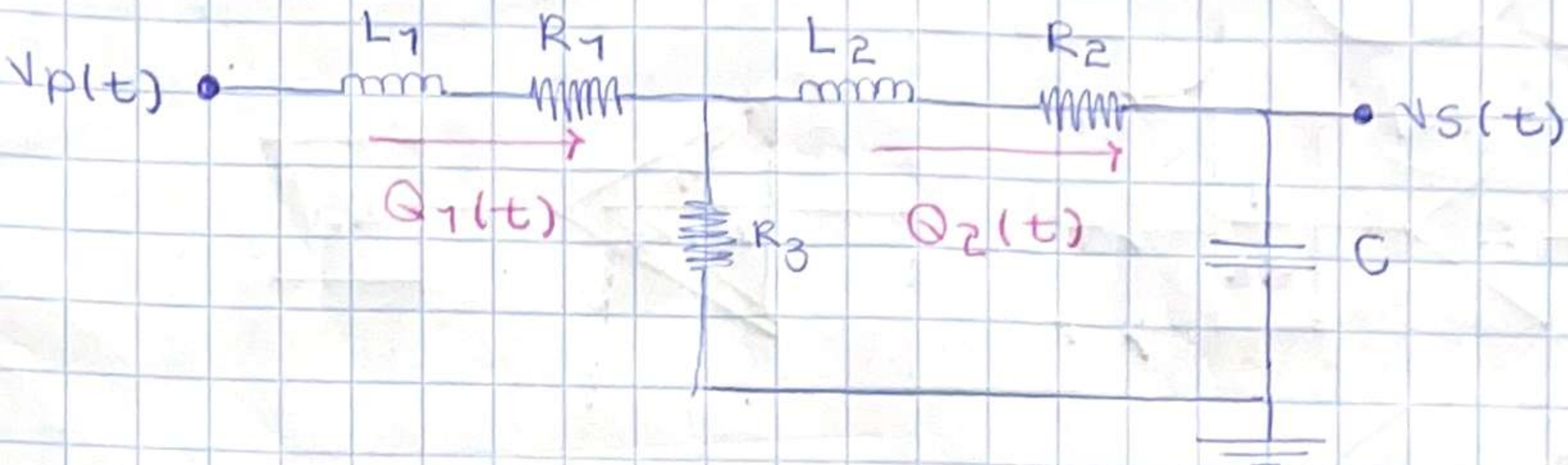
SISTEMA GASTROINTESTINAL



Ecuaciones principales

* $V_p(t) = L_1 \frac{dQ_1(t)}{dt} + R_1 Q_1(t) + R_3\left[Q_1(t) - Q_2(t)\right]$

* $R_3\left[Q_1(t) - Q_2(t)\right] = L_2 \frac{dQ_2(t)}{dt} + R_2 Q_2(t) + \frac{1}{C}\int Q_2(t)$

