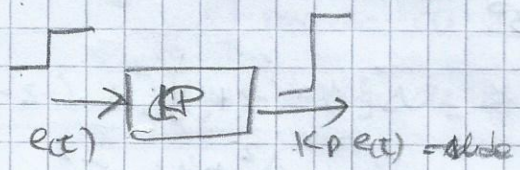
Parcial 21/6/18

② ~~[illegible]~~ controladores:

Considerando que existen varias formas para que el elemento de control reaccione ante una señal de error:

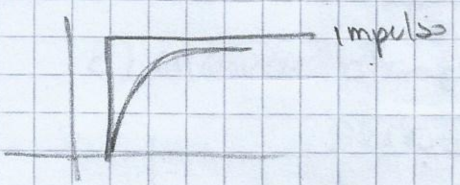
a) explicar, conceptualmente qué es un control proporcional graficando su salida en función del error

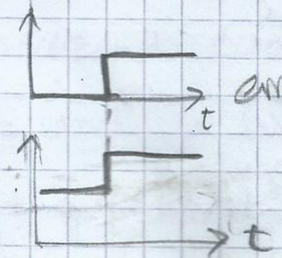
Un controlador proporcional cambia el orden de magnitud de la señal de entrada



$$salida_{(t)} = K_p \, e_{(t)}$$

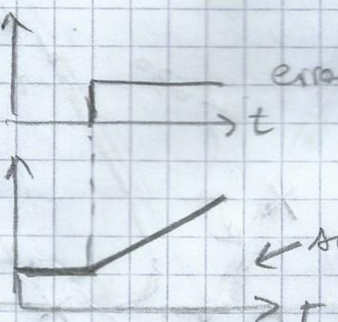
$$salida_{(s)} = K_p \, E_{(s)}$$





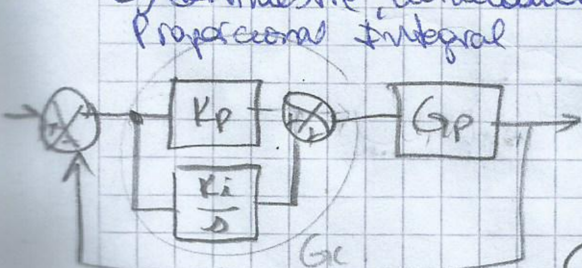
b) Si en un sistema es necesario corregir el error de manera que la salida del controlador sea proporcional a la acumulación de errores pasados ¿qué tipo de control usaría? Justificar

Utilizaría el controlador integral pues es el que acumula errores pasados:



← se va incrementando el error

c) Demuestre detalladamente, cuál es la transferencia de un control Proporcional Integral



$$y_{(t)} = K_p \cdot e_{(t)} + K_i \int_0^t e_{(\tau)} d\tau$$

↳ LAPLACE

$$Y_{(s)} = K_p E_{(s)} + K_i \frac{E_{(s)}}{s}$$

$$G_{C(s)} = K_p + \frac{K_i}{s} = \frac{s K_p + K_i}{s} = \frac{K_p \left(s + K_i/K_p\right)}{s}$$

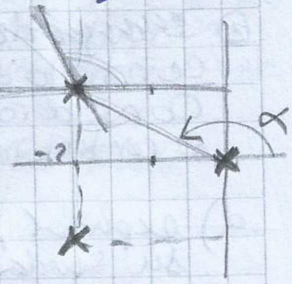
$$G_{C(s)} = \frac{K_p \left(s + 1/\tau_i\right)}{s}$$ → cero en $-1/\tau_i$ → polo en 0

$$\frac{K_p}{K_i} = \tau_i$$

④ trazar el lugar de raíces del sig. sist. detallando cada paso

$$G(s)\cdot H(s) = \frac{K}{s\,[s-(-2+j)]\,[s-(-2-j)]}$$

Polos: $0, -2 \pm j$ 3 polos $\rightarrow$ 3 ramas



Asíntotas: 3 polos, 0 ceros $\rightarrow \measuredangle = \frac{180°}{3} = 60°$

Centroide: $C = \frac{0-2+j-2-j}{3} = \boxed{\frac{-4}{3} = C}$

tangente: $\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{1}{-2}\right) \rightarrow \boxed{\alpha = 153°}$

$\beta = 180 - 153 - 90 = -63°$

Puntos de despr.: $GH = -1 \rightarrow -K = \underbrace{s[s-(-2+j)][s-(-2-j)]}_{s^2+4s+5}$

$-K = s^3 + 4s^2 + 5s$

$\frac{d(-K)}{ds} = 3s^2 + 8s + 5 = 0 \longrightarrow \boxed{\begin{array}{l} s = -1 \\ s = -5/3 \end{array}}$

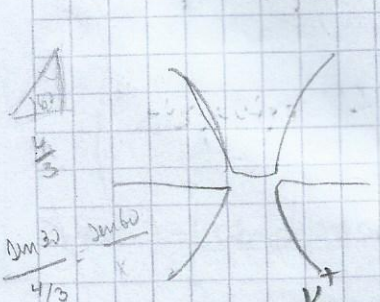
inters. con eje ω: $s^3 + 4s^2 + 5s + K = 0$

