Alexis Vieiro

HOJA N° 1

FECHA

(1) Por Tabla el Mor = 7% es para $\beta = 49{,}75°$

Para un $ts = 0{,}1$ seg $\Rightarrow ts = \frac{4}{\xi \omega_n} = 0{,}1 \Rightarrow \xi \omega_n = 40 \frac{rad}{s}$

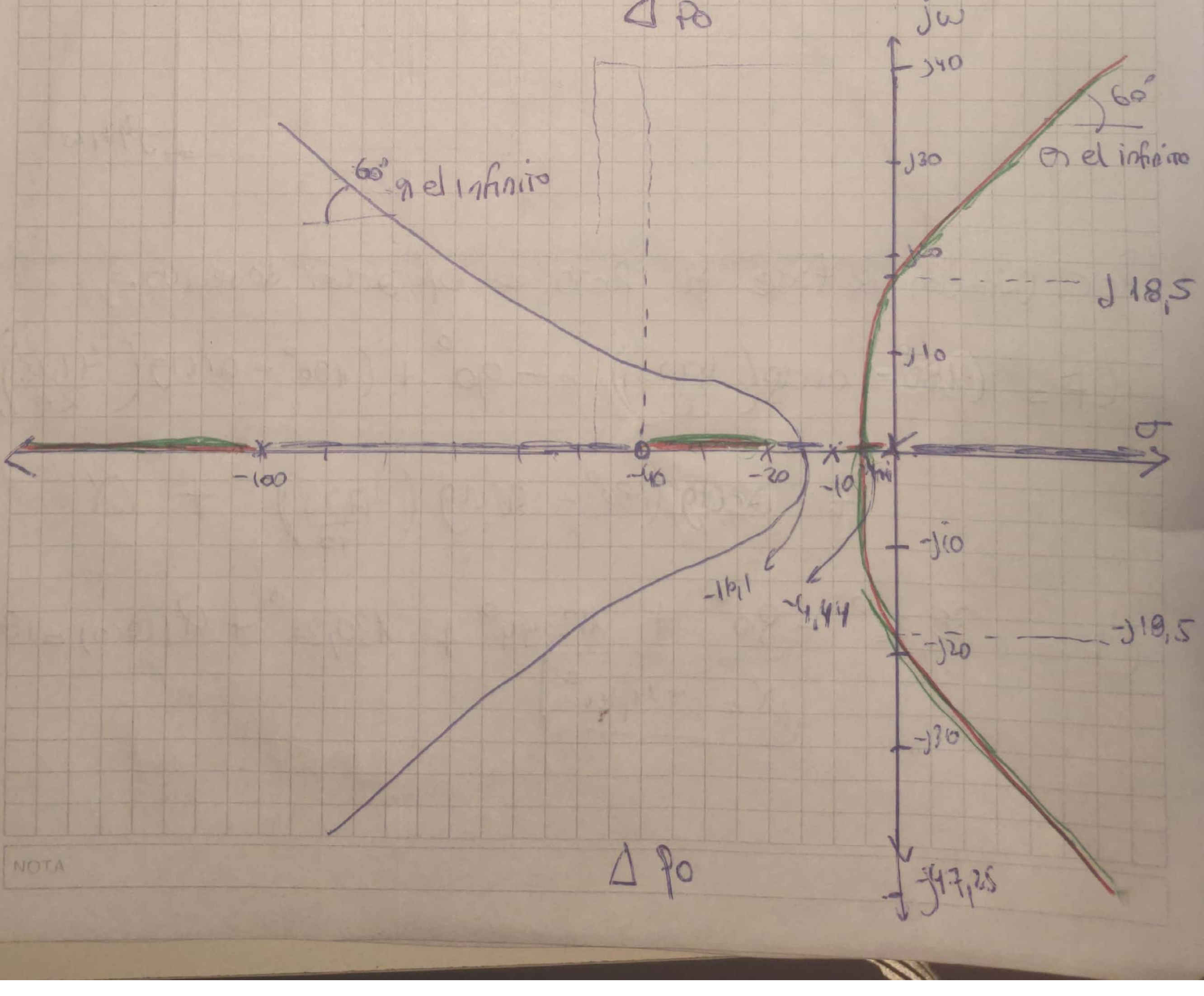
$Po = 40 \pm j\, 47{,}25$ para un $\beta = 49{,}75°$

$(tg\, \beta) = \frac{Im}{Re}$

Debido a que me pide error nulo al escalón, y la planta es de tipo 0, le voy a poner un PID, ya que agrega un polo en el origen, Así le subo de tipo y consigo error nulo al escalón.

El rlocus de $G * H \cdot \frac{1}{s}$ es el siguiente =

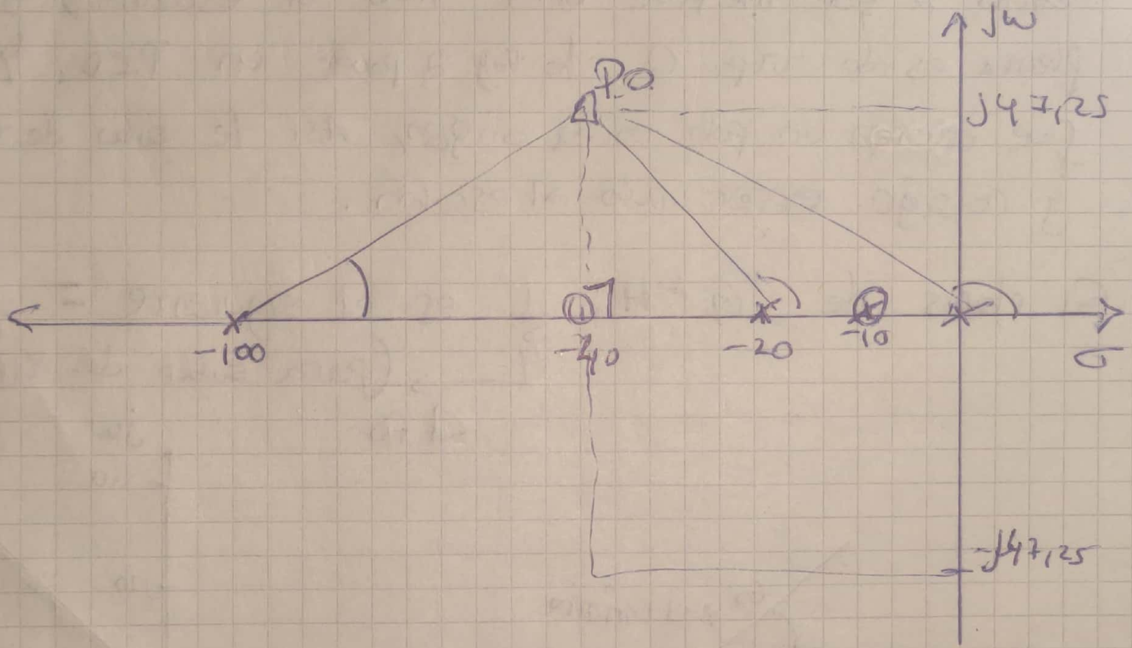
(para subir de tipo)



