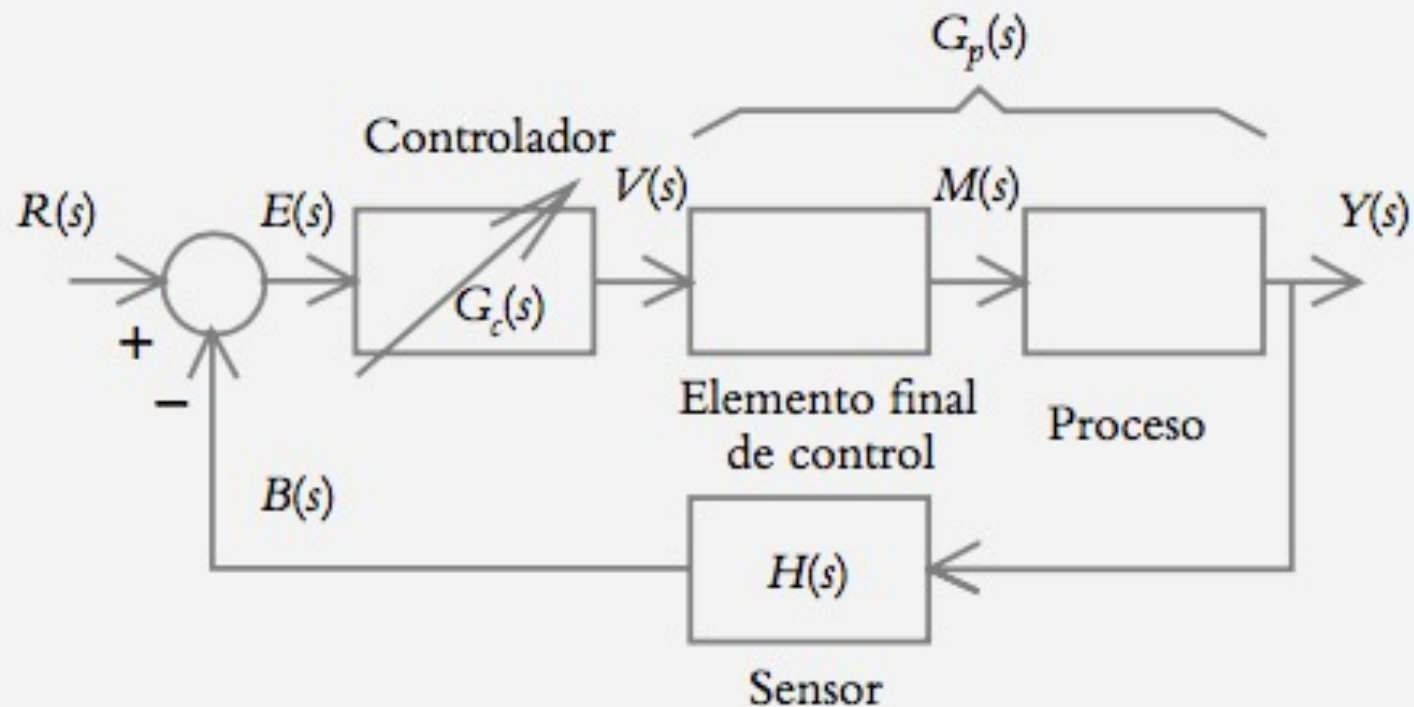


# ZIEGLER-NICHOLS DE LAZO CERRADO

Criterios de sintonización de  
controladores



# CALCULO DE CONTROLADORES



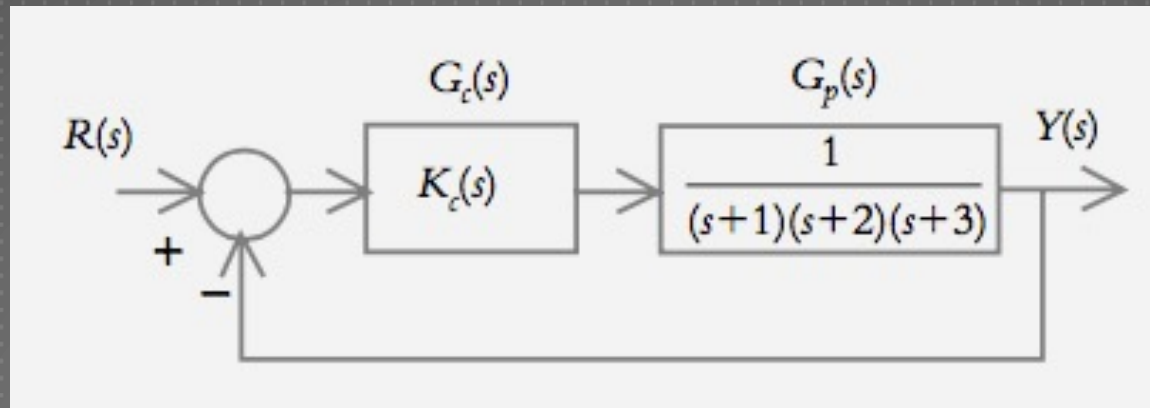
# CALCULO DE CONTROLADORES

Este método se basa en un controlador Proporcional que llevaría el sistema a una oscilación sostenida, es decir a estabilidad marginal: polo= $j\omega$

La K de este caso será  $K_u$  y el periodo de  $\omega$  será  $P_u$

Tipo de controlador	$G_c(s)$	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	$K_p$	$0.5 K_u$		
PI	$K_p \left[ 1 + \frac{1}{T_i s} \right]$	$0.45 K_u$	$\frac{P_u}{1.2}$	
PID	$K_p \left[ 1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right]$	$0.6 K_u$	$\frac{P_u}{2}$	$\frac{P_u}{8}$

# EJEMPLO ZIEGLER-NICHOLS



$$T(s) = \frac{K}{s^3 + 6s^2 + 11s + (6 + K)}$$

donde se sustituye  $s$  por  $j\omega$ :

$$(j\omega)^3 + 6(j\omega)^2 + 11(j\omega) + (6 + K) = 0$$

La expresión anterior puede separarse en las partes imaginaria y real:

$$(j\omega)[(j\omega)^2 + 11] + [6(j\omega)^2 + (6 + K)] = 0$$

