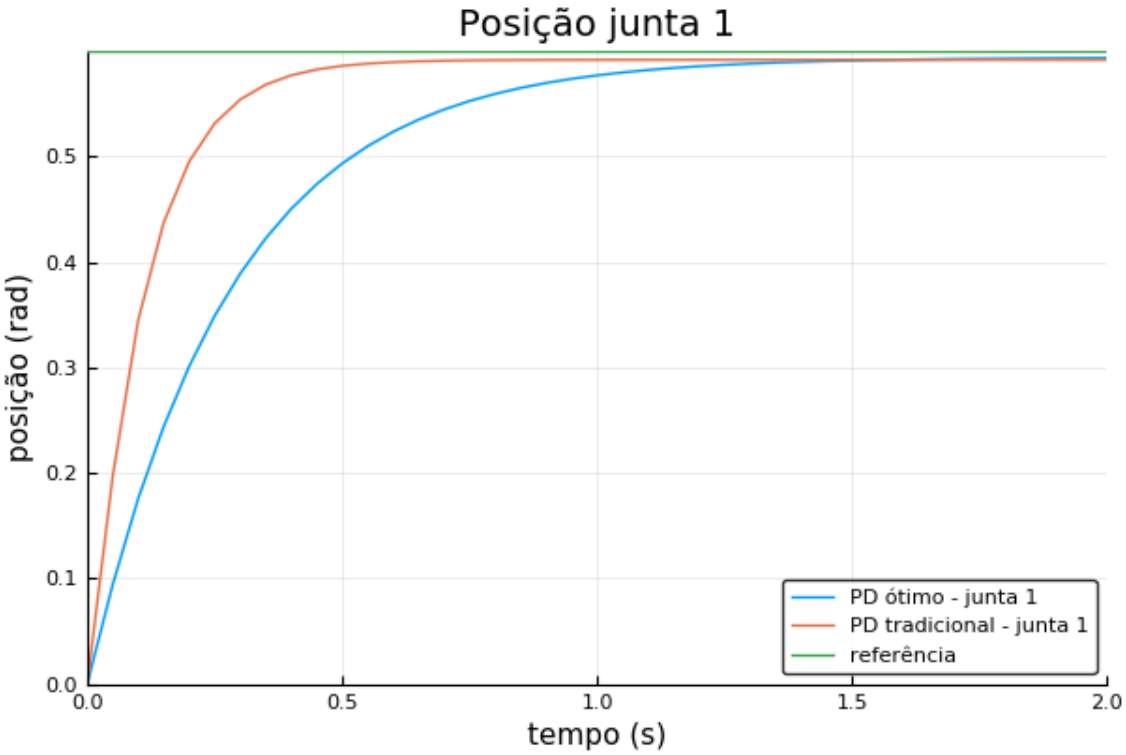
# 4 Gráficos comparativos

## 4.1 Posição

### 4.1.1 Posição junta 1

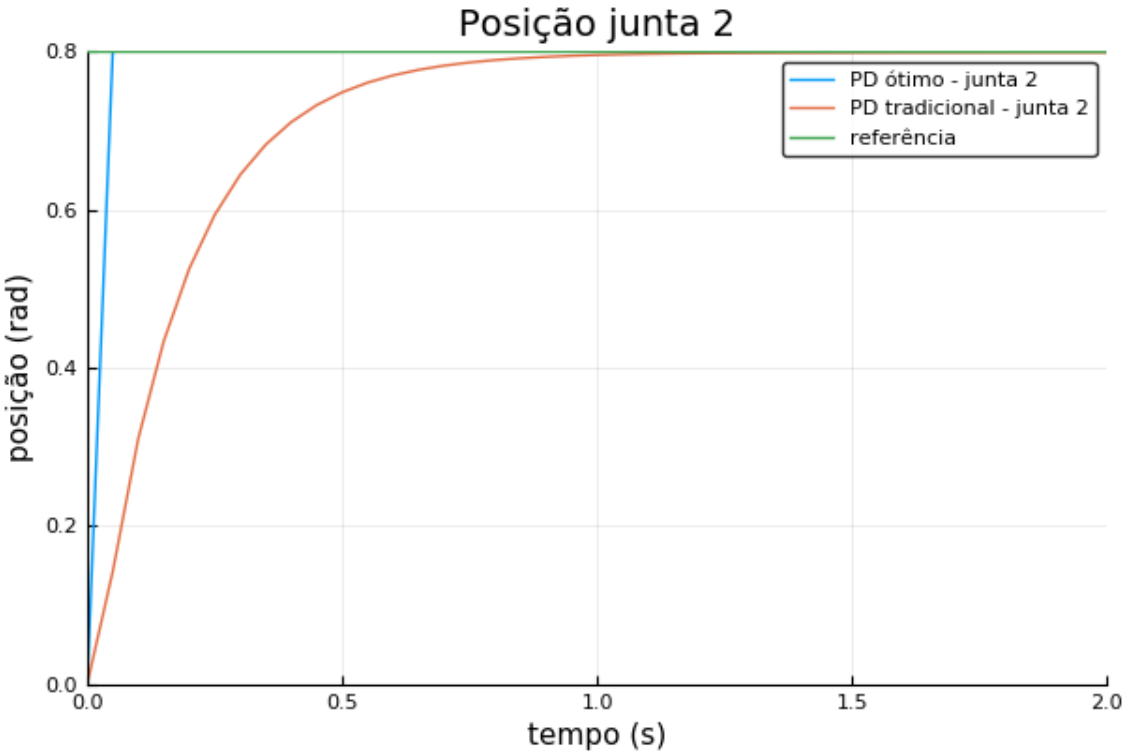
```
In [216]: plot(t,x[1],label = "PD ótimo - junta 1")
          plot!(t,x_pid[1],label = "PD tradicional - junta 1")
          plot!([r1],seriestype= :hline, label = "referência", title = "Posição junta 1", xlabe
```

Out[216]:




### 4.1.2 Posição junta 2

```
In [217]: plot(t,x[2],label = "PD ótimo - junta 2")
          plot!(t,x_pid[2],label = "PD tradicional - junta 2")
          plot!([r2],seriestype= :hline, label = "referência", title = "Posição junta 2", xlabe

   Out[217]:
```