NOTA

Como se observa, el rlgar para las k positivas, se aleja del Punto de operación deseado.

El primer cero considero ponerlo en (−10) ~~para~~ ~~para~~ Ahí se encuentra un polo simple el cual es el mas cercano al eje jw y tiene mas dominancia. Los polos y ceros quedan:



Por condición de fase al punto de operación deseado:

$$CF = \arctan\left(\frac{47{,}25}{60}\right) - 90^\circ + \left(180^\circ - \arctan\left(\frac{47{,}25}{20}\right)\right)$$

$$+ \left(180^\circ - \arctan\left(\frac{47{,}25}{40}\right)\right) + \alpha$$

$$CF = 38{,}22^\circ - 90^\circ + 112{,}94^\circ + 130{,}25^\circ + \alpha(\text{cero}) = 180^\circ$$

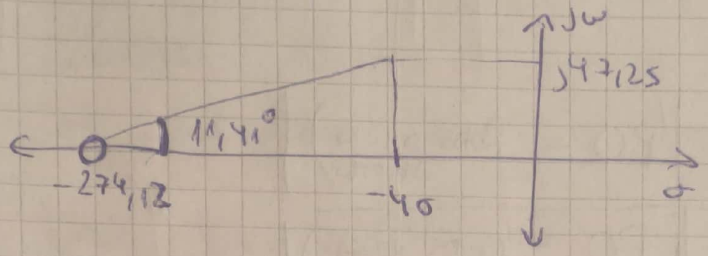
$$\boxed{\alpha = -11{,}41^\circ}$$

Alexes Vleiro

HOJA N° 2

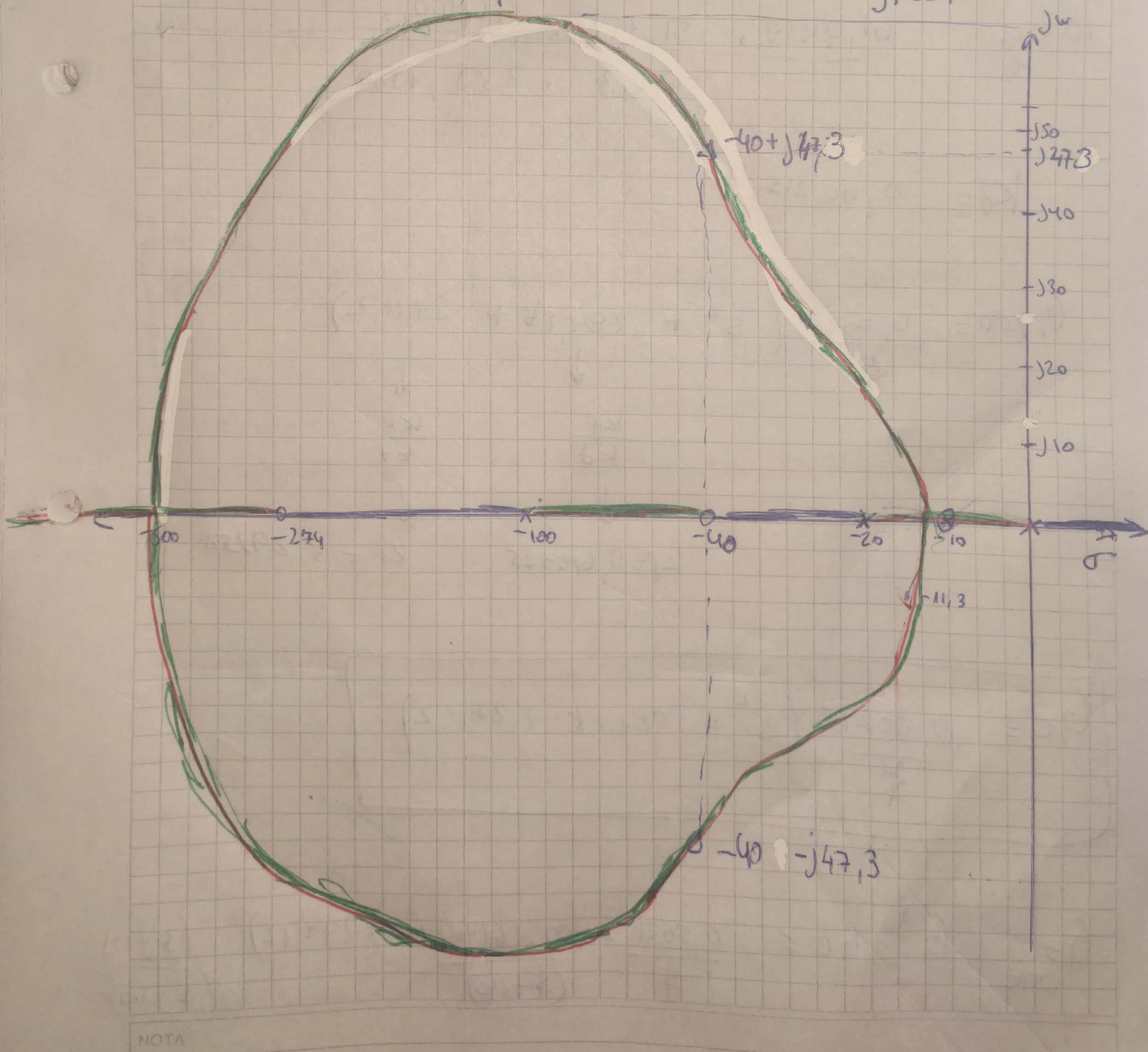
FECHA

Por lo tanto el cero lo ubico en -274,12.



