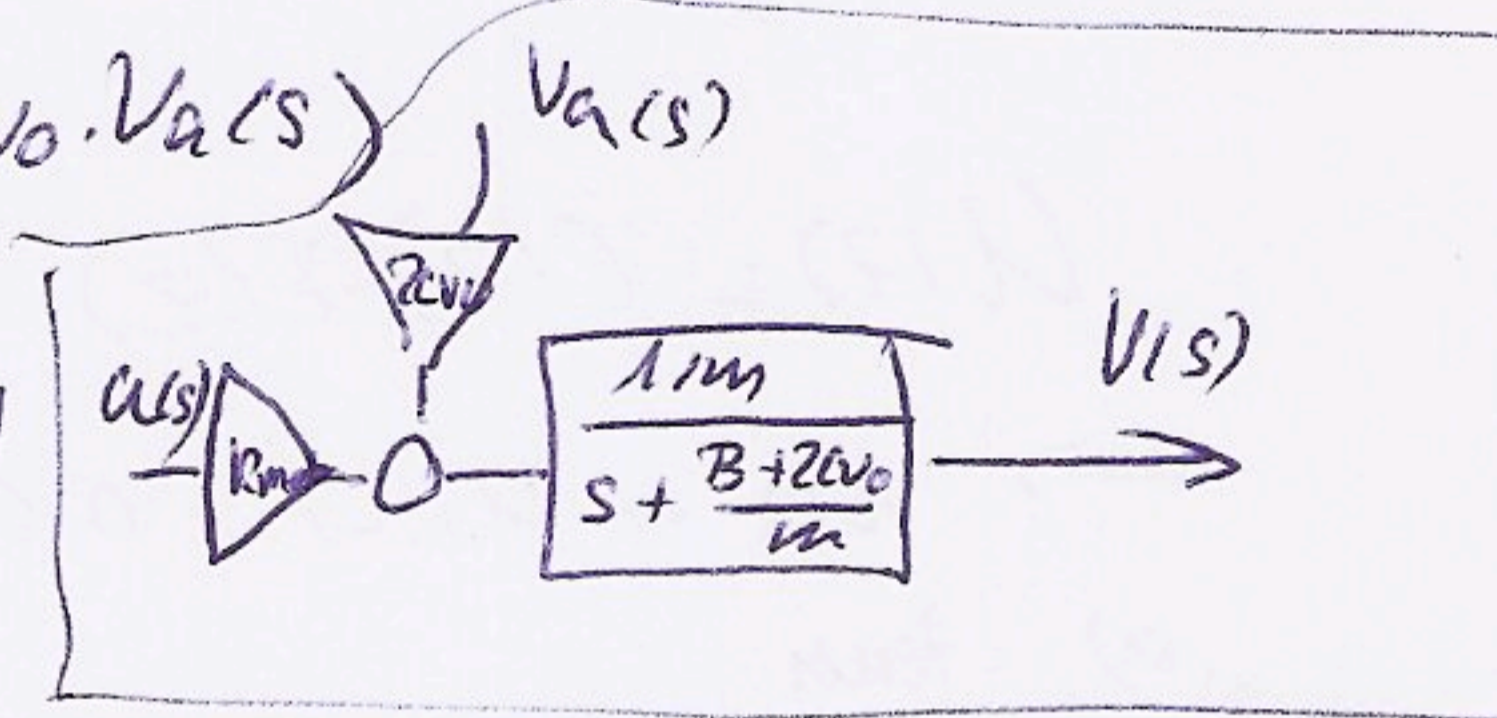


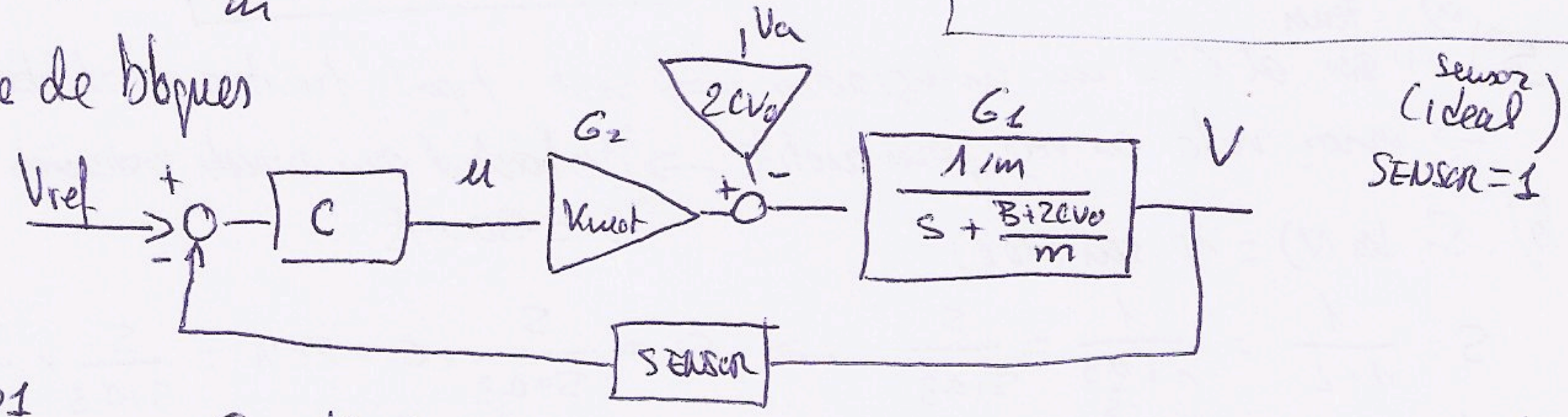
1) Equilibrio $\frac{d}{dt} \equiv 0 \rightarrow 0 = -B \cdot V_0 - \frac{1}{2} \rho A C_D \cdot [v_0 + V_{a0}]^2 + F_{mot}$
 $\rightarrow 0 = -50 \cdot 50 - 0.5 \times [50 + 0]^2 + K_{mot} u_0 \rightarrow$
Linealización $\rightarrow \boxed{u_0 = 3.75 V}$

Si llamamos al término no lineal $f(V, V_a) := \frac{1}{2} \rho A C_D \cdot [v + V_a]^2 = C \cdot [v + V_a]^2$
 $\rightarrow f(V, V_a) = f(V_0, V_{a0}) + \frac{\partial f}{\partial v} \Big|_0 \cdot \Delta v + \frac{\partial f}{\partial V_a} \Big|_0 \cdot \Delta V_a$
 $\frac{\partial f}{\partial v} \Big|_0 = 2 \cdot C \cdot (V_0 + V_{a0}) = 2C V_0 = 50$
 $\frac{\partial f}{\partial V_a} \Big|_0 = 2 \cdot C \cdot (V_0 + V_{a0}) = 2C V_0 = 50$
se cancela con los otros elementos en pto equilibrio
 $m \cdot \Delta \dot{v} = -B \cdot \Delta v - 2C V_0 \cdot \Delta v - 2C V_0 \cdot \Delta V_a + K_{mot} \Delta u$

$m \cdot s \cdot V(s) + (B + 2C V_0) \cdot V(s) = K_{mot} U(s) - 2C V_0 \cdot V_a(s)$
 $V(s) = \frac{1/m}{s + \frac{B + 2C V_0}{m}} \cdot [K_{mot} U(s) - 2C V_0 V_a(s)]$