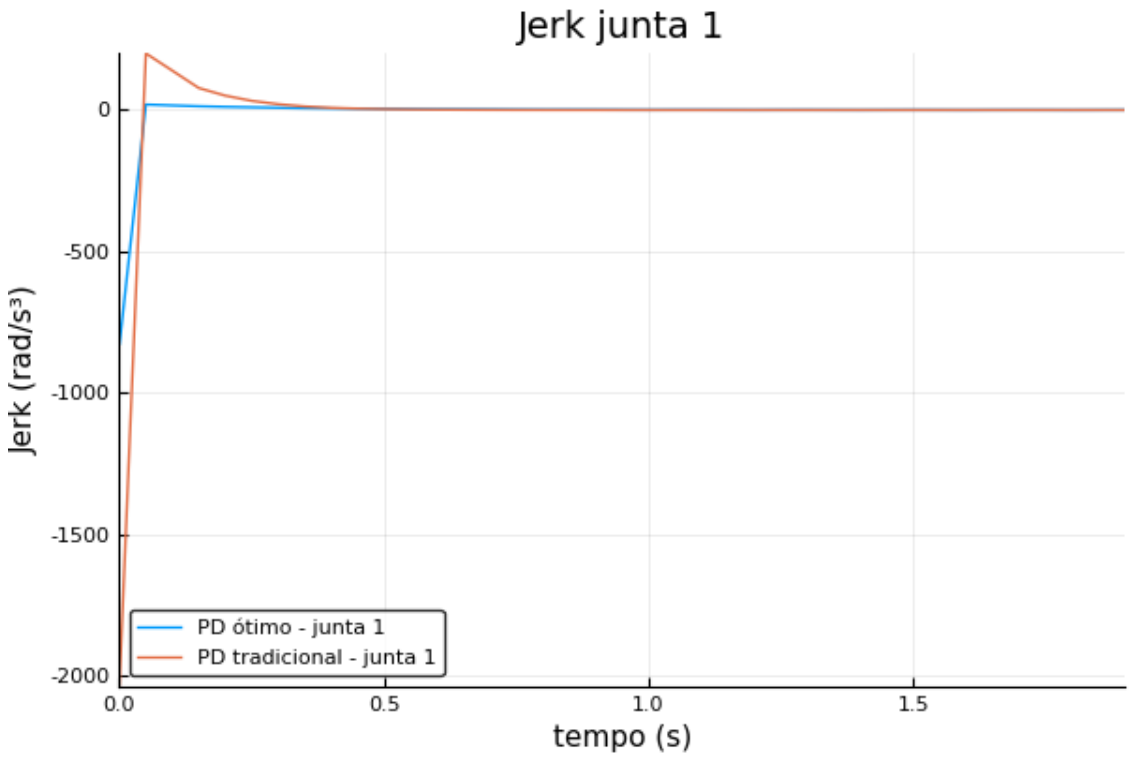



## 4.2 Jerk

### 4.2.1 Jerk junta 1

```
In [218]: plot(tj,j[1],label = "PD ótimo - junta 1")
          plot!(tj,j_pid[1],label = "PD tradicional - junta 1", title = "Jerk junta 1", xlabel
```

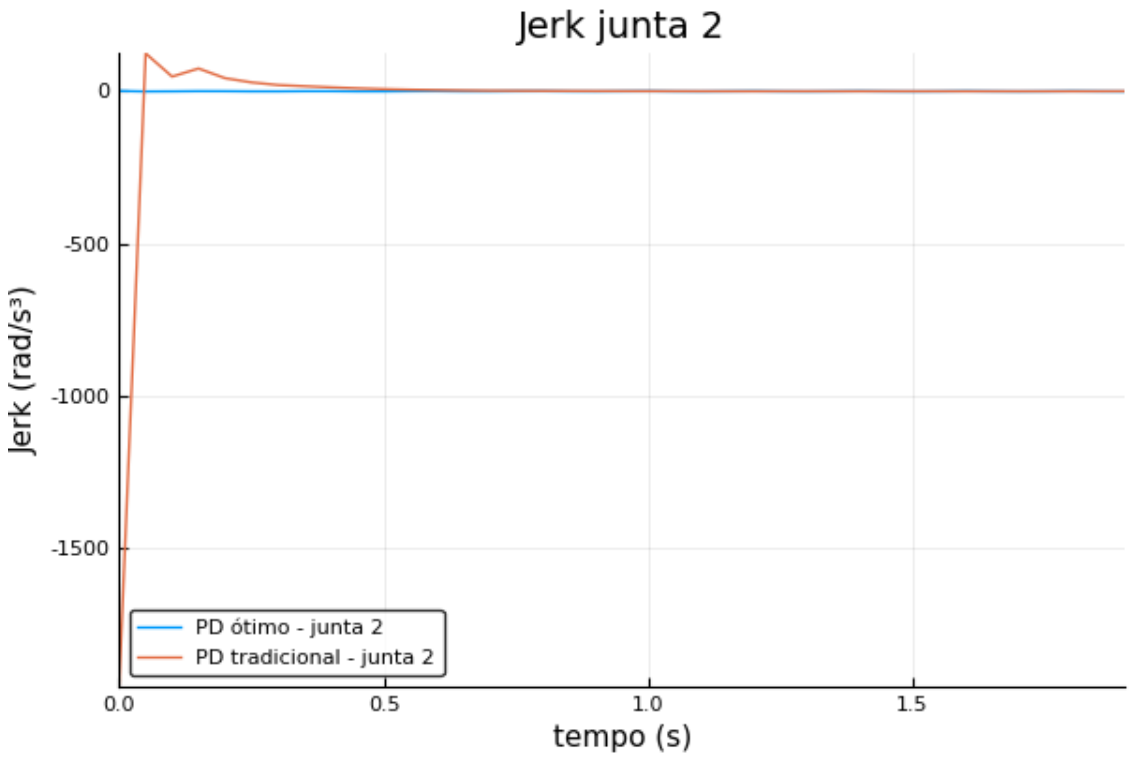
Out[218]:




### 4.2.2 Jerk junta 2

```
In [219]: plot(tj,j[2],label = "PD ótimo - junta 2")
          plot!(tj,j_pid[2],label = "PD tradicional - junta 2", title = "Jerk junta 2", xlabel
```