$$tg(11,41^\circ) = \frac{47,25}{(274,12-40)}$$

El rlocus final queda =



NOTA

Resta calcular kd por CH

$$G_{PID} = \frac{kd}{s}\left(s^2 + \frac{kp}{kd}s + \frac{ki}{kd}\right)$$

$$100 \cdot 100 \cdot kd = CH = \frac{\pi\left|\left(PO - \text{Polos a lazo abierto}\right)\right|}{\pi\left|\left(PO - \text{ceros a lazo abierto}\right)\right|}$$

$$10000\,kd = \frac{61{,}9459 \cdot 51{,}3545 \cdot 76{,}402 \cdot}{47{,}3 \cdot 238{,}7326}$$

$$kd = 0{,}00215$$

$$G_{PID} = \frac{0{,}00215}{s}\left(s^2 + 284{,}1s + 2741{,}2\right)$$

$$284{,}1 \rightarrow \frac{kp}{kd} \rightarrow kp = 0{,}610815$$

$$2741{,}2 \rightarrow \frac{ki}{kd} \rightarrow ki = 5{,}89358$$

$$\boxed{G_C = \frac{0{,}00215}{s}\left(s^2 + 284{,}1s + 2741{,}2\right)}$$

$$G_{TOTAL} = G^* G_C = \frac{0{,}00215}{s} \cdot \frac{100 \cdot (s+40)(s+274{,}12)}{(s+20)} \cdot \frac{\cancel{(s+10)}}{\cancel{(s+10)}}$$

Alexis Vicero

HOJA N° 3

FECHA

(b) Debido a que solo tengo la ubicación de los polos complejos conjugados y a lazo abierto tengo 3 (el de (-10) se "canceló"), me falta la ubicación del tercer polo.

Dado que ~~ex~~ $(n-m)<2$ no puedo aplicar grant.

Para $K = 0{,}00215$ en MATLAB (rlocus) el tercer polo queda en $(-61{,}6)$

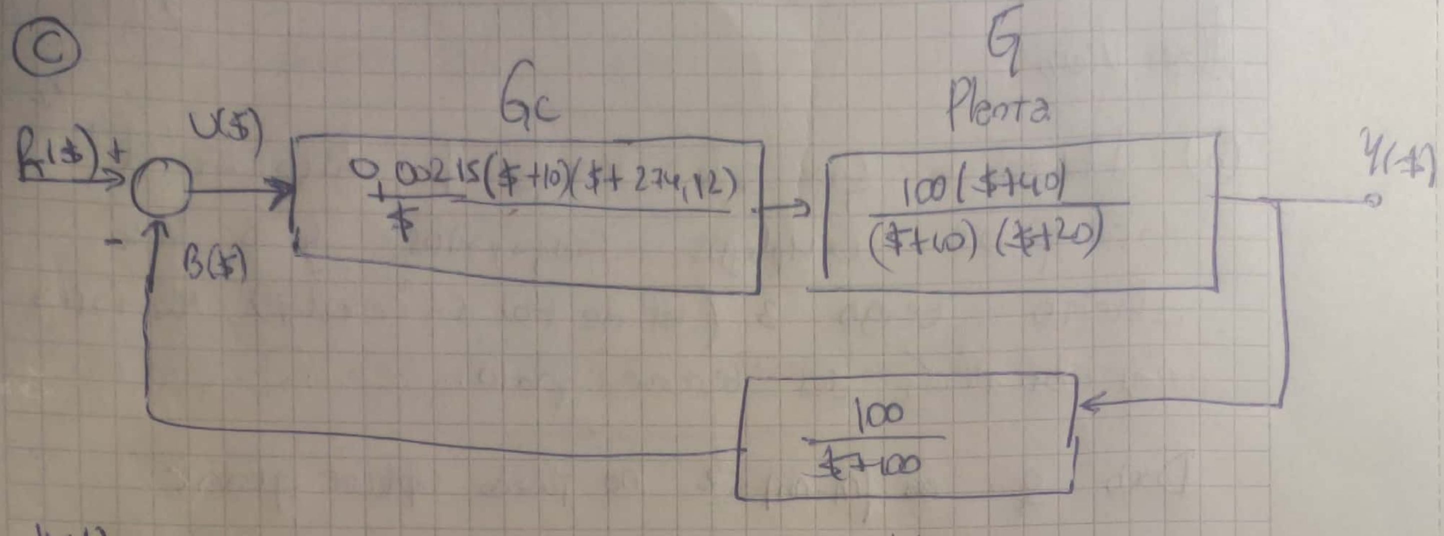
Por lo tanto $M = \dfrac{NUM\ G_{TOTAL} \cdot Den\ H}{\prod_{i=1}^{3}(s-P_i)_{\text{LAZO cerrado}}}$

