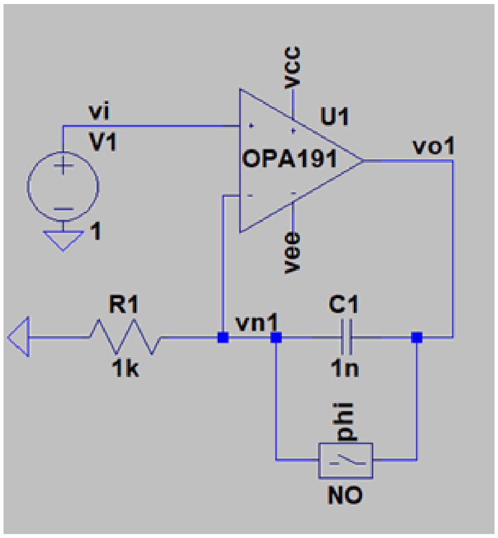
Influencia do GBW na inclinação da rampa do integrador

Considerando o circuito da figura abaixo, que funciona como buffer unitário com a chave aberta e como intevrador quando a chave é fechada, no instante t_0, deja-se verificar a influência da GBW do AOP na inclinação da rampa do integrador.



Como forma de analisar o efeito do fechamento da chave em um determinado instante de tempo, assume-se que a resposta do circuito à uma entrada v_i é equivalente à soma das respostas de dois circuitos independentes. O primeiro circuito é um buffer unitário, com sinal de entrada dado por um degrau de v_i para zero, e o segundo, um integrador com sinal de entrada dado por um degrau de zero para v_i.

Considere o modelo de primeira ordem para o AOP dado $v_o = \frac{\omega_t}{s+\omega_0}(v_p - v_n)$ por em que ω_t é o GBW e ω_0 é a frequencia de corte de malha aberta, dada por ω_t / A_{OL} sendo A_{OL} é o ganho de malha aberta. Considere o modelo do integrador dado por $v_n = \frac{s}{s+\omega_c} v_o$, com $\omega_c = \frac{1}{R.C}$.

Para simulações consideraremos os seguintes parâmetros:

```
wt = 6.2832e+06

Ao = 100000

wo = 62.8319

wc = 1000000

vi = 0.1000
```

Buffer: Primeiro circuito

$$v_{o1} = \frac{\omega_t}{s+\omega_0}(v_{p1} - v_{n1})$$

$$v_{n1} = v_{o1},$$

$$\omega_t \gg \omega_o$$

$$\rightarrow H_1(s) = \frac{v_{o1}}{v_{p1}} \approx \frac{\omega_t}{s+\omega_t}$$

Integrador: segundo circuito

$$v_{o2} = \frac{\omega_t}{s+\omega_0}(v_{p2} - v_{n2})$$

$$v_{n2} = \frac{s}{s+\omega_c} v_{o2},$$

$$\rightarrow H_2(s) = \frac{v_{o2}}{v_{p2}} = \frac{\omega_t(s+\omega_c)}{s^2 + (\omega_0 + \omega_c + \omega_t)s + \omega_0\omega_c}$$

resultando nos polos em

$$p_{1,2} = \frac{1}{2}\left(\pm\sqrt{(\omega_0+\omega_c+\omega_t)^2 - 4\omega_0\omega_c} - (\omega_0 + \omega_c + \omega_0)\right)$$

$$\omega_0 \ll \omega_c + \omega_t \,, 4\omega_0\omega_c \ll (\omega_0 + \omega_c + \omega_t)^2$$

$$p_{1,2} \approx \frac{1}{2}\left(\pm(\omega_c+\omega_t) - (\omega_c+\omega_t)\right)$$

$$\rightarrow p_1 \approx 0, p_2 \approx -(\omega_c + \omega_t)$$

Assim, a função aproximada pode ser escrita por

$$H_2(s) = \frac{v_{o2}}{v_{p2}} \approx \frac{\omega_t(s+\omega_c)}{s(s+\omega_c+\omega_t)}$$

Essa equação pode ser expandida em fraçoes parciais, $H_2(s) \approx A(s) + B(s)$, com $A(s) = \frac{\omega_t\omega_c}{(\omega_t+\omega_c)s}$ e