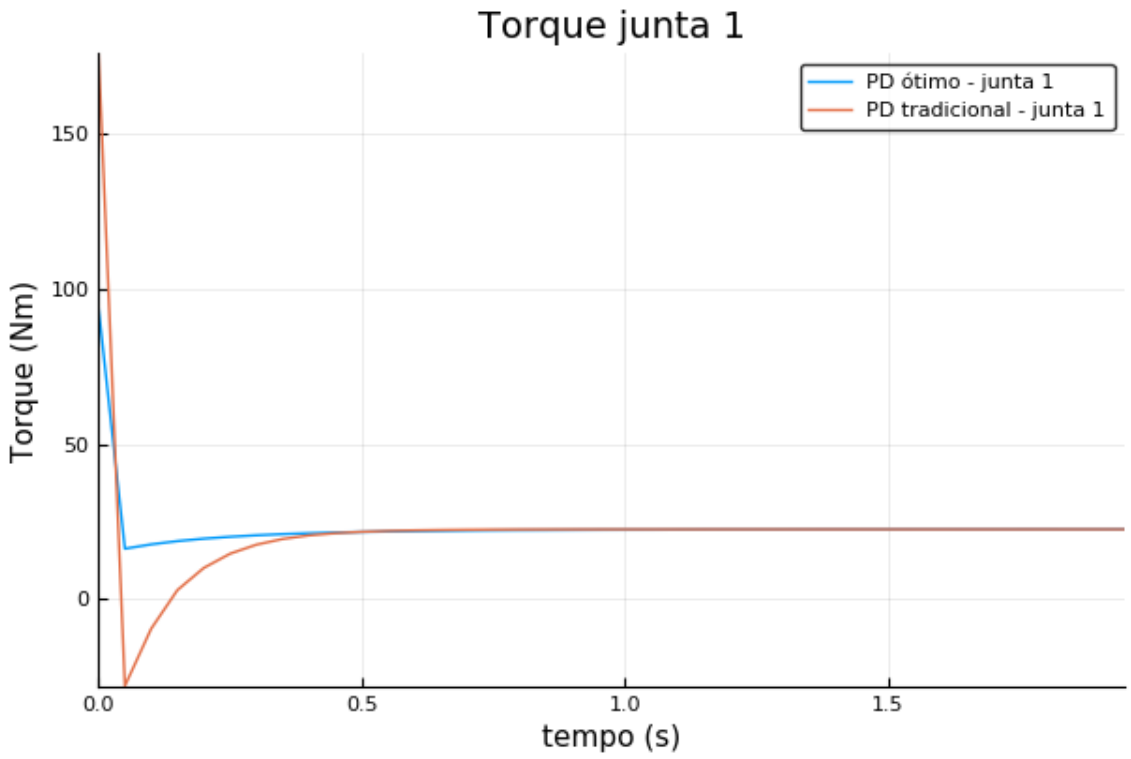
Out[219]:




## 4.3 Torque

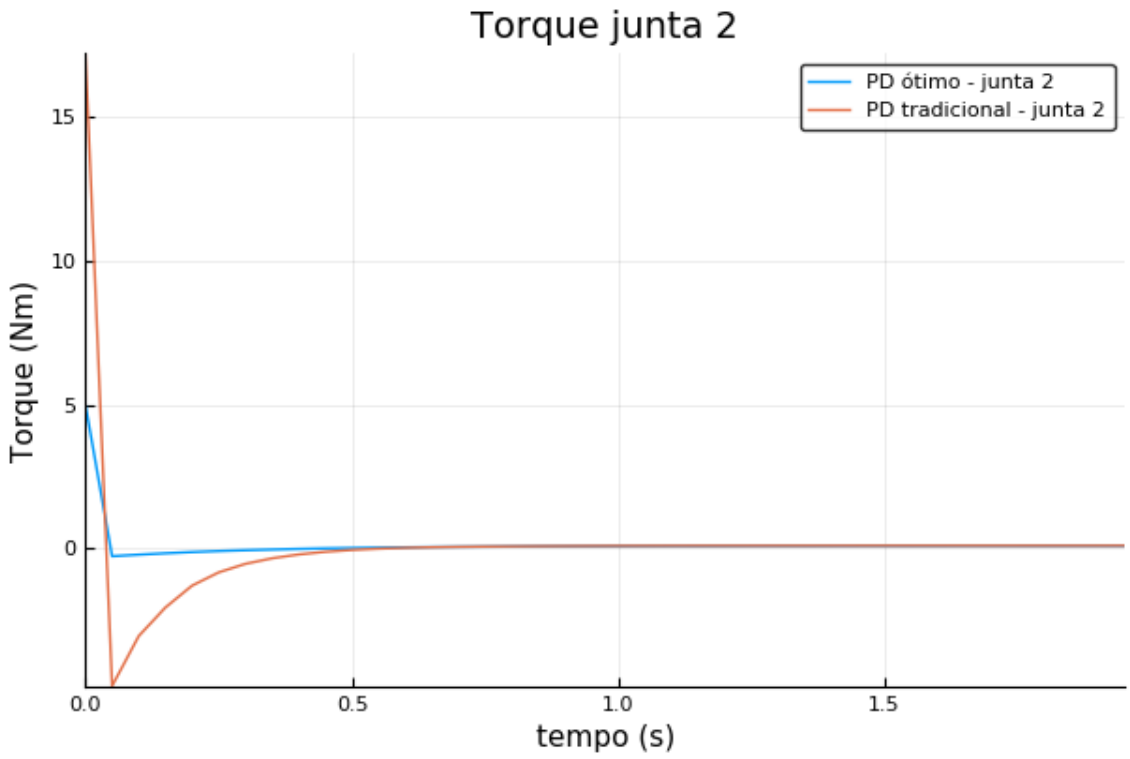
### 4.3.1 Torque junta 1

```
In [220]: plot(t_tau_pid,[1],label = "PD ótimo - junta 1")
          plot!(t_tau_pid,_pid[1],label = "PD tradicional - junta 1", title = "Torque junta 1"

   Out[220]:
```




### 4.3.2 Torque junta 2

```
In [221]: plot(t_tau_pid,[2],label = "PD ótimo - junta 2")
          plot!(t_tau_pid,_pid[2],label = "PD tradicional - junta 2", title = "Torque junta 2"

   Out[221]:
```