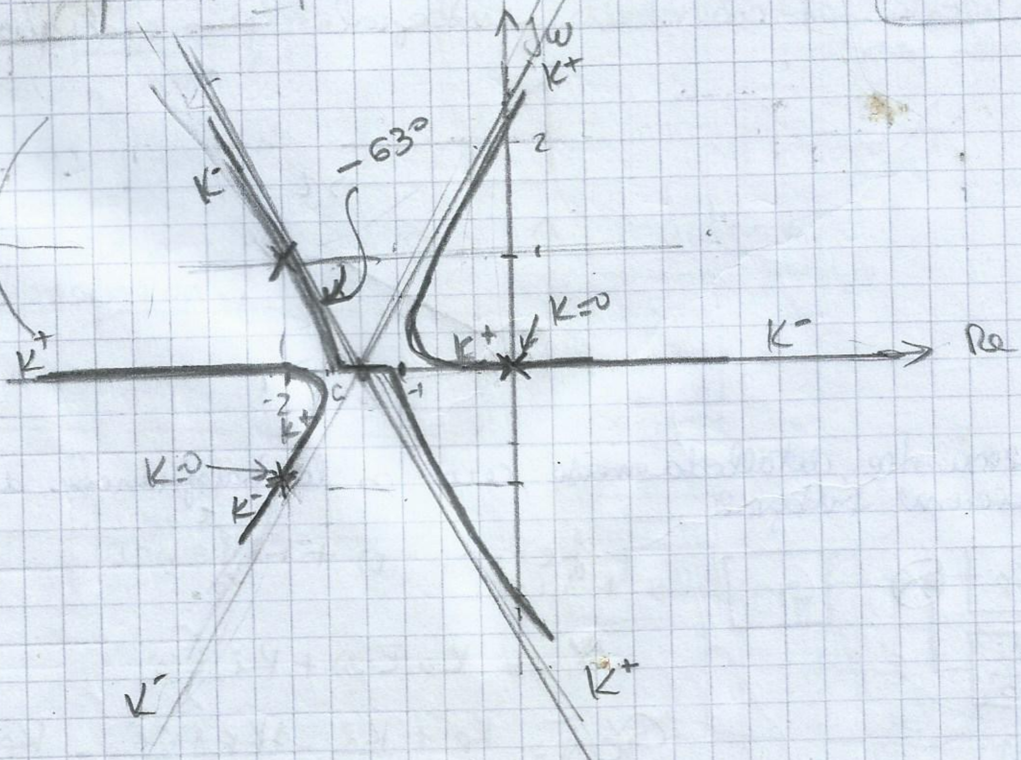
s^3	1	5	0
s^2	4	K	0
s^1	$5-\frac{K}{4}$		0
s^0			

$5 - \frac{K}{4} = 0 \rightarrow \boxed{K = 20}$

$4s^2 + 20 = 0$

$s^2 = -5 \rightarrow \boxed{s = \pm\sqrt{5}\,j}$





HOJA N°

FECHA

Ree. 3/7/13

Dibujar los escalones de un diagrama escalera que se puede aplicar en un PLC para llevar a cabo las sig. secuencias al pulsar un botón de presión start:

a) encender una bomba con un interruptor de presión de manera que la bomba permanezca encendida aunque haya desaparecido la señal responsable de su actuación.

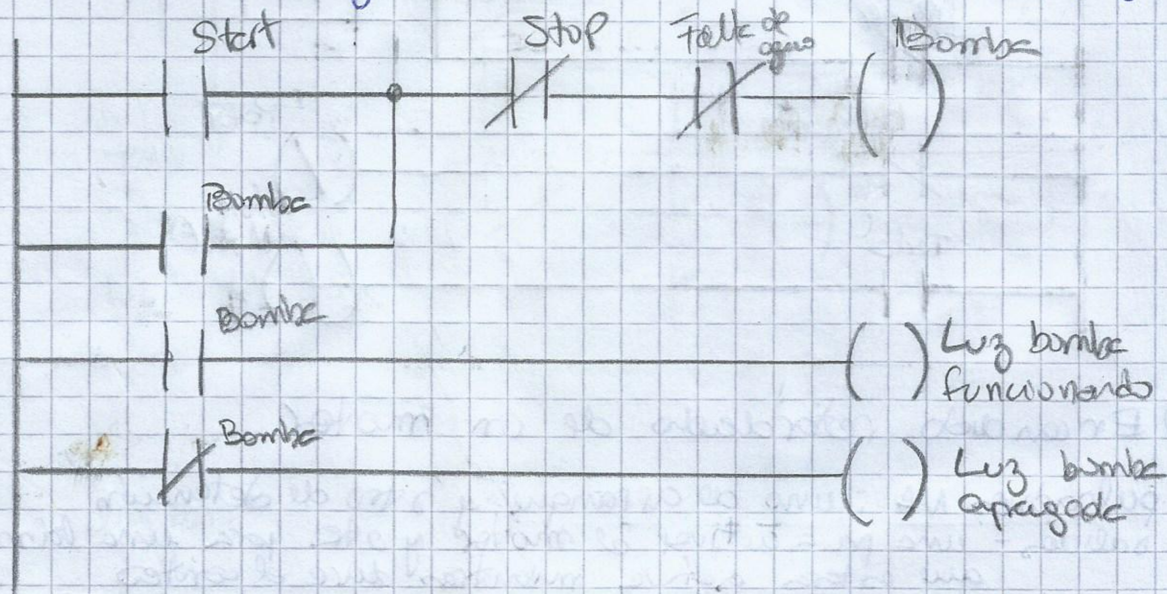
Se detendrá cuando se cumpla alguna de las sig. cond.:

i) parada de emergencia (Stop)

ii) falta de agua (señal I_2)

b) encender una luz indicando cuando la bomba está funcionando

c) encender otra luz cuando la bomba se encuentra apagada



NOTA

HOJA Nº

FECHA

Parcial

Trazar, claramente, el lugar de raíces del sig. sistema indicando cada paso de su resolución.