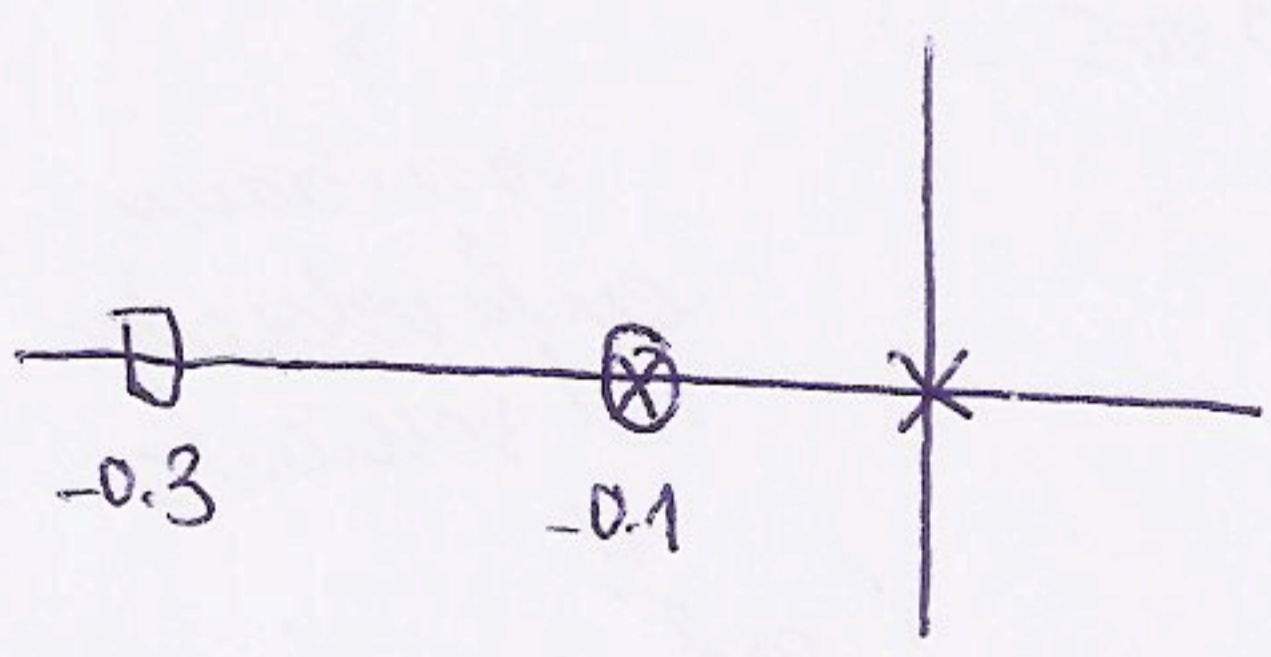


2) Diagrama de bloques



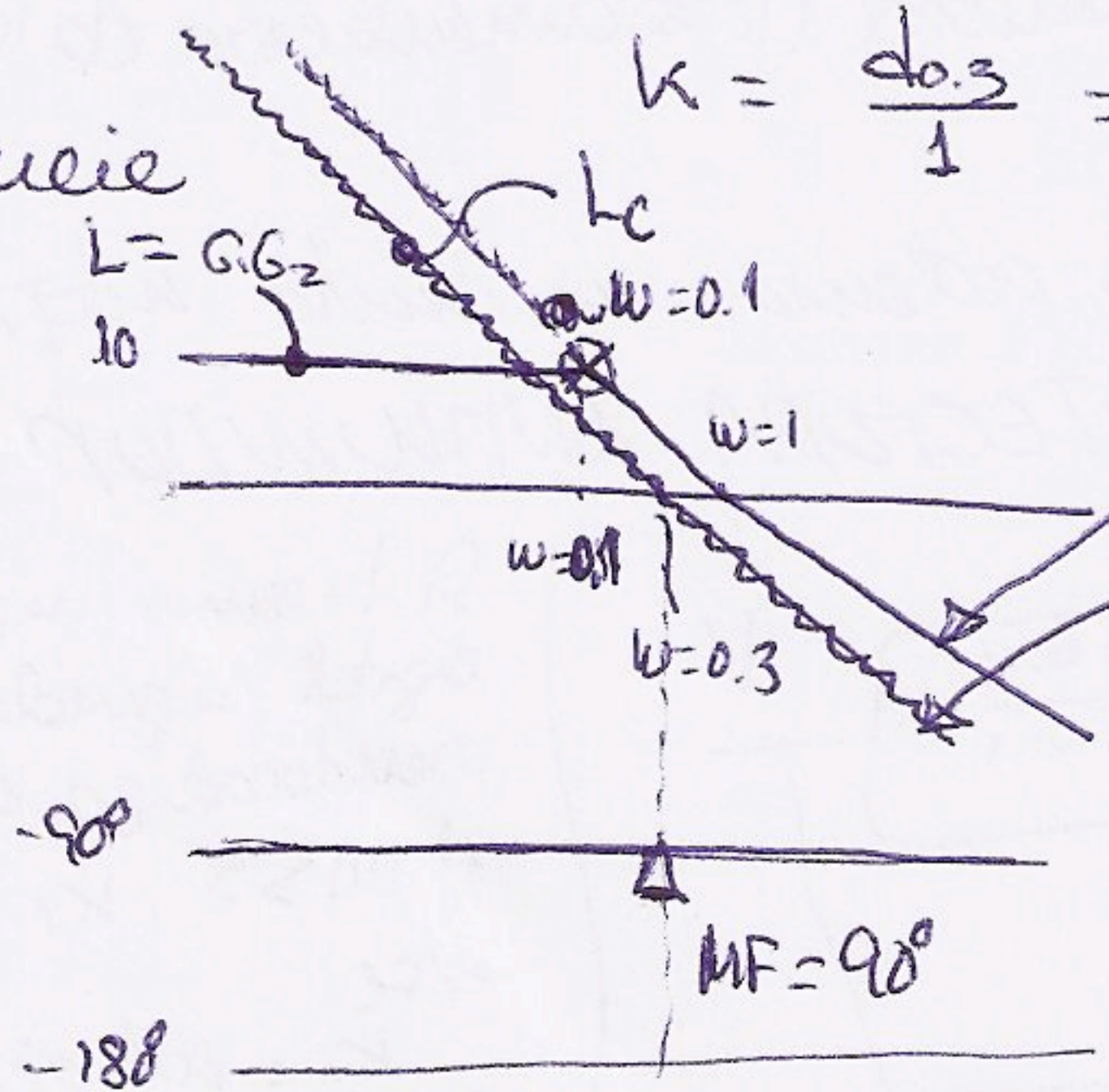
$G_1 = \frac{0.001}{s + 0.1}$, $G_2 = K_{mot} = 1000 \rightarrow L(s) = C(s) \cdot G_1 \cdot G_2 = C(s) \cdot \frac{1}{s + 0.1}$

Juego de las Raíces



$1 + C(s) \cdot L(s) = 0$
 $1 + k \cdot \frac{s+0.1}{s} \cdot \frac{1}{s+0.1} = 0$
 $1 + k \cdot \frac{1}{s} = 0 \rightarrow \text{para que } s = -0.3 \Rightarrow k = 0.3$
 \downarrow ~~crit~~ *crit* ~~en~~ *en* ~~el~~ *el* ~~modulo~~ *modulo*

En frecuencia



$L(s) = G_1(s) G_2(s) = \frac{1}{s + 0.1}$ *funcion base sin compensacion*
 $L_c(s) = C(s) \cdot G_1(s) G_2(s) = 0.3 \times \frac{s+0.1}{s} \times \frac{1}{s+0.1} = \frac{0.3}{s}$

A) El ancho de banda del sistema realimentado es aprox $\omega_{cg} = 0.3 \frac{\text{rads}}{\text{s}}$

Una elección posible es $\omega_m = 40 \times \omega_{cg} = 40 \times 0.3 = 12 \text{ rads/s}$

$$\rightarrow T_m = \frac{2\pi}{\omega_m} = \frac{6.3}{12} \approx 0.5$$

(Sale un poco más, pero dejando la cifra redonda de $T_m = 0.5$ ortamos del lado de la seguridad (+ frec. muestreo))