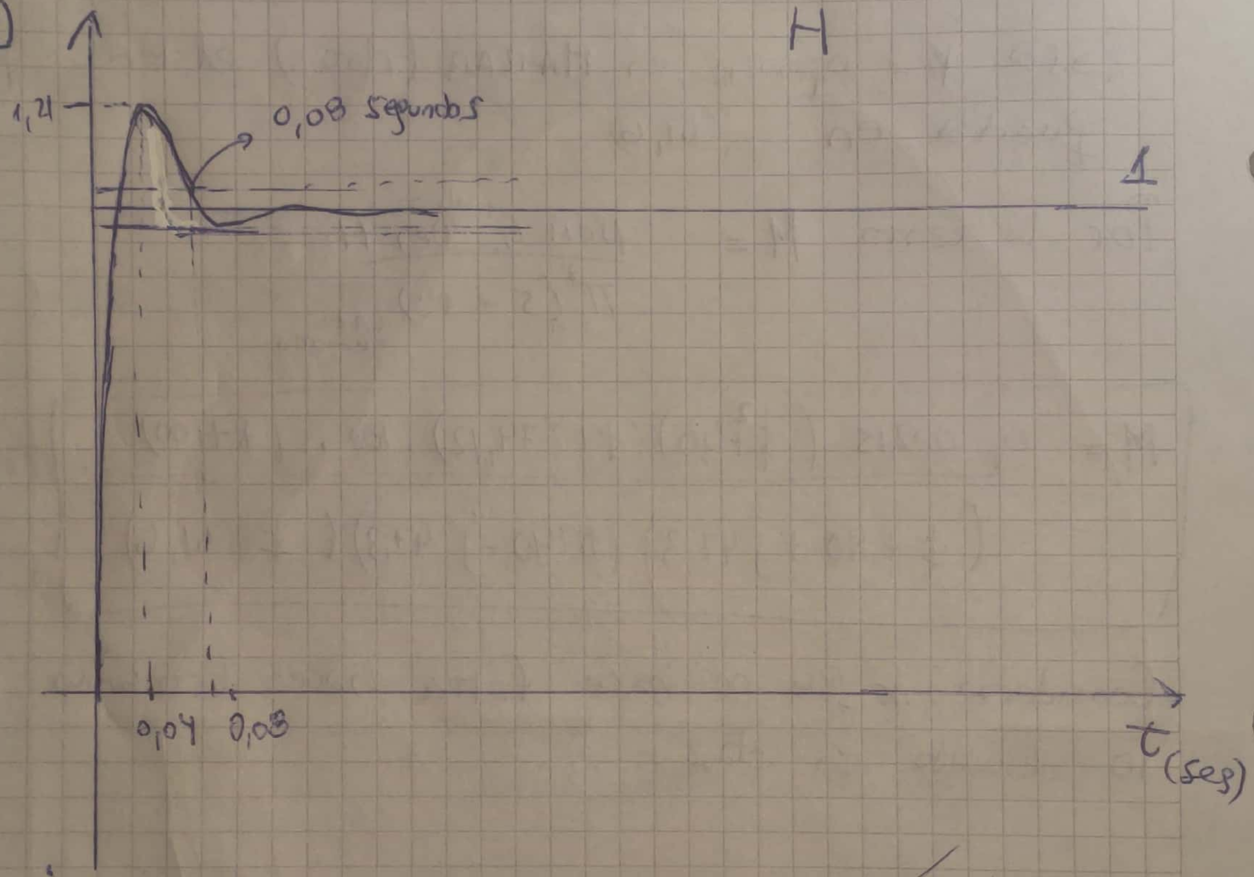
$$\boxed{M = \frac{0{,}00215\,(s+40)(s+274{,}12)\cdot 100\cdot(s+100)}{(s+40+j\,47{,}3)(s+40-j\,47{,}3)(s+61{,}6)}}$$

Considero ~~no~~ que no hace falta hacer distributiva por lo discutido en clase.

NOTA

(c)





- Sigue al escalón perfectamente

- El ts es de 0,08 seg $\leq$ 0,1 seg

- El Mor $\cong$ 20% por lo que no cumple. > 7%. Esto se debe a los ceros que me quedaron en el más cerca del punto de operación, produciendo un

HOJA N° 4

FECHA

Alexis Vicario

"Sobre Impulso" en el tiempo. (tengo un cero en -40, que es justo la parte real de mis complejos conjugados buscados).

