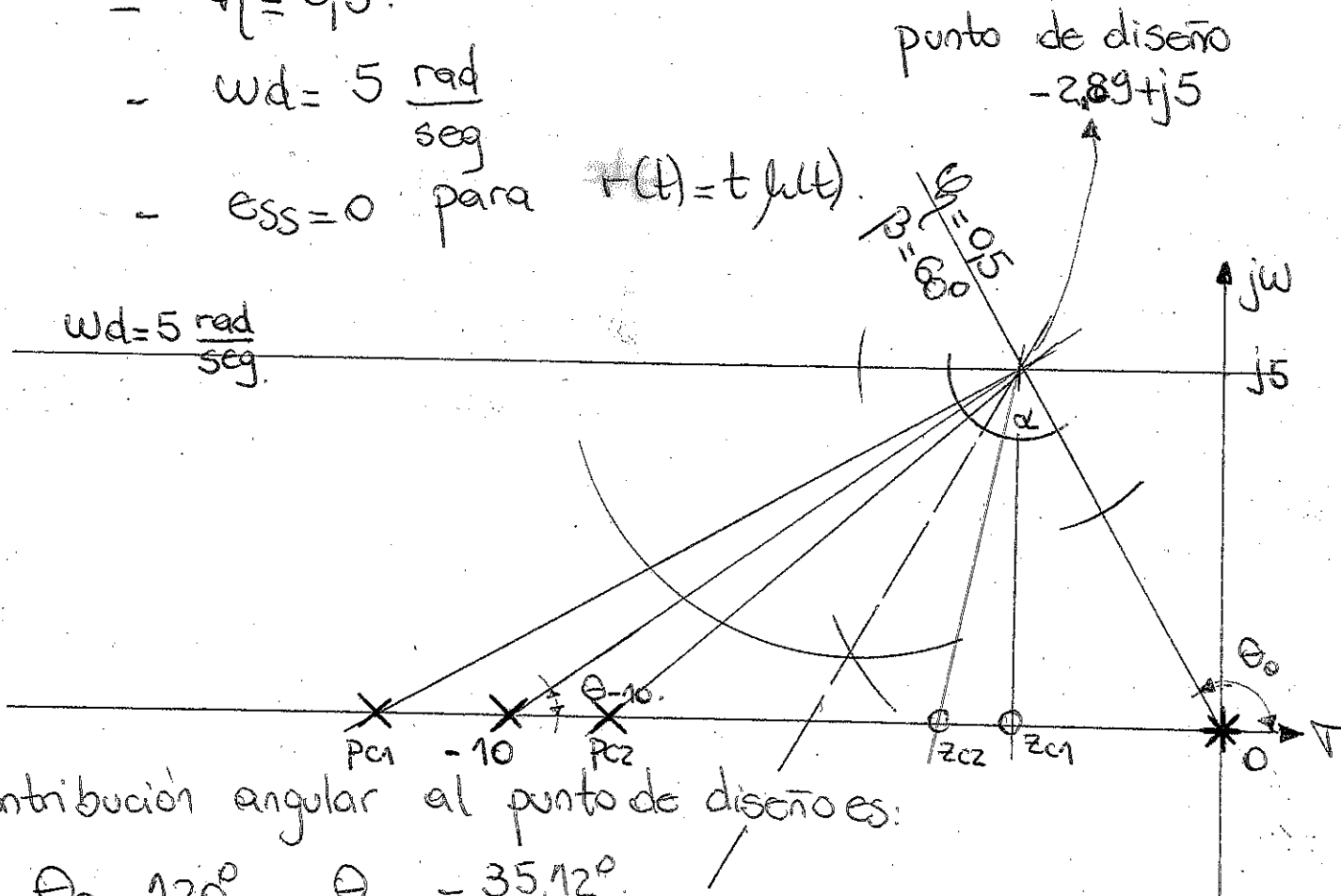


$$G(s)H(s) = \frac{100}{s^2(s+10)}$$

Pautas de diseño:

- estable
- $\zeta = 0,5$ .
- $\omega_d = 5 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$
- $e_{ss} = 0$  para  $r(t) = t \text{ (ramp)}$ .



Contribución angular al punto de diseño es:

$$\theta_0 = 120^\circ; \quad \theta_{-10} = 35,12^\circ$$

Entonces el ángulo del compensador se obtendrá de la siguiente expresión:

$$\varphi_c - 2\theta_0 - \theta_{-10} = \pm 180^\circ \quad \theta_0: \text{cont. ang. polo doble.}$$

$$\varphi_c = \pm 180^\circ + \theta_0 + \theta_{-10} = \pm 180^\circ + 275,12^\circ$$

$$\varphi_c = -180^\circ + 275,12^\circ = 95,12^\circ$$

Al respecto en control analógico el máximo ángulo que puede aportar un compensador en adelanto es  $60^\circ$ ; por ello utilizaremos dos:  $\varphi_{c1} = 60^\circ$ ;  $\varphi_{c2} = 35,12^\circ$ .

Del gráfico definimos el ángulo  $\alpha$ ; al mismo le trazamos

la bisectriz. A partir de la bisectriz trazamos a ambos lados (2) de la misma  $\varphi_{c1}/2$  y  $\varphi_{c2}/2$ . Los ceros se ubican más próximo del origen. Gráficamente determinamos la posición de los ceros y polos del compensador:  $z_{c1} = -2,89$ ;  $z_{c2} = -4$ ;  $p_{c1} = -11,9$ ;  $p_{c2} = -8,6$ .  
Cálculo de K: La función de transferencia a lazo abierto ahora es:

$$G(s)H(s) = K_c \frac{(s+2,89)(s+4)}{(s+8,6)(s+11,9)} \cdot \frac{100}{s^2(s+10)}$$

Por esto la ecuación característica será:

$$K_c \frac{(s+2,89)(s+4)}{(s+8,6)(s+11,9)} \cdot \frac{100}{s^2(s+10)} + 1 = 0.$$

esta es la ecuación que utilizaremos para el cálculo de K:

$$K_c = - \frac{s^2(s+10)(s+8,6)(s+11,9)}{100(s+2,89)(s+4)}$$

La ganancia  $K_c$  es un "numero real" por ello lo obtendremos como módulo; estos módulos son distancias determinadas por segmentos según se indica en el gráfico:

$$K_c = \frac{|s^2| |s+10| |s+8,6| |s+11,9|}{100 |s+2,89| |s+4|} = \frac{33,35 \cdot 8,69 \cdot 7,59 \cdot 10,3}{100 \cdot 5 \cdot 5,12}$$

donde se destaca que:  $|s^2| = (|s|)^2$

$$\boxed{K_c = 8,85}$$

Respecto la condición de régimen se cumple dado que el sistema es de tipo "2" y su error para rampa es "cero".