La consecuencia es que el MF tiene una pérdida de algo menos de 4.5° , menos del 5% del actual MF (90°)
 \rightarrow casi no se notarían diferencias

Aprox. de Euler (tustin sería mejor aún): $s \approx \frac{1-z^{-1}}{T_m}$

$$C(s) = 0.3 \times \frac{s+1}{s} \rightarrow C(z) = 0.3 \frac{\frac{1-z^{-1}}{T_m} + 1}{\frac{1-z^{-1}}{T_m}} = 0.3 \times \frac{1-z^{-1} + T_m}{1-z^{-1}} = 0.3 \frac{1.5-z^{-1}}{1-z^{-1}}$$

$$U(z) = C(z)E(z) \rightarrow U(z) = 0.3 \times \frac{1.5-z^{-1}}{1-z^{-1}} \rightarrow (1-z^{-1})U(z) = (0.45 - 0.3z^{-1})E(z) \rightarrow$$

$$\rightarrow U_k - U_{k-1} = 0.45E_k - 0.3E_{k-1} \rightarrow U_k = U_{k-1} + 0.45E_k - 0.3E_{k-1}$$

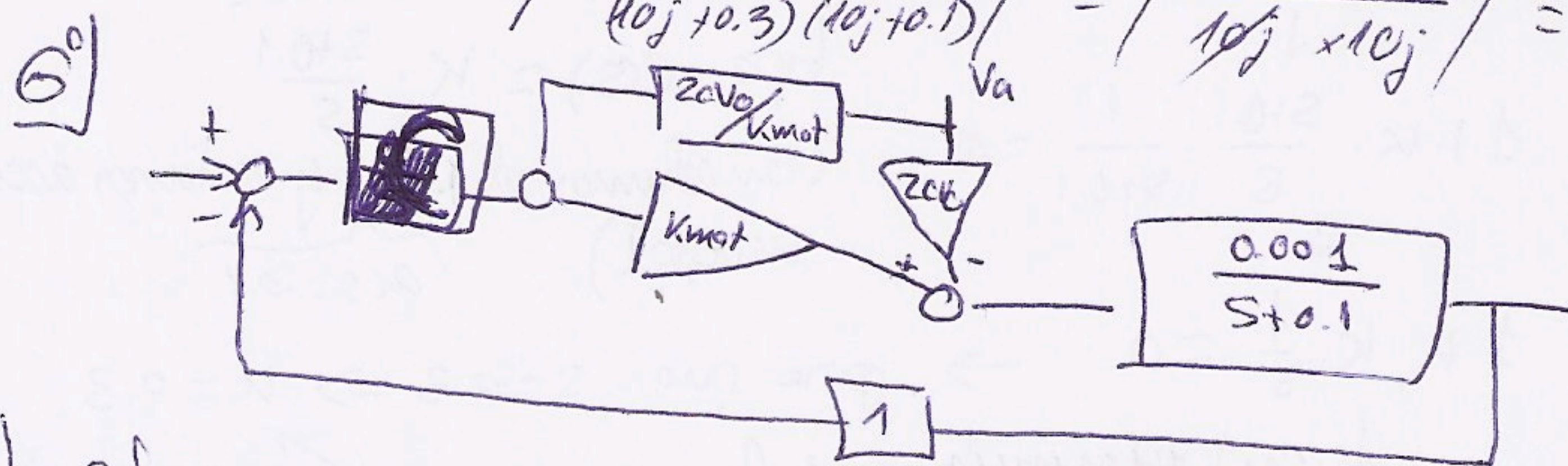
5) Al ~~ser~~ tener el C(s) un integrador \rightarrow sist tipo 1 frente a perturbaciones \rightarrow
 \rightarrow error nulo en reg. permanente \rightarrow Velocidad con viento sostenido $V_a = 5 \text{ m/s}$ sea $V = 50 \text{ m/s}$

b) Si $V_a(t) = 10 \cdot \text{sen}(10t)$

$$S = \frac{1}{1+L} = \frac{1}{1+\frac{0.3}{s}} = \frac{s}{s+0.3} \rightarrow S_i = \frac{s}{s+0.3} \times G_1 \times ZCV_0 = \frac{s}{s+0.3} \times \frac{0.001}{s+0.1} \times 50$$

$$| \text{Variaciones en } V | = | \text{Variaciones en } V_a | \times | S_i(j \cdot 10) | = 10 \times 0.005 = 0.05 \text{ m/s}$$