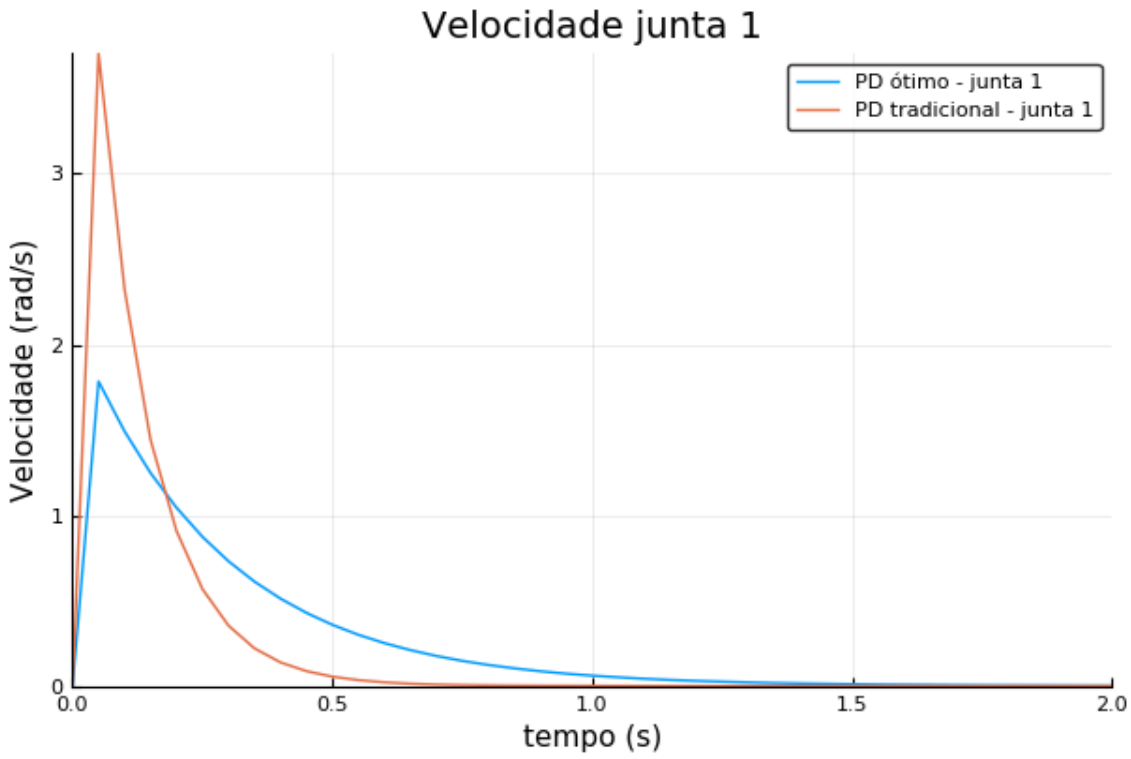



## 4.4 Velocidade

### 4.4.1 Velocidade junta 1

```
In [222]: plot(t,v[1],label = "PD ótimo - junta 1")
          plot!(t,v_pid[1],label = "PD tradicional - junta 1", title = "Velocidade junta 1", xl
```