Indicar, detalladamente, en el gráfico la ubicación de las ramas y el lugar de las mismas cuando K es mayor que cero

$$G_{(s)}\,H_{(s)} = \frac{K}{s\left[(s-(-4+4j)\right]\left[s-(-4-4j)\right]}$$

ec. característica = $s\left[(s-(-4+4j)\right]\left[s-(-4-4j)\right] + K = 0$

$$s(s^2+8s+32)+K=0$$

$K=0$: polos: $0, -4\pm 4j \rightarrow 3$ polos $\rightarrow 3$ ramas

Centroide : $C = \dfrac{0+(-4+4j)+(-4-4j)}{3-0} = \boxed{-\dfrac{8}{3} = C}$

α asíntotas : $\alpha = \dfrac{180°}{3-0} = \boxed{60° = \alpha}$

Puntos de desprendim.: $-K = s^3+8s^2+32s$

$\dfrac{d(-K)}{ds} = 3s^2+16s+32 = 0 \longrightarrow \nexists$ en eje real

Corte en eje imaginario : $s^3+8s^2+32s+K=0$

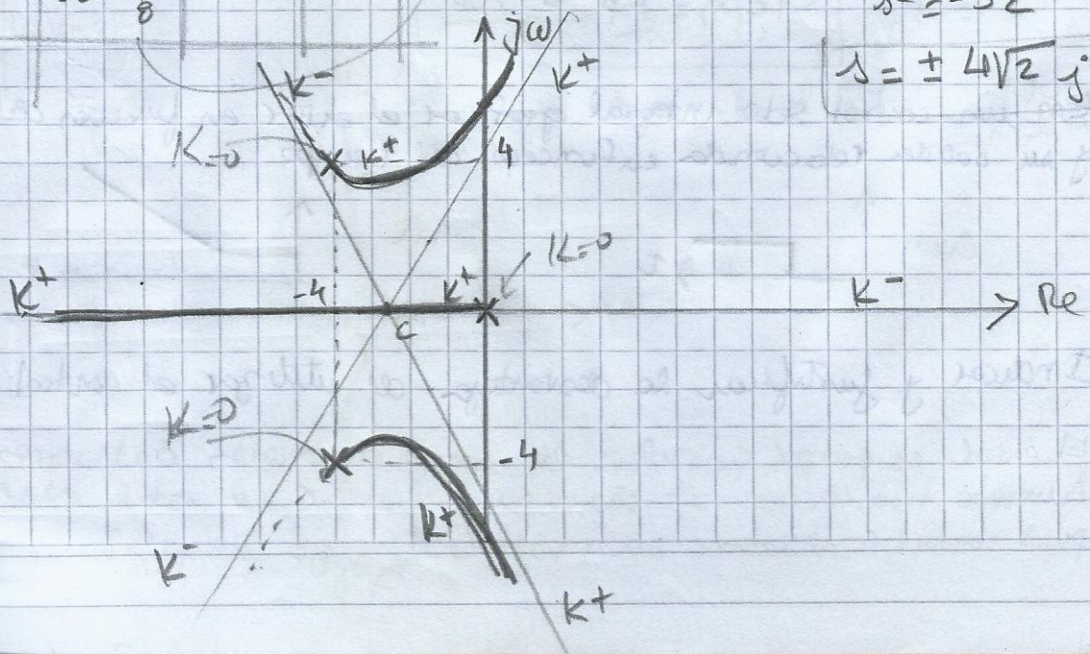
s^3	1	32	0
s^2	8	K	0
s^1	$32-\frac{K}{8}$		

$32-\frac{K}{8}=0 \rightarrow 32 = \frac{K}{8} \rightarrow K = 256$

$8s^2+256=0 \rightarrow 8s^2 = -256$

$s^2 = -32$

$\boxed{s = \pm 4\sqrt{2}\,j}$

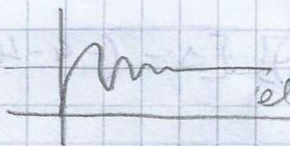


T1 Indicar y justificar dónde deben ubicarse los polos de lazo cerrado en un sistema de control analógico para ser estable

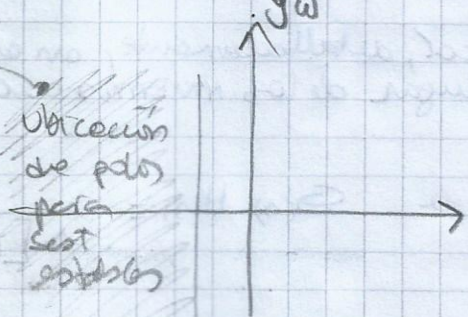
Los polos de lazo cerrado deben ubicarse a la izq del eje imaginario

Existe una zona de estabilidad

Con polo en $\mathbb{R}^-$ → tenemos polos del estilo $e^{tj\omega}$ con $t<0$

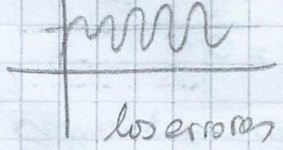


el error tiende a 0 ⇒ sist estable



Con polos en $\mathbb{R}^+$

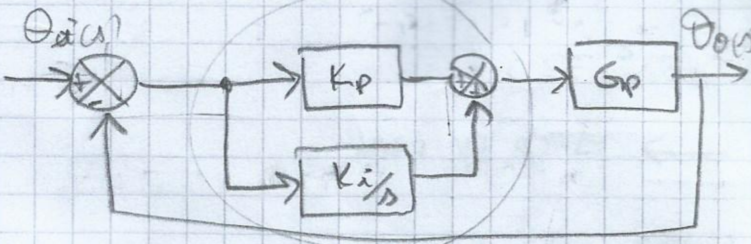
$e^{tj\omega}$ → $t>0$



los errores crecen

T2 1° parcial

T3 a) Desarrollar la transformada de un controlador proporcional integral detallando los parámetros intervinientes.