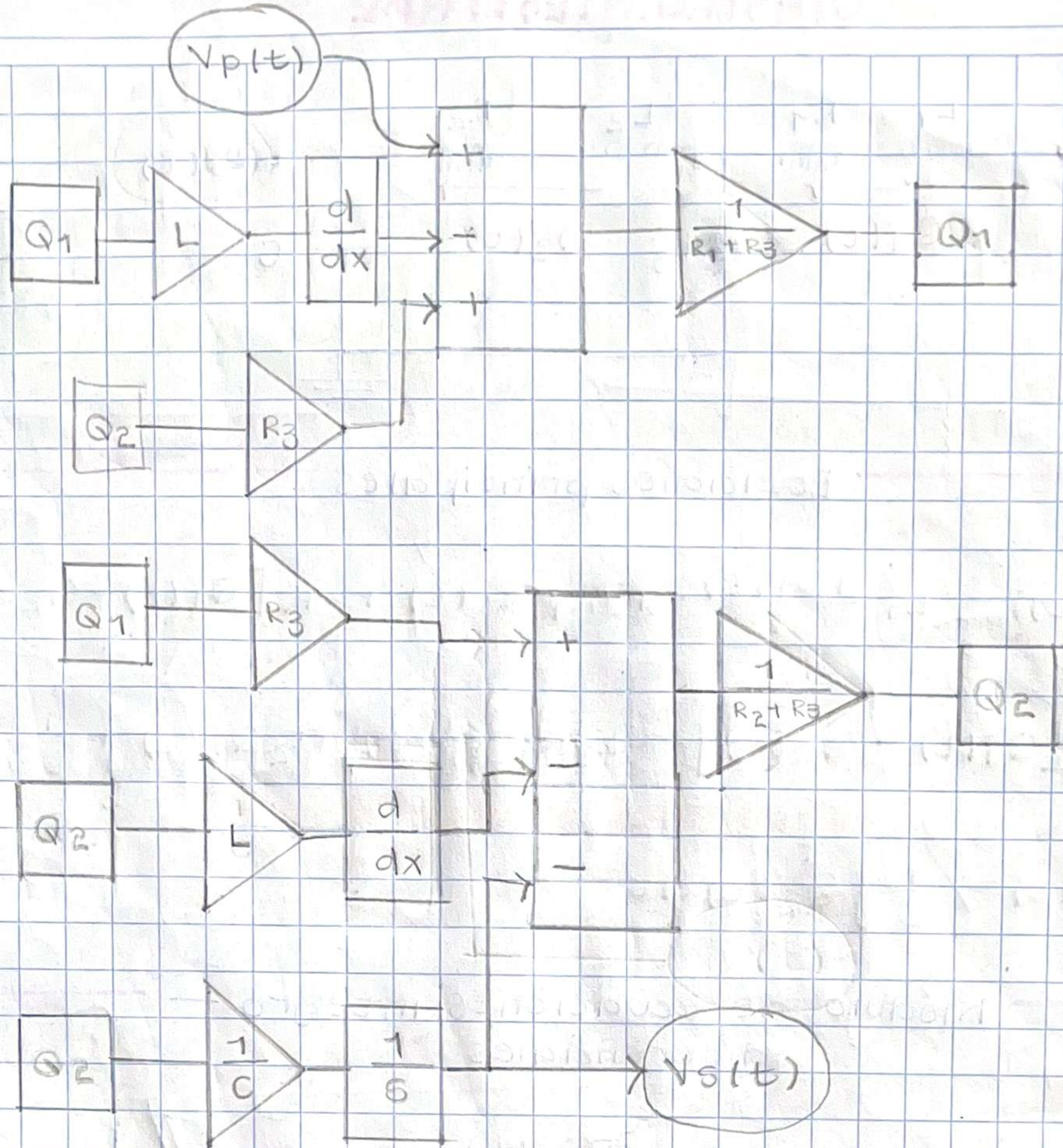
* $V_s(t) = \frac{1}{C}\int Q_2(t)\,dt$

Módulo de ecuaciones integro — diferenciales

$$Q_1(t) = \left[V_p(t) - L_1 \frac{dQ_1(t)}{dt} + R_3 Q_2(t)\right]\left[\frac{1}{R_1 + R_3}\right]$$

$$Q_2(t) = \left[R_3 Q_1(t) - L_2 \frac{dQ_2(t)}{dt} - \frac{1}{C}\int Q_2(t)\right]\left[\frac{1}{R_2 + R_3}\right]$$

$$V_s(t) = \frac{1}{C}\int Q_2(t)\,dt$$



Vp(t)
Q1
L
d/dx
+
+
+
1/(R1+R3)
Q1
Q2
R3
Q1
R3
+
1/(R2+R3)
Q2
Q2
L
d/dx
−
−
Q2
1/C
1/s
Vs(t)

Transformada de Laplace

* $V_p(s) = L_1 s\,[Q_1(s)] + R_1 Q_1(s) + R_3[Q_1(s) - Q_2(s)]$

* $R_3[Q_1(s) - Q_2(s)] = L_2 s\,[Q_2(s)] + R_2 Q_2(s) + \dfrac{Q_2(s)}{Cs}$

* $V_s(s) = \dfrac{Q_2(s)}{Cs}$

Procedimiento algebraico

$$V_p(s) = (L_1 s + R_1 + R_3)\,Q_1(s) - (R_3)\,Q_2(s)$$

$$R_3 Q_1(s) - R_3 Q_2(s) = \frac{Q_2(s)}{Cs} + L_2 s\,[Q_2(s)] + R_2 Q_2(s)$$

$$R_3 Q_1(s) = \frac{Q_2(s)}{Cs} + L_2 s\,[Q_2(s)] + R_2 Q_2(s) + R_3 Q_2(s)$$

$$Q_1(s) = \left[\frac{1 + L_2 s Cs + R_2 Cs + R_3 Cs}{R_3 Cs}\right] Q_2(s)$$

$$Q_1(s) = \left[\frac{1 + L_2 s Cs + R_2 Cs}{R_3 Cs} + 1\right] Q_2(s)$$

//

$$V_p(s) = \left[\frac{[L_1 S + R_1 + R_3]}{1} \frac{[1 + L_2 S C S + R_2 C S + R_3 C S]}{R_3 C S} \right] Q_2(s)$$