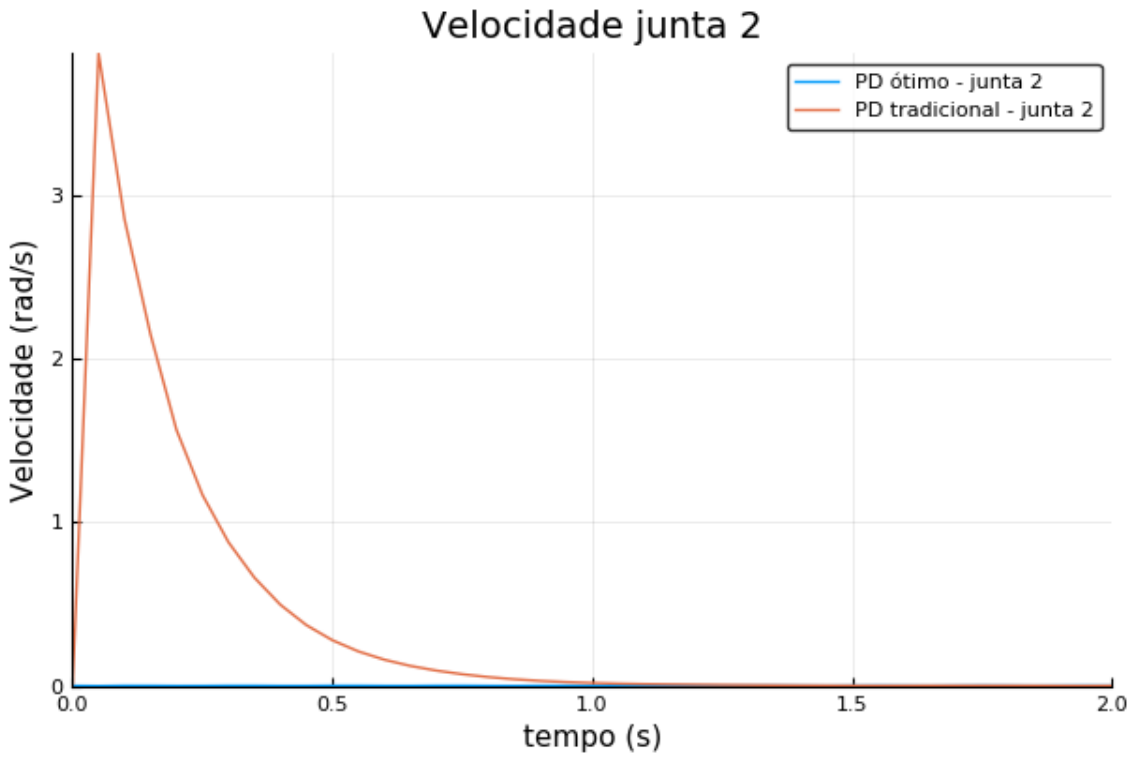
Out[222]:




### 4.4.2 Velocidade junta 2

```
In [223]: plot(t,v[2],label = "PD ótimo - junta 2")
          plot!(t,v_pid[2],label = "PD tradicional - junta 2", title = "Velocidade junta 2", xl
```

Out[223]:

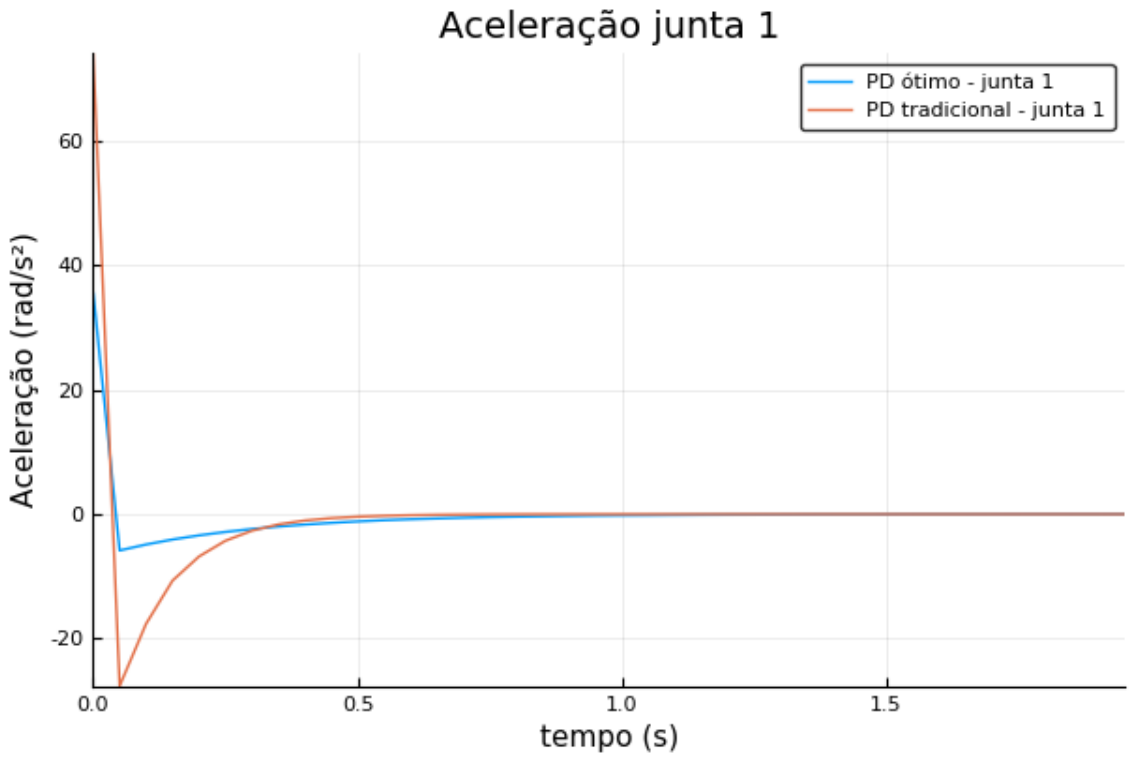



## 4.5 Aceleração

### 4.5.1 Aceleração junta 1

```
In [224]: plot(ta,a[1],label = "PD ótimo - junta 1")
          plot!(ta,a_pid[1],label = "PD tradicional - junta 1", title = "Aceleração junta 1", x
```