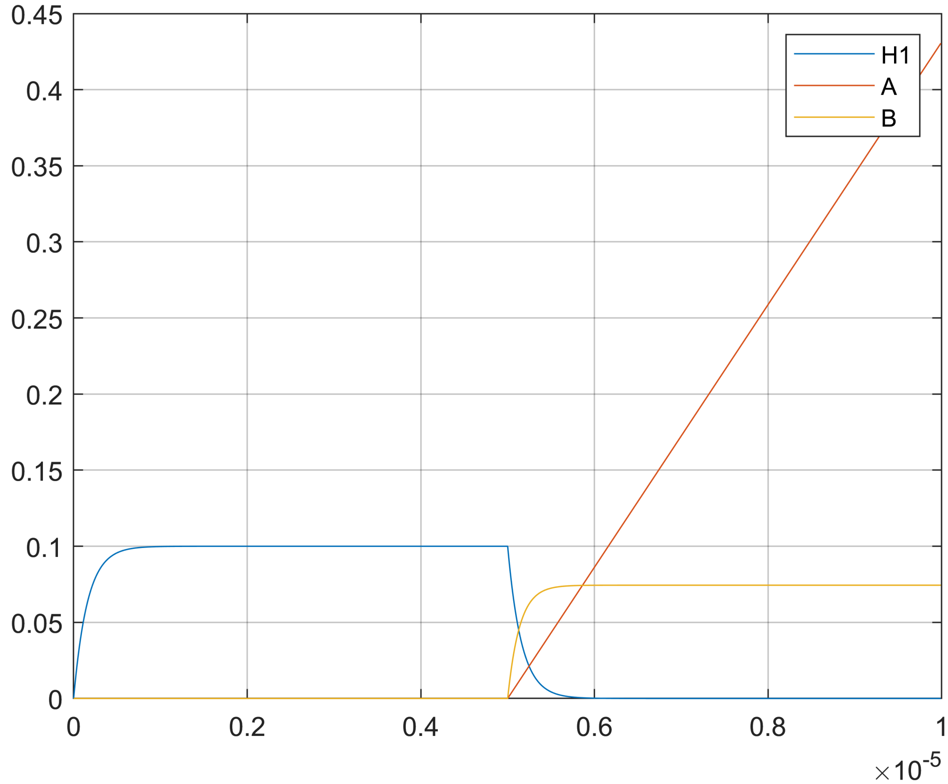
$$B(s) = \frac{\omega_t^2/(\omega_t+\omega_c)}{s+\omega_t+\omega_c}$$

O sistema $A(s)$ corresponde a um integrador ideal com ganho de $\frac{\omega_t\omega_c}{(\omega_t+\omega_c)}$, e $B(s)$ à um sistema de primeira ordem.

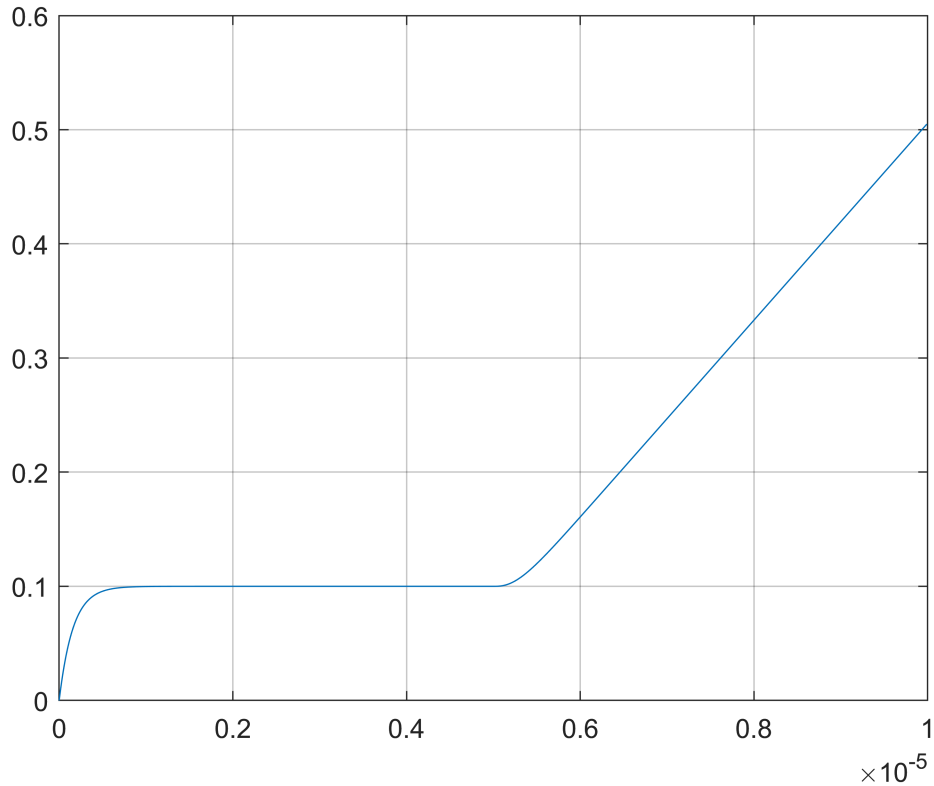
Resposta ao degrau:

```
ha =

   6.283e12
  ----------
  7.283e06 s

Continuous-time transfer function.
```

```
hb =

     5.42e06
  ------------
  s + 7.283e06

Continuous-time transfer function.
```