Alexis Ucero

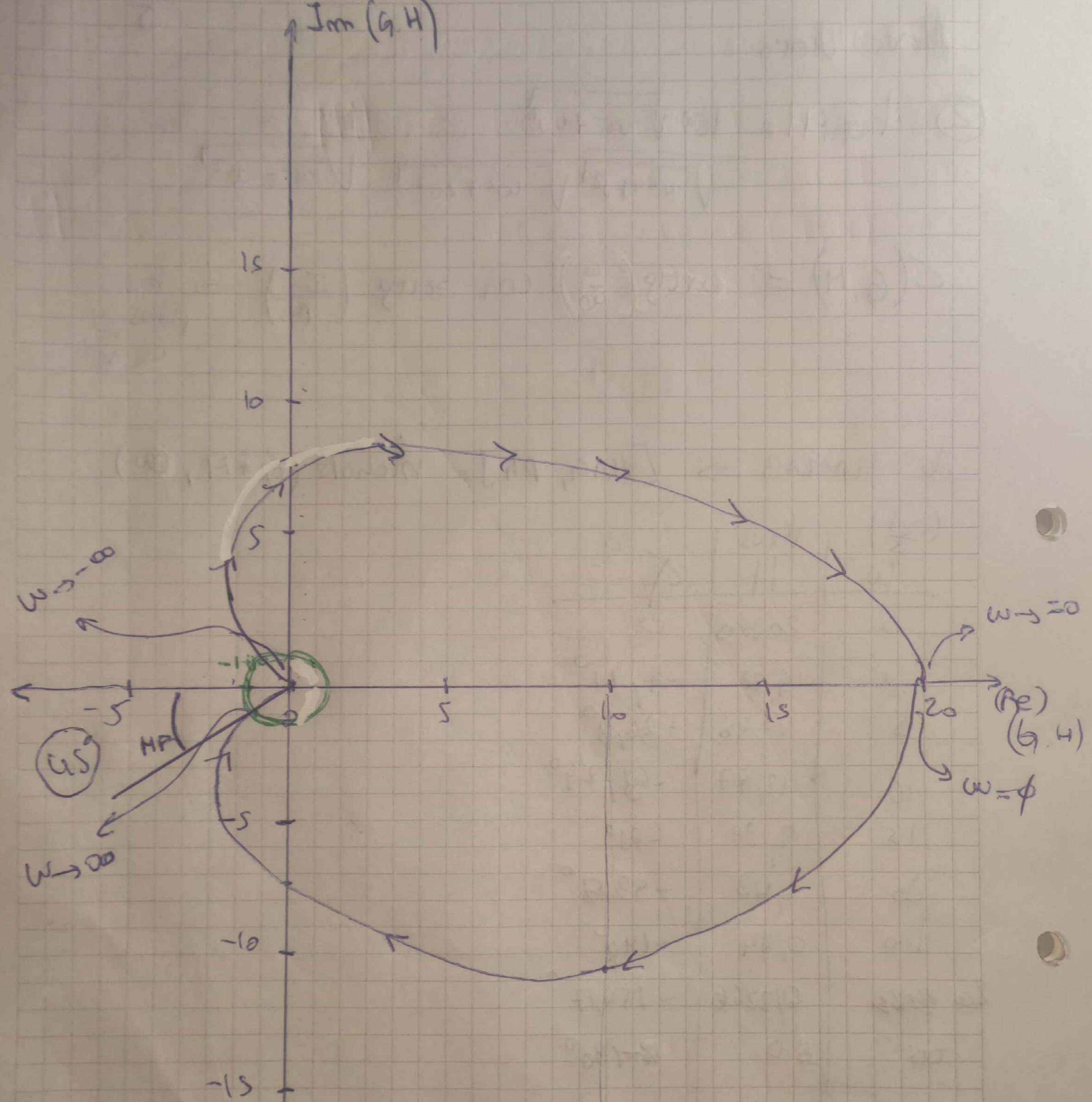
HOJA N 5

② $|G.H| = \dfrac{100\sqrt{w^2+40^2}}{\sqrt{w^2+10^2}\sqrt{w^2+20^2}} \cdot \dfrac{100}{\sqrt{w^2+100^2}}$

$\angle(G.H) =$ con arctg $\left(\frac{Im}{Re}\right)$ de los polos y ceros

de MATLAB $\Rightarrow$ [MAG, ph] = nichols (G*H, w)

(rad/s) ω	Veces ||	∢ °
0	20 veces	0
1	19,88	−7,71°
5	17,46	−36,3°
10	12,97	−63,24°
15	9,37	−81°
20	6,93	−93,18°
100	0,74	−140°
200	0,2266	−156,17°
∞	0	−180°
8,6	$\underbrace{14,19}_{23dB}$	−56,74°



El MG es ∞ (dB) ya que la fase nunca alcanza los -180°, o mejor dicho, lo alcanza cuando ω→∞ y la ganancia es 0 (veces) → $\frac{1}{0} = \infty$ dB de MG.

Alexis Vlerco

HOJA N° 6

FECHA

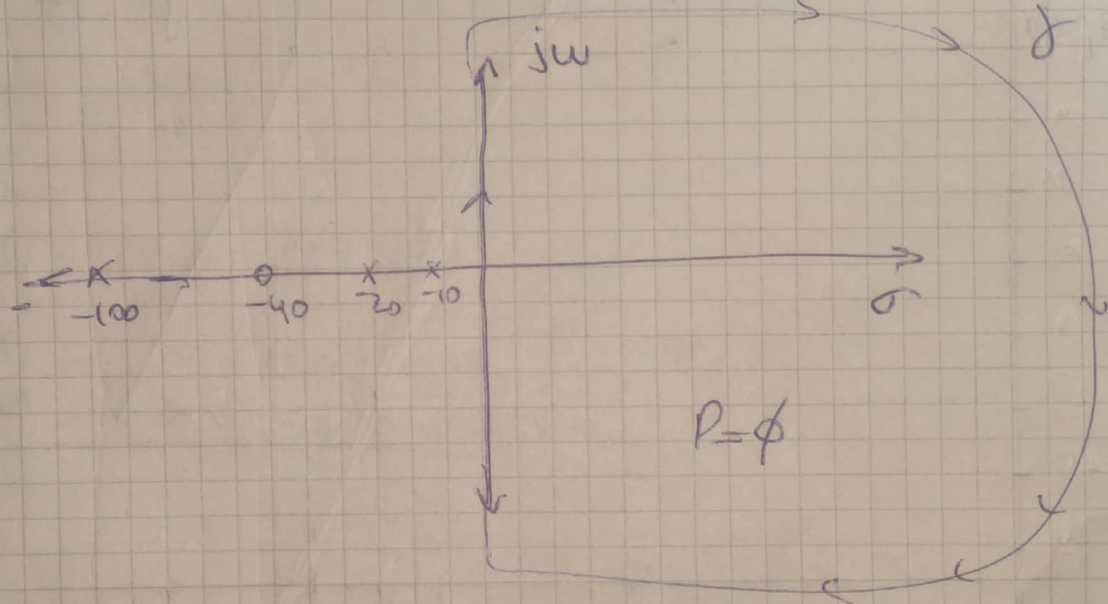
Para el MF ~~se~~ trazo una circunferencia de radio unitario, que pasa por el punto $(-1+j0)$

Me fijo en la intersección con el Nyquist y miro cuanta fase me falta hasta $(-180°)$.

que es $45,1° = MF$

Por lo que sería estable.

Según el criterio de Nyquist =



P=∅ porque no encierro ningún polo en γ del plano s.