# EJEMPLO ZIEGLER-NICHOLS

De la parte imaginaria se obtiene la frecuencia  $\omega_u$  con la que el sistema cruza el eje  $j\omega$ :  $\omega_u = \pm j(11)^{1/2} = \pm 3.3166j$ , con lo cual:

$$P_u = \frac{2\pi}{\omega_u} = 1.89445$$

De la parte real sale el valor de la ganancia máxima  $K_u$ , lo que corresponde a la ganancia que requiere el sistema para que éste se comporte en forma libre oscilatoria:

$$6(j\omega)^2 + (6 + K) = 0 \quad \therefore \quad K = K_u = 60$$



# EJEMPLO ZIEGLER-NICHOLS

Tipo de controlador	$K_p$	$T_i$	$K_i$	$T_d$	$K_d$
P	30				
PI	27	1.5787	17.1024		
PID	36	0.9472	38.0054	0.2368	8.5261

# EJERCICIO, LAZO CERRADO

$$G_p(s) = \frac{1}{(s + 5)(s^2 + 2s + 1)} \quad H(s) = 1$$

Sintonice los controladores P, PI, PID con el método de Ziegler-Nichols de lazo cerrado

- 1.- Obtenga la ecuación característica del sistema al retroalimentarlo con un controlador P,  $G_c(s) = K_p$ . Es decir la  $T(s)$  para un controlador proporcional.
- 2.- Sustituya  $s = j\omega$  en la ecuación característica obtenida y separe la parte real de la imaginaria igualandolas a 0.
- 3.- Obtenga  $K_u$  y  $P_u$
- 4.- Calcule los parámetros de los controladores solicitados