$$- (R_3) Q_2(s)$$

$$V_p(s) = \left[\frac{[L_1 S + R_1 + R_3][1 + L_2 S C S + R_2 C S + R_3 C S] - (R_3)^2 C S}{R_3 C S} \right] Q_2$$

$$L_1 S + L_1 L_2 C S^3 + C L_1 R_2 S^2 + C L_1 R_3 S^2 + R_1 + C L_2 R_1 S^2$$

$$+ R_1 R_2 C S + R_1 R_3 C S + R_3 + C L_2 R_3 S^2 + R_2 R_3 C S +$$

$$\cancel{C R_3^2 S} - \cancel{C R_3^2 S}.$$

$$V_p(s) = \left[\frac{L_1 S + L_1 L_2 C S^3 + C L_1 R_2 S^2 + C L_1 R_3 S^2 + R_1}{R_3 C S} \right.$$

$$\left. + \frac{C L_2 R_1 S^2 + R_1 R_2 C S + R_1 R_3 C S + R_3 + C L_2 R_3 S^2 + R_2 R_3 C S}{R_3 C S} \right] Q_2$$

Función de transferencia $= \dfrac{V_s(s)}{V_p(s)}$

$$\frac{\dfrac{\cancel{Q_2(s)}}{\cancel{CS}}}{\dfrac{R_1 + R_3 + L_1 S + C L_1 L_2 S^3 + C L_1 R_2 S^2 + C L_2 R_1 S^2 + C L_1 R_3 S^2 + C L_2 R_3 S^2 + C R_1 R_2 S + C R_1 R_3 S + C R_2 R_3 S}{R_3 \cancel{CS}} \cancel{Q_2(s)}}$$

$$\boxed{\frac{R_3}{R_1 + R_3 + L_1 S + C L_1 L_2 S^3 + C L_1 R_2 S^2 + C L_2 R_1 S^2 + C L_1 R_3 S^2 + C L_2 R_3 S^2 + C R_1 R_2 S + C R_1 R_3 S + C R_2 R_3 S}}$$ //

Estabilidad en lazo abierto

$$R_1 + R_3 + L_1S + CL_1L_2S^3 + CL_1R_2S^2 + CL_2R_1S^2 + CL_1R_3S^2 + CL_2R_3S^2 + CR_1R_2S + CR_1R_3S + CR_2R_3S = 0$$

$a_3 = CL_1L_2$
$a_2 = C(L_1(R_2 + R_1) + L_2(R_1 + R_3))$
$a_1 = C(R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3) + L_1$
$a_0 = R_1 + R_3$

$a_3 > 0, \quad a_2 > 0, \quad a_1 > 0, \quad a_0 > 0$

si $a_2a_1 - a_3a_0 > 0$; El circuito es estable

Polos del control

$-9799.3 + 0j$
$-4100.4 + j8051.41$
$-4100.4 - j8051.41$

Debido a que hay un par complejo conjugado se determina que la respuesta es subamortiguada.

Polos del caso

$-9445.8 + 0j$
$-3610.4 + 7.9639j$
$-3610.4 - 7.9639j.$

Error en estado Estacionario

$$e(s) = \lim_{s \to 0} s V_p(s)\left[1 - \frac{V_s(s)}{V_p(s)}\right]$$

$$\lim_{s\to 0} \cancel{s} \cdot \frac{1}{\cancel{s}}\left[1 - \frac{R_3}{R_1 + R_3 + \underbrace{\cancel{L_1 S}}_{0} + \underbrace{\cancel{CL_1L_2S^3}}_{0} + \underbrace{\cancel{CL_1R_2S^2}}_{0} + \underbrace{\cancel{CL_2R_1S^2}}_{0} + \underbrace{\cancel{CL_1R_3S^2}}_{0} + \underbrace{\cancel{CL_2R_3S^2}}_{0} + \underbrace{\cancel{CR_1R_2S}}_{0} + \underbrace{\cancel{CR_1R_3S}}_{0} + \underbrace{\cancel{CR_2R_3S}}_{0}}\right]$$

$$= 1 - \left[\frac{R_3}{R_1 + R_3}\right] =$$

Control = 0.625
Caso = 0.769