N=∅ porque no doy ninguna vuelta alrededor del punto crítico $-1+j\varnothing$ en el plano GH (Nyquist)

$$N = Z - P$$

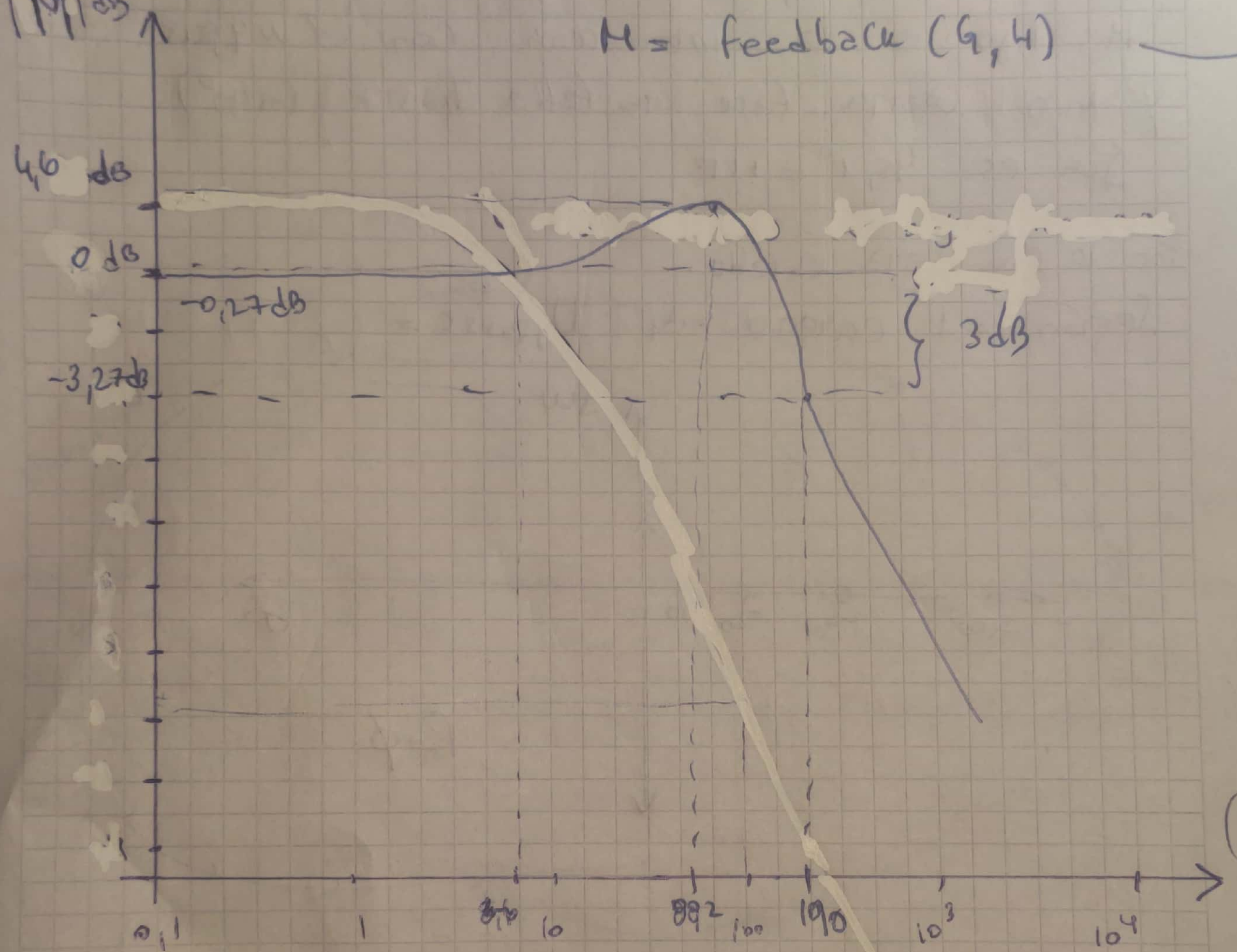
$$Z = P + N = \varnothing$$

$\boxed{Z=0}$ → es estable por el criterio de estabilidad de Nyquist.

$$\boxed{\begin{array}{l} MF = 45° \\ MG = \infty \text{ dB} \end{array}}$$

y grafico $|M|(\omega) = \dfrac{100s^2 + 14000s + 400.000}{s^3 + 130s^2 + 13200s + 420.000}$

$M = \text{feedback}(G, 4)$



Según el grafico de bode el ancho de banda es Aproximadamente 190 rad/s

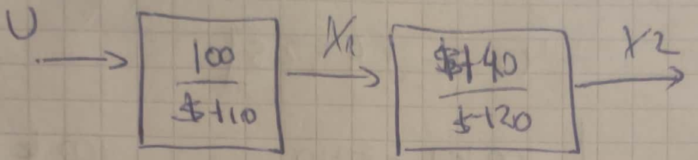
dado que a esa frecuencia tengo ~~2,6 dB - 3 dB = 2,3 dB~~

$-0,27 - 3 = -3,27 \text{ dB}$

$\boxed{BW = 190 \ \frac{rad}{s}}$

Alexis Vieco

3) a) $G = \dfrac{100(s+40)}{(s+10)(s+20)}$



$$\boxed{\dot{x}_1 = 100u - 10x_1}$$

$$x_1 \cdot \left(\frac{s+40}{s+20}\right) = x_2$$

$$\dot{x}_1 + 40x_1 = \dot{x}_2 + 20x_2$$

$$\boxed{\begin{aligned} \dot{x}_2 &= \dot{x}_1 + 40x_1 - 20x_2 \\ \dot{x}_2 &= 30x_1 - 20x_2 + 100u \end{aligned}}$$

$$y = x_2$$

$$A = \begin{bmatrix} -10 & 0 \\ 30 & -20 \end{bmatrix} \qquad B = \begin{bmatrix} 100 \\ 100 \end{bmatrix}$$

$$Co = [B \quad A*B] = \begin{bmatrix} 100 & -1000 \\ 100 & +1000 \end{bmatrix}$$

rango de Co = 2, por lo tanto según el test de Kalman, es controlable.