$\boxed{G_{C(s)}}$

$$s(t) = K_p\, e(t) + K_i \int_0^t e(t)\,dt$$

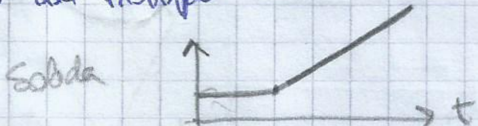
$$S(s) = K_p E(s) + K_i \frac{E(s)}{s}$$

$$G_{C(s)} = K_p + \frac{K_i}{s} = \frac{sK_p + K_i}{s} = K_p \left(\frac{s + K_i/K_p}{s}\right)$$

$$\frac{K_p}{K_i} = \tau_i$$

$$\boxed{G_{C(s)} = K_p \frac{(s + 1/\tau_i)}{s}}$$

b) En un control solo integral graficar el error en función del tiempo y su salida relacionada en función del tiempo



c) Indicar y justificar la desventaja de utilizar el control integral solo

- El error es proporcional a la suma de errores anteriores

V: Aumenta tipo de clase ⇒ disminuye el error en estado estable

D: puede convertir al sistema en inestable (agrega un polo en cero)

HOJA N°

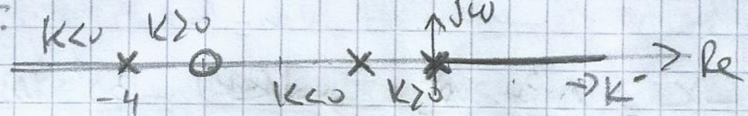
FECHA

Parcial 2019

$$G(s)\,H(s) = \frac{K\,(s+3)}{s\,\underbrace{(s+1)(s+4)}_{s^2+5s+4}}$$

$$G(s)\,H(s) = \frac{K\,(s+3)}{s^3+5s^2+4s} \rightarrow \begin{array}{l}\text{cero}: -3 \\ \text{polos}: 0, -1, -4\end{array}$$

Eje real:



Cant. ramas: 3 polos $\rightarrow$ 3 ramas

Centroide: $\dfrac{3-0-1-4}{3-1} = \dfrac{-2}{2} \rightarrow \boxed{C=-1}$

Asintotas: $\dfrac{180°}{2} = 90°$

desprendimiento: $GH=-1 \rightarrow -K = \dfrac{s^3+5s^2+4s}{s+3}$

$$\frac{d(-K)}{ds} = \frac{\overbrace{(3s^2+10s+4)(s+3)}^{3s^3+10s^2+4s+9s^2+30s+12} - (s^3+5s^2+4s)}{(s+3)^2} = 0$$

$$2s^3+14s^2+30s+12 = 0 \rightarrow \boxed{s=-0{,}51} \quad \text{y 2 complejos}$$

Intersección con $j\omega$: $s^3+5s^2+(4+K)+3K=0$

s^3	1	$4+K$	0
s^2	5	$3K$	0
s^1	$4+K-\frac{3K}{5}$		

$4+K = \dfrac{3K}{5} \rightarrow 20+5K = 3K$

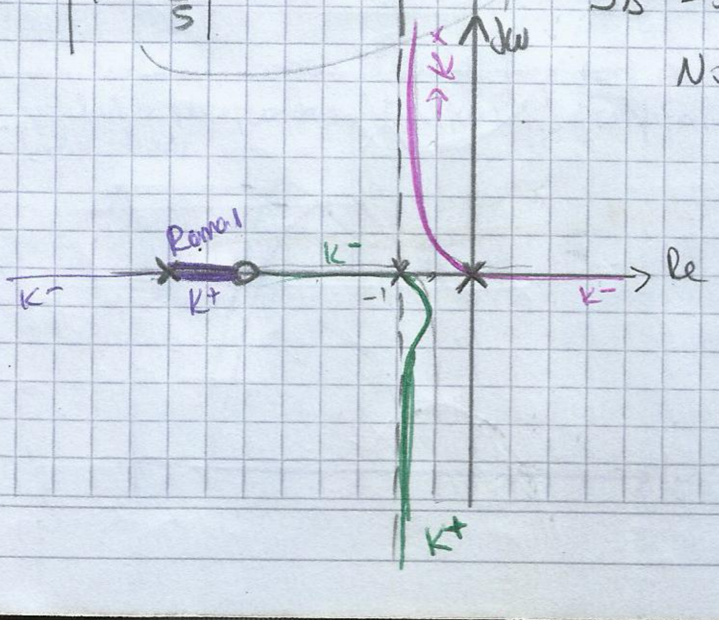
$2K = -20$

$\boxed{K=-10}$

$5s^2+3K=0$

$5s^2-30=0 \rightarrow s^2=6 \rightarrow s=\pm\sqrt{6}$

No corta al $j\omega$ $\leftarrow$ {No es complejo



NOTA

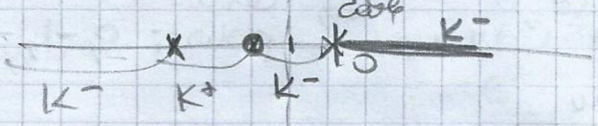
parcial

$$G(s)H(s) = \frac{K(s+1)}{\underbrace{s^2(s+2)}_{s^3+2s^2}} \longrightarrow \begin{array}{l} \text{cero}: -1 \\ \text{polos}: 0, 0, -2 \end{array}$$