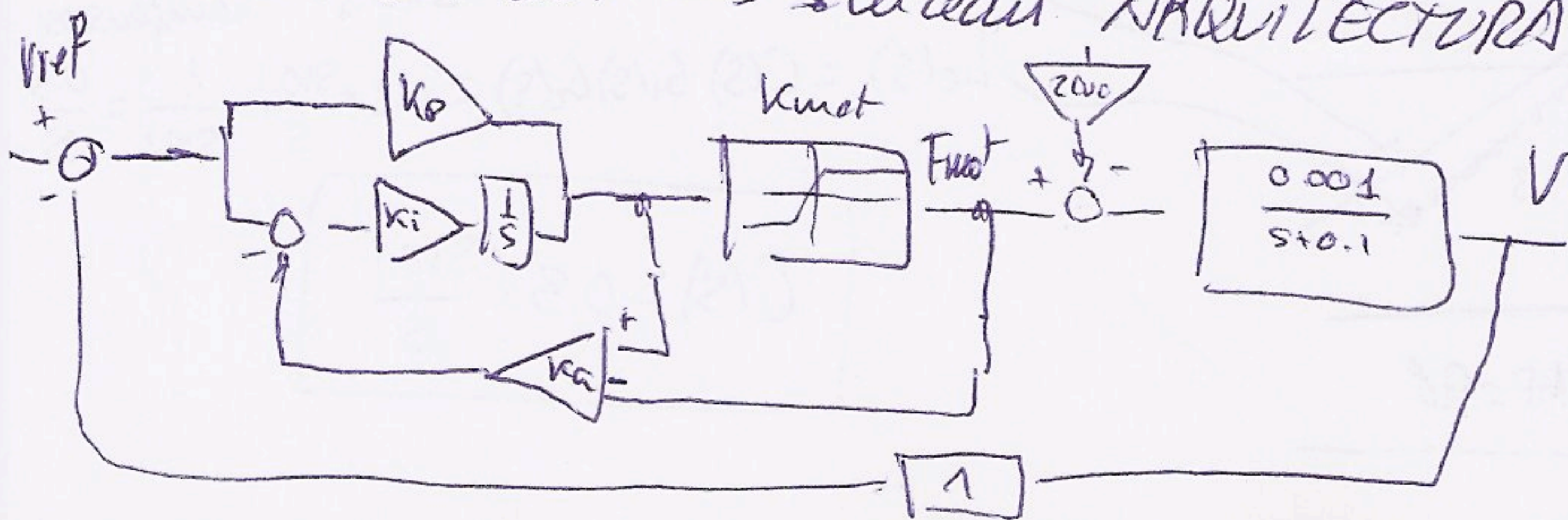
$$| S_i(j \cdot 10) | = \left| \frac{10j \times 0.001 \times 50}{(10j+0.3)(10j+0.1)} \right| \approx \left| \frac{10j \times 0.05}{10j \times 10j} \right| = 0.005$$



variaci3n en la velocidad del veh3culo
 (salen casi despreciables)

La soluci3n es una compensaci3n feedforward (prealimentaci3n de la perturbaci3n)

7) Al haber saturaci3n en el actuador y adem3s un control integral puede haber WINDUP \rightarrow Soluci3n ARQUITECTURA ANTIWINDUP



Si hacemos implementaci3n digital se puede hacer con pseudoc3digo algo similar:
 if $|u| > 5$, $K_i = 0$ (no integrar)
 else
 $K_i = \text{valor de dise\~no}$
 end