Al igual que en el punto 1, ~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~ el punto de operación lo fuiero en $-40 \pm j\,47{,}25$

$$J = [-40 - j\,47{,}25 \quad -40 + j\,47{,}25]$$

$$[\$ \cdot I - (A - B * K)] = \begin{vmatrix} 100k_1 + \$ + 10 & 100k_2 \\ 100k_1 - 30 & 100k_2 + \$ + 20 \end{vmatrix}$$

Su determinante $= s^2 + \$(30 + 100k_1 + 100k_2) + (200 + 4000k_2 + 2000k_1)$

que tiene que ser igual a $s^2 + 80\$ + 3832{,}5$

$$\left.\begin{aligned} 30 + k_1 \cdot 100 + 100k_2 &= 80 \\ 200 + 4000k_2 + 2000k_1 &= 3832{,}5 \end{aligned}\right\} \quad \boxed{\begin{aligned} k_1 &= -0{,}8163 \\ k_2 &= 1{,}3163 \end{aligned}}$$

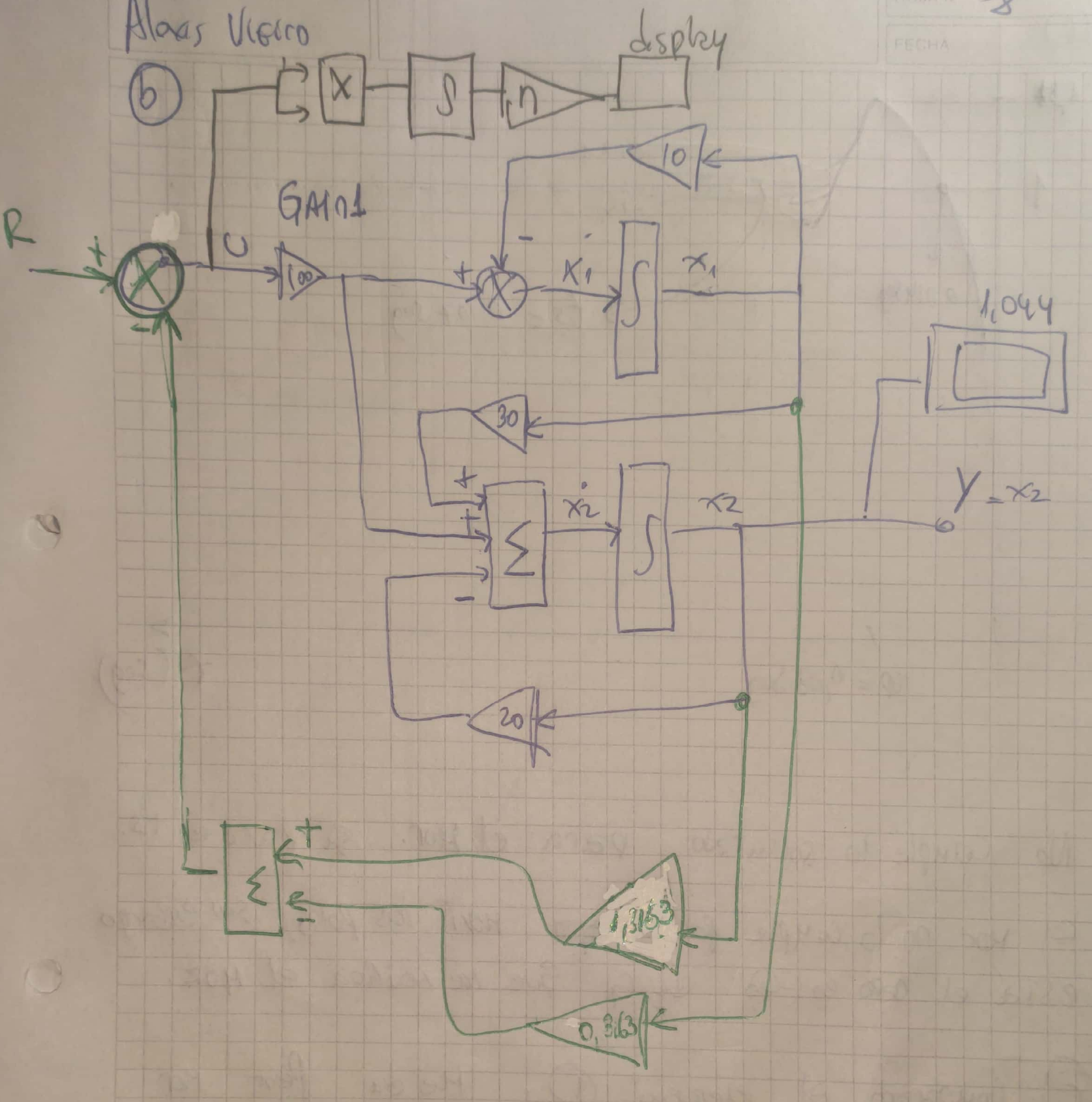
NOTA

Alvaro Viciero

HOJA Nº 8

FECHA

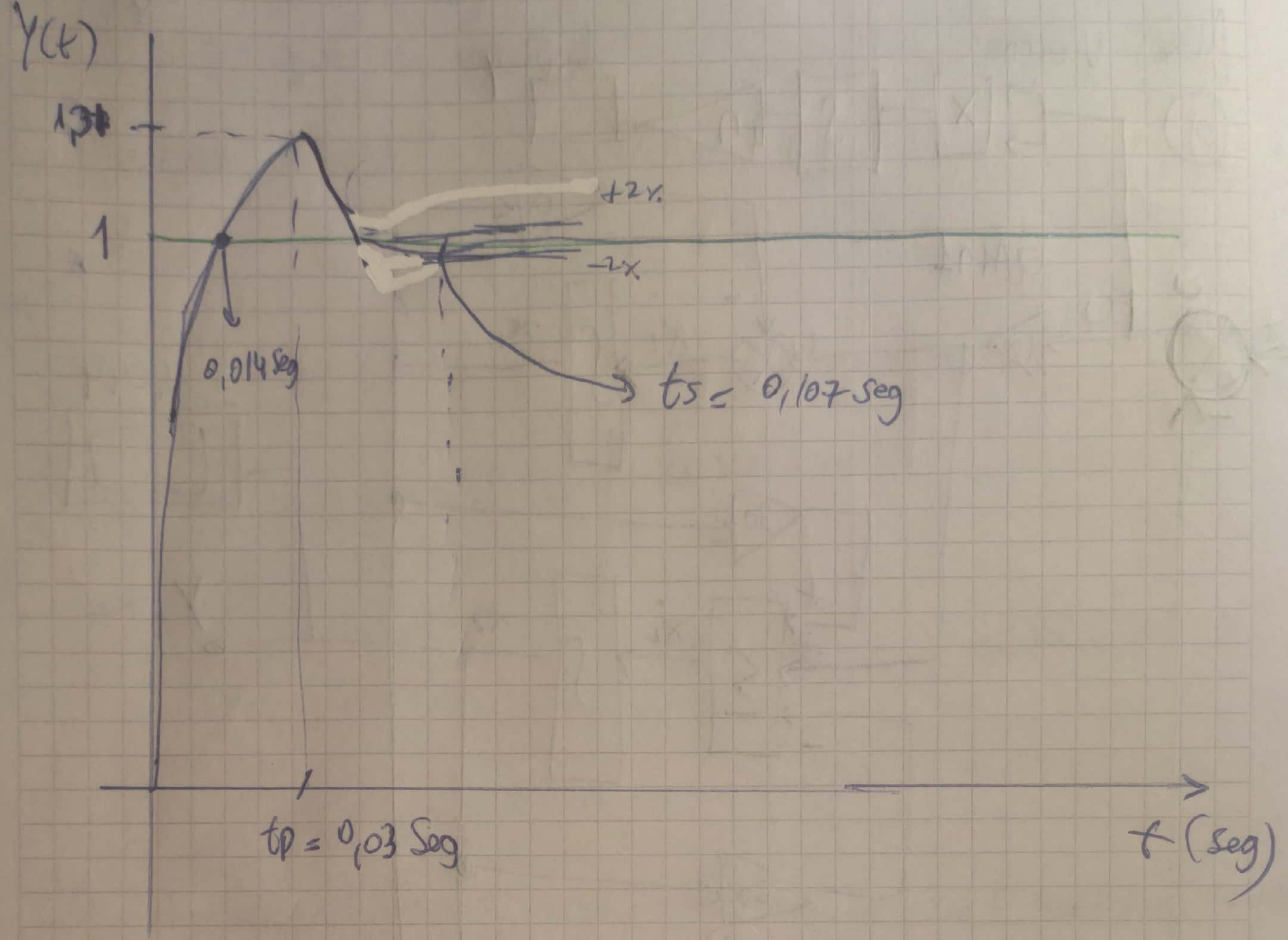
(b)