$$1+G(s)H(s) = \frac{K(s+1)}{s^3+2s^2+K(s+1)}$$

3 polos
3 ramas

centroide : $\frac{1-0-0-2}{3-1} = \boxed{\frac{-1}{2} = c}$



Asíntotas $= \frac{180°}{3-1} = 90°$

desprendimiento : $-K = \frac{s^3+2s^2}{s+1} \rightarrow \frac{d(-K)}{ds} = \frac{(3s^2+4s)(s+1) - s^3 - 2s^2}{(s+1)^2} = 0$

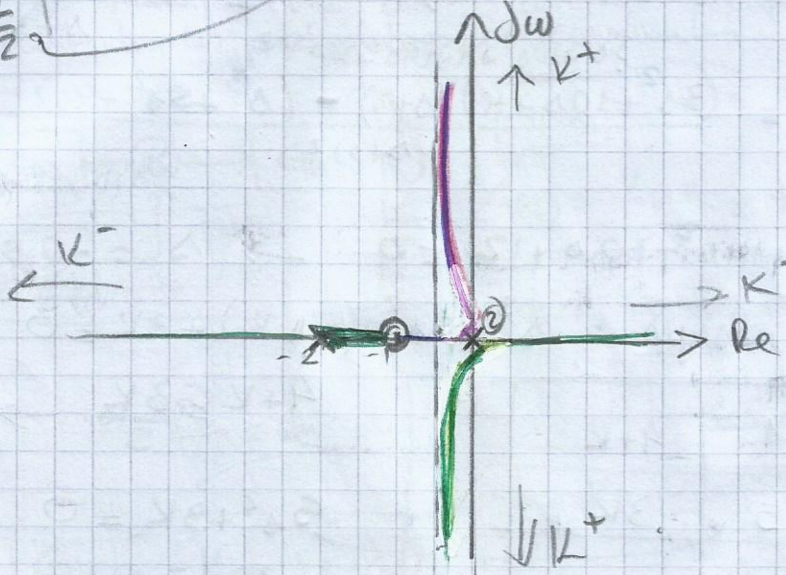
$3s^3+4s^2+3s^2+4s-s^3-2s^2 = 0 = 2s^3+5s^2+4s \rightarrow s_1 = 0$
y 2 compl.

corte en $j\omega$: $s^3+2s^2+Ks+K=0$

s^3	1	K	0
s^2	2	K	0
s^1	$K-\frac{K}{2}$		

$K = \frac{K}{2} \rightarrow K=0$

$2s^2 = 0 \rightarrow s=0$



HOJA Nº

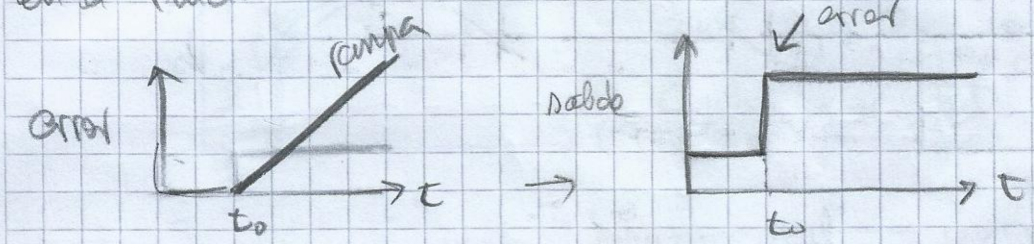
FECHA

① Al agregar un control solo derivativo en un sistema de control de lazo cerrado manteniendo la entrada, el error en estado estable del sistema

a) Disminuye   b) Permanece constante   c) Aumenta   d) ninguna es correcta

② Si un sistema es necesario corregir rápidamente el error ¿Qué tipo de control utilizaría? Indicar su ganancia

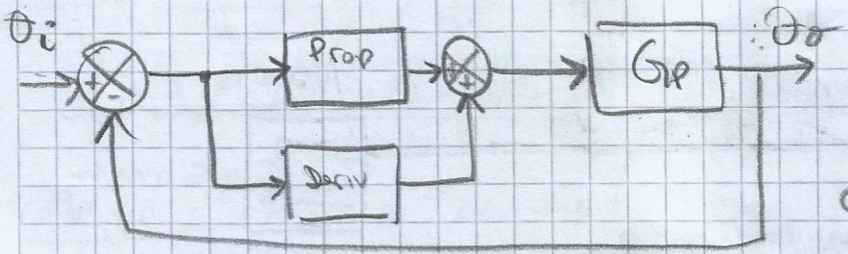
En un sist con control derivativo, el error crece abruptamente en el inicio



Se considera que este tipo de controlador se anticipa al error.