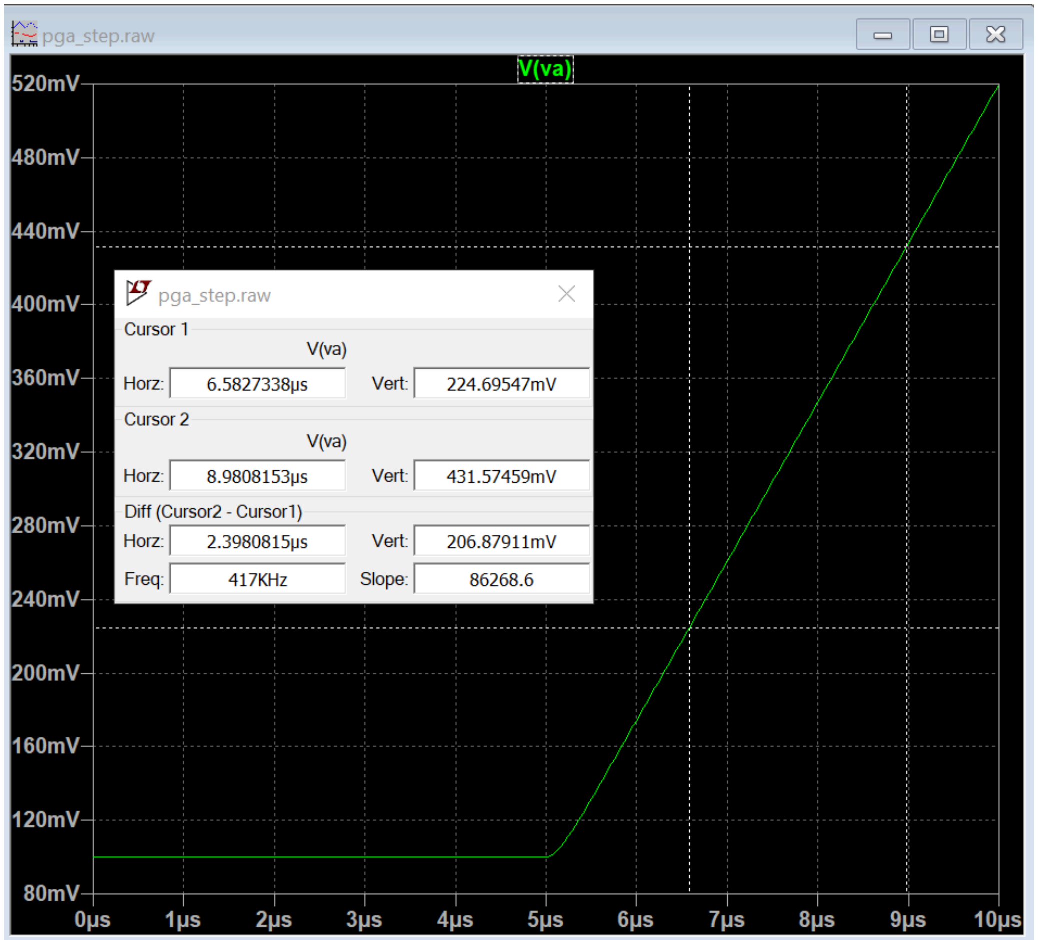


Resultado final:




```
slope = 8.6270e+04
```

Resultado de simulação Spice nivel 1


pga_step.raw
V(va)
520mV
480mV
440mV
400mV
360mV
320mV
280mV
240mV
200mV
160mV
120mV
80mV
0µs
1µs
2µs
3µs
4µs
5µs
6µs
7µs
8µs
9µs
10µs
pga_step.raw
Cursor 1
V(va)
Horz: 6.5827338µs
Vert: 224.69547mV
Cursor 2
V(va)
Horz: 8.9808153µs
Vert: 431.57459mV
Diff (Cursor2 - Cursor1)
Horz: 2.3980815µs
Vert: 206.87911mV
Freq: 417KHz
Slope: 86268.6