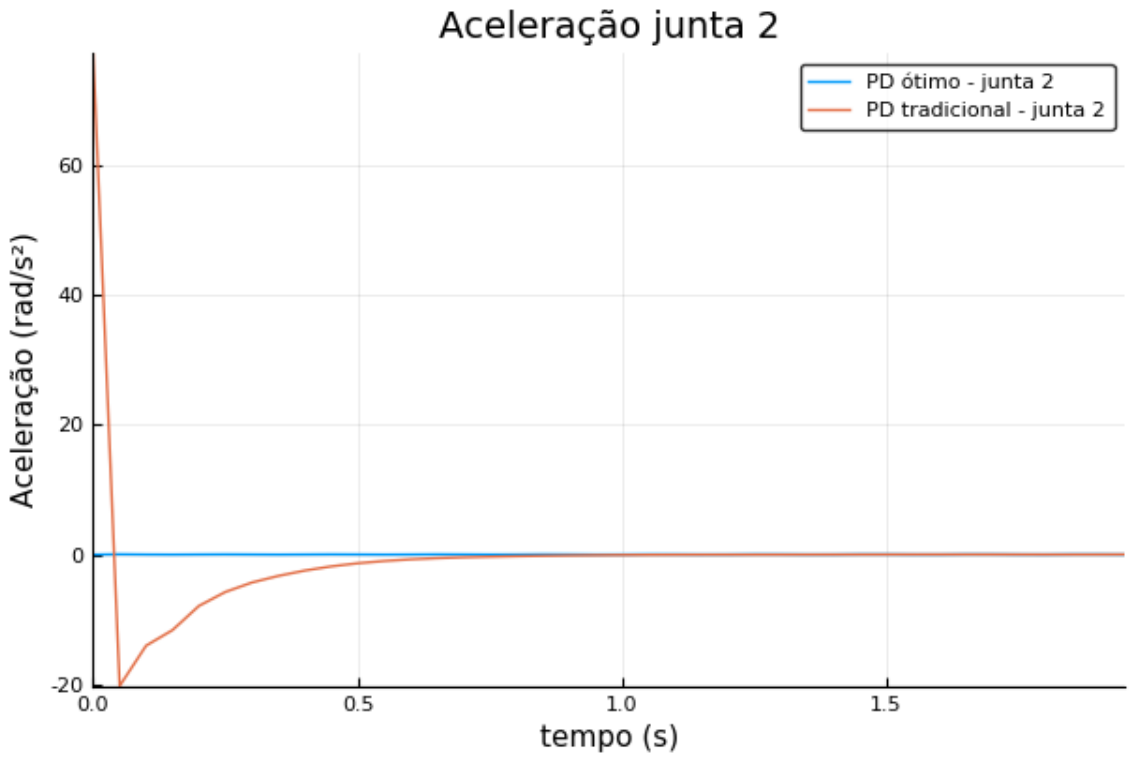
Out[224]:




### 4.5.2 Aceleração junta 2

```
In [225]: plot(ta,a[2],label = "PD ótimo - junta 2")
          plot!(ta,a_pid[2],label = "PD tradicional - junta 2", title = "Aceleração junta 2", x
```

Out[225]:




# 5 Discussão

## 5.1 Sobre o torque

In [226]: `tabela(, "Torque (ótimo)")`

Out[226]:

| — | junta 1 | junta 2 |
|---|---|---|
| **Torque (ótimo) máximo** | 93.71 | 5.0 |
| **Torque (ótimo) total** | 940.11 | 8.61 |

In [227]: `tabela(_pid, "Torque (clássico)")`

Out[227]:

| — | junta 1 | junta 2 |
|---|---|---|
| **Torque (clássico) máximo** | 175.93 | 17.22 |
| **Torque (clássico) total** | 993.2 | 33.11 |

## 5.2 Sobre o Jerk

```
In [228]: tabela(j, "Jerk (ótimo)")
```

Out[228]:

| — | junta 1 | junta 2 |
|---|---|---|
| **Jerk (ótimo) máximo** | 830.14 | 1.06 |
| **Jerk (ótimo) total** | 947.38 | 13.22 |

```
In [231]: tabela(j_pid, "Jerk (clássico)")
```

Out[231]:

| — | junta 1 | junta 2 |
|---|---|---|
| **Jerk (clássico) máximo** | 2034.53 | 1954.23 |
| **Jerk (clássico) total** | 2587.32 | 2361.25 |

### 5.2.1 Sobre a aceleração

```
In [233]: tabela(a, "Aceleração (ótimo)")
```

Out[233]:

| — | junta 1 | junta 2 |
|---|---|---|
| **Aceleração (ótimo) máximo** | 35.67 | 0.03 |
| **Aceleração (ótimo) total** | 71.3 | 0.47 |

```
In [232]: tabela(a_pid, "Aceleração (clássico)")
```

Out[232]:

| — | junta 1 | junta 2 |
|---|---|---|
| **Aceleração (clássico) máximo** | 74.1 | 77.4 |
| **Aceleração (clássico) total** | 148.22 | 154.83 |

### 5.2.2 Sobre a velocidade

```
In [236]: tabela(v, "Velocidade (ótimo)")
```

Out[236]:

| — | junta 1 | junta 2 |
|---|---|---|
| **Velocidade (ótimo) máximo** | 1.78 | 0.0 |
| **Velocidade (ótimo) total** | 10.91 | 0.02 |

```
In [237]: tabela(v_pid, "Velocidade (clássico)")
```

Out[237]:

| — | junta 1 | junta 2 |
|---|---|---|
| **Velocidade (clássico) máximo** | 3.7 | 3.87 |
| **Velocidade (clássico) total** | 9.89 | 15.17 |