③ Demuestre detalladamente la transferencia de un control proporcional derivativo → Expresarla en función de su constante de tiempo. Definir las constantes

$$s(t) = K_p\, e(t) + K_d \frac{de(t)}{dt}$$



$$S(s) = K_p\, E(s) + K_d\, s\, E(s)$$

$$G_c(s) = K_p + K_d\, s =$$

$$= K_d\left(K_p/K_d + s\right)$$

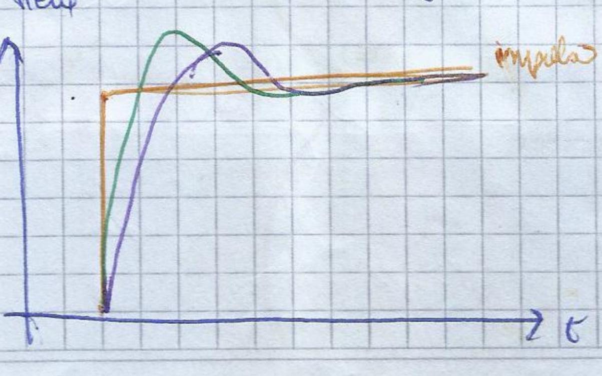
$$\frac{K_d}{K_p} = \tau_d$$

$$\boxed{G_c(s) = K_d\,(s + 1/\tau_d)}$$

④ Dado un sistema como el de la fig. con entrada escalón, siendo las otras trazas posibles respuestas, indicar y justificar el tipo de sistema y qué tipo de controlador tiene

Puede ser tipo 1 o 2

controlador Proporcional Integral



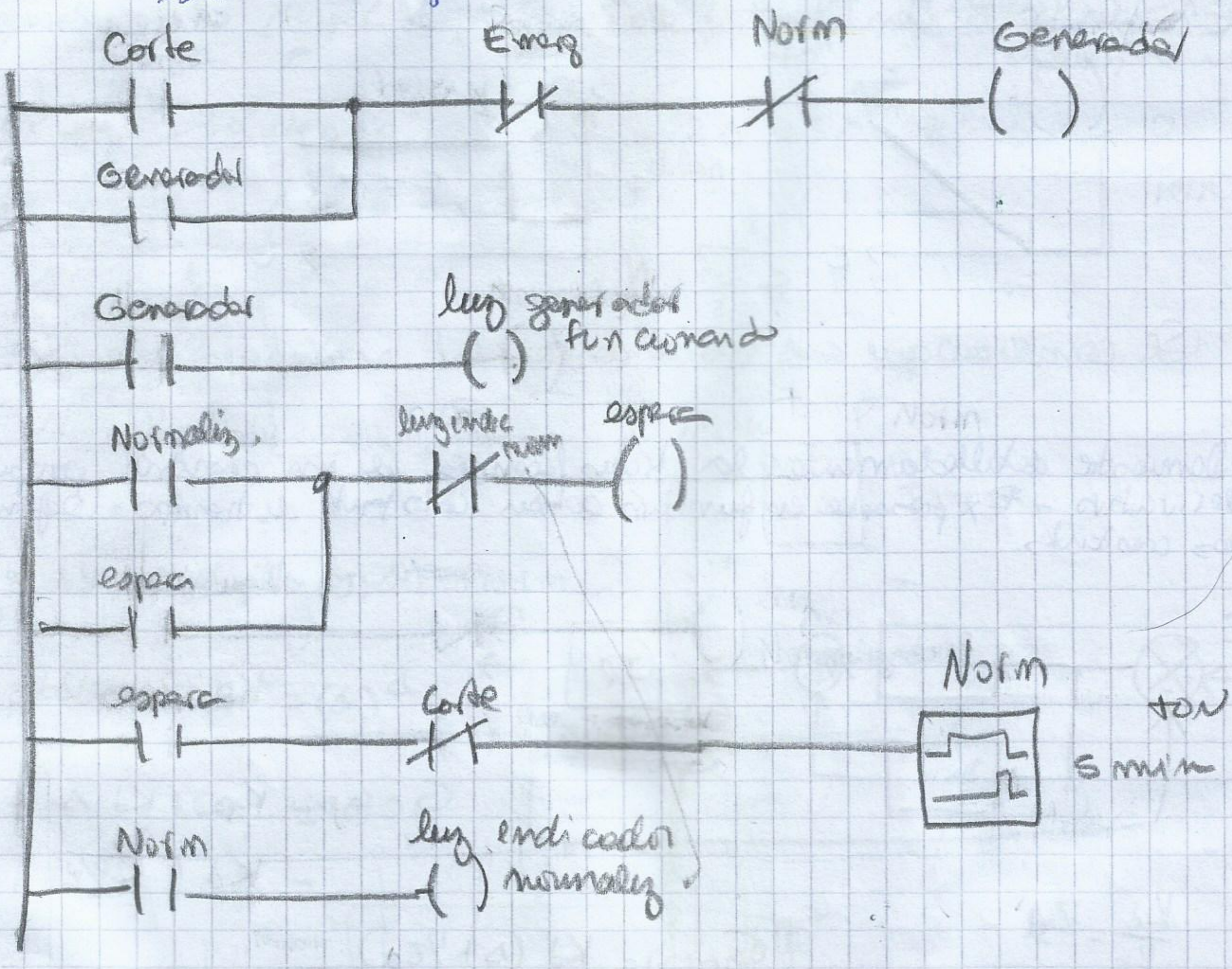
NOTA

Dibujar los escalones de un diagrama de escalera que se pueda usar en un PLC para llevar a cabo la tarea indicada.