Para corregir el error en $t \to \infty$, leo en el display 1,044, por lo que ajusto la ganancia GAin1 a $\frac{100}{1,044} = 95,785$ y k1, k2 a $-0,8163 \cdot 1,094$ y

$1,3163 \cdot 1,044 \longrightarrow$ $k_1 = -0,8522$
$k_2 = 1,3742$

NOTA



No cumple lo solicitado para el Mor. Si para el ts.

El Mor no lo cumple porque yo moví los polos, sin embargo está el cero en (-40) de G que me modifica el MOR.

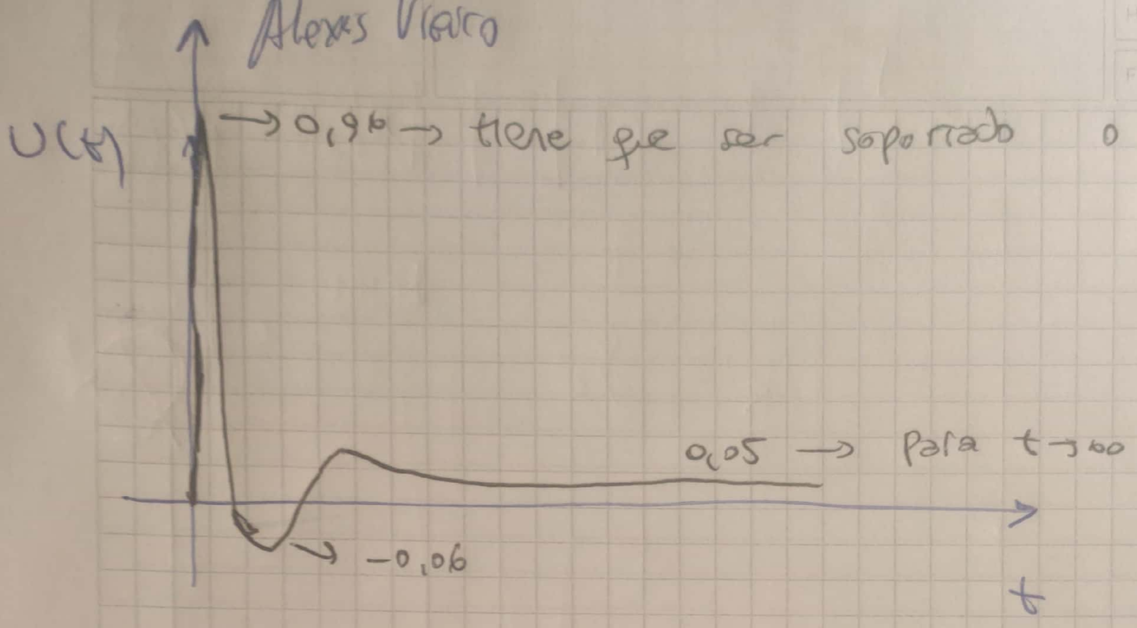
(c) Comparando al ejercicio (1), me da peor Mor y un ts similar. Habría que ver el costo del PID para compararlo.

El costo de control se calcula según lo indicado en NEGRO en el diagrama de bloques. El n sería una constante de señal-costo. Depende de esto (señal fuerza de control) ~~ya/sea~~ al cuadrado e integrado.

Alexis Vieira

HOJA Nº 9

FECHA



~~Perfecto~~

NOTA