- Un motor generador debe encenderse cuando reciba la indicación de corte de energía y detenerse ante una parada de emergencia o cuando se confirme la normaliz.

a) establecer un tiempo de espera de 5 minutos luego de haberse detectado la entrada de normaliz. de sum. eléctrico
Si en esos 5 min. hay un nuevo corte de suministro eléctrico, se resetea el tiempo

b) encender una luz cuando el generador esté encendido y otra cuando el suministro esté normalizado



Probado en LOGO!Soft y funciona

$\boxed{2020}$

- El lugar de raíces es el lugar geométrico para todos los valores de s que satisfacen la ecuación $G\,H = 0$

V

(F)

- Dado un sist como el de la fig. con entrada escalón, siendo las otras trazas las posibles respuestas.
Indicar tipo de sistema y qué tipo de controlador es

$e_{error} \neq 0$, pero finito ante escalón

Sist tipo 0

Controlador PD

- Lugar de raíces con $K>0$

$$G(s)\,H(s) = \frac{K(s+2)}{s^2(s+4)} = \frac{K(s+2)}{s^3+4s^2}$$

ceros: -2

polos: $0, 0, -4$ → 3 polos → 3 ramas

asíntotas: $\frac{180°}{3-1} = 90°$

centroide: $\frac{2-0-0-4}{3-1} = \frac{-2}{2} \rightarrow \boxed{C=-1}$

K^- $\ast_{-4}$ K^+ o K^+ $\ast^{2}$ K^+

despr: $\frac{d(-K)}{ds} = 0 \rightarrow \frac{d}{ds}\left(\frac{s^3+4s^2}{s+2}\right) = 0$

$$0 = \frac{(3s^2+8s)(s+2)-(s^3+4s^2)}{(s+2)^2} = \frac{3s^3+8s^2+6s^2+16s-s^3-4s^2}{(s+2)^2} = 0$$

$2s^3+10s^2+16s=0$

$s=0$, y 2 compl conj

corte $j\omega$: $1+GH=0$ ec. caract. (polo)

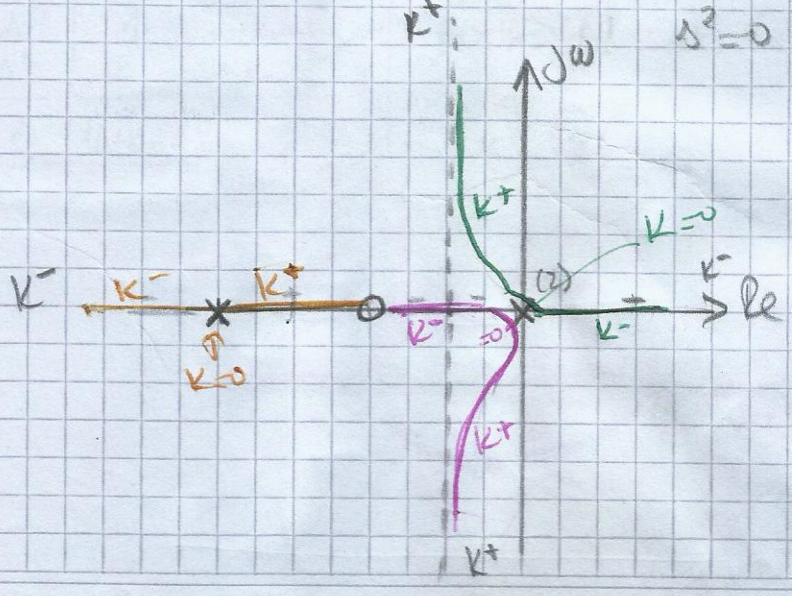
$$s^3+4s^2+K(s+2) = 0 = s^3+4s^2+Ks+2K = 0$$

s^3	1	K
s^2	4	$2K$
s	$K-\frac{2K}{4}$	

$\rightarrow K = \frac{K}{2}$

$K=0$

$s^2 = 0 \rightarrow s = 0$

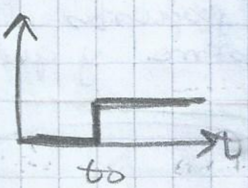


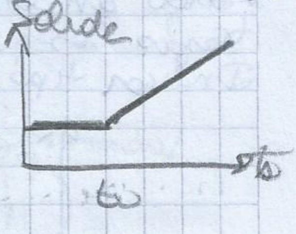
• Al agregar un control solo integral en un sistema de control de lazo cerrado, manteniendo la misma entrada, el error en estado estable del sistema:

a) Aumenta b) Disminuye c) Se mant. constante d) N A

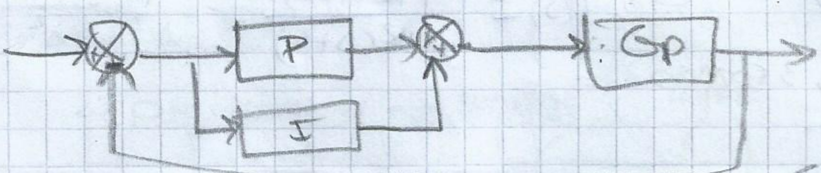
• Si en un sistema es necesario corregir el error de manera que la salida del controlador sea proporcional a la acumulación de errores pasados, qué tipo de control utilizaría

Controlador Integral → error





• Demostrar, detalladamente, cuál es la transferencia de un control proporcional integral.



$$s(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t)\,dt$$

$$S(s) = K_p E(s) + K_i \frac{E(s)}{s}$$

$$G_c(s) = K_p + \frac{K_i}{s} = \frac{K_p s + K_i}{s}$$

$$\frac{K_p}{K_i} = T_i$$

$$G_c(s) = K_p \frac{(s + K_i/K_p)}{s}$$

$$\boxed{G_c(s) = K_p \frac{(s + 1/T_i)}{s}}$$

El lugar de raíces es un gráfico que representa las raíces de $G \times H$ en función del parámetro de sensibilidad estática del lazo K

son las raíces de $1 + G \times H$

F

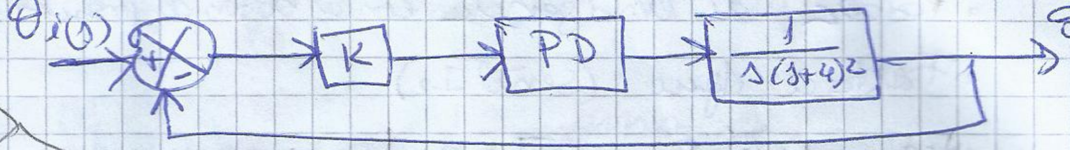
HOJA N°

FECHA

2020

- Dado el sig. sistema indicar:

a) tipo o clase del sist.
b) error en estado estable cuando la entrada es una rampa unitaria
c) si es estable aplicando criterio de Routh, Hurwitz



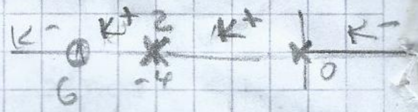
$K_p = 6$

$K_d = 1$

PD: $G_{c(s)} = K_p + K_d s = 6 + s$

$$\Rightarrow \boxed{G_{o(s)} = \frac{K(s+6)}{s(s+4)^2}} \rightarrow \text{ceros}: -6 \quad \text{polos}: 0, -4, 4$$

3 polos $\rightarrow$ 3 ramas



Centroide: $C = \frac{6-0-4-4}{3-1} = \frac{-2}{2} = \boxed{-1 = C}$

Asíntotas: $\frac{180°}{3-1} = 90°$

desprendim: $\boxed{\frac{d(-K)}{ds} = 0}$: $-K = \frac{s(s+4)^2}{s+6} = \frac{s^3+8s^2+16s}{s+6}$

$$\frac{d(-K)}{ds} = \frac{(3s^2+16s+16)(s+6) - (s^3+8s^2+16s)}{(s+6)^2} = 0$$

$$\boxed{\begin{array}{l} s_1 = -7,37 \\ s_2 = -1,63 \\ s_3 = -4 \end{array}}$$

$$3s^3 + 16s^2 + \cancel{16s} + 18s^2 + 96s + 96 - s^3 - 8s^2 - \cancel{16s} = 0 \Rightarrow \boxed{2s^3 + 26s^2 + 96s + 96 = 0}$$

corte $j\omega$: $s^3 + 8s^2 + (16+K)s + 6K = 0$

s^3	1	16+K	0
s^2	8	6K	0
s	$16+K-\frac{6K}{8}$		

$16+K = \frac{6K}{8}$

$96 + 8K = 6K$

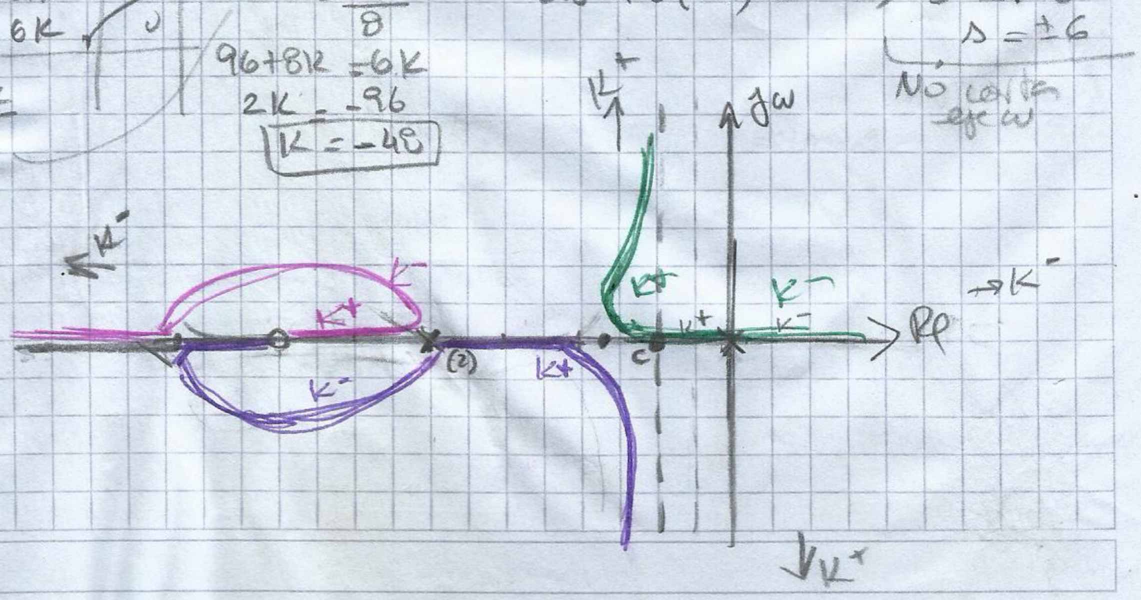
$2K = -96$

$\boxed{K = -48}$

$8s^2 + 6(-48) = 0 \rightarrow s^2 = +36$

$s = \pm 6$

No corta eje ω



NOTA

Parcial 18/6/19 tema 2

Dibujar los escalones de un diagrama escalera que se pueda usar en un PLC para llevar a cabo la tarea indicada

a) Encender una bomba con un interruptor de presión de tal manera que la bomba permanezca encendida aunque haya desaparecido la señal responsable de su actuación.
Se detendrá cuando se cumpla alguna de las sig. condiciones:

- Parada de emergencia con el botón de presión (señal stop)
- Falta de agua (señal I_2)
- transcurrió 5 minutos de funcionamiento

b) encender una luz indicando cuando la bomba esté funcionando
c) " " " " " " " esté apagada