C A P I T U L O I I

2.1- ANALISIS EN EL DOMINIO DEL TIEMPO.

En forma general el diagrama de block del sistema es el siguiente.

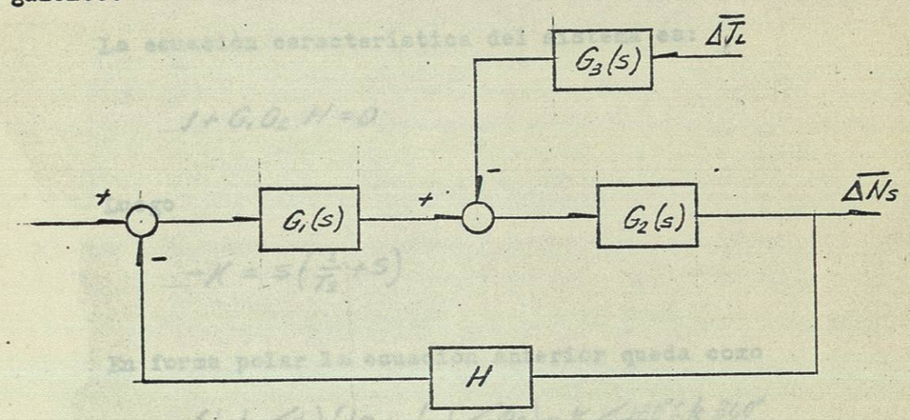

FIGURA 8

FORMA GENERAL DEL DIAGRAMA DE BLOCK DEL SISTEMA.

De éste se tiene:

$$21.a.- \quad \overline{\Delta N_s} = \frac{G_1 G_2 \, \overline{\Delta N_E}}{1 + G_1 G_2 H} - \frac{G_1 G_3 \, \overline{\Delta T_L}}{1 + G_1 G_2 H}$$

En función de los parámetros, la ecuación 21.a queda:

$$21.a.- \quad \overline{\Delta N_s} = \frac{(K_1 K_5 C_2 C_5 / T_2)\,\overline{\Delta N_E}}{S^2 + \frac{S}{T_2} + \frac{K_1 C_5 C_4}{T_2}} - \frac{S(C_8 C_5 / T_2)\,\overline{\Delta T_L}}{S^2 + \frac{S}{T_2} + \frac{K_1 C_5 C_4}{T_2}}$$

Como puede verse el sistema es de segundo órden

2.2- LUGAR GEOMETRICO DE LAS RAICES.

La función de transferencia de circuito abierto se define como:

$$G_1 G_2 H = \left[\frac{K_1 K_s C_2 C_5}{s(1+T_2 S)}\right] C_4$$

La sensibilidad de circuito abierto es

$$K = K_1 K_s C_2 C_5 C_4$$

La ecuación característica del sistema es:

$$1 + G_1 G_2 H = 0$$

Luego

$$-K = s\left(\frac{1}{T_2} + s\right)$$

En forma polar la ecuación anterior queda como

$$\left(|s| \angle \phi_1\right)\left(\left|s + \frac{1}{T_2}\right| \angle \phi_2\right) = K \angle 180^\circ \pm k\, 360^\circ$$

Seguidamente establecemos las condiciones para definir la posición de las raíces.

Condición de magnitud.

$$|s|\left|s + \frac{1}{T_2}\right| = K$$

Condición de ángulo

$$\phi_1 + \phi_2 = 180^\circ \pm k\, 360^\circ$$

Angulo de las asíntotas

$$22.- \quad \measuredangle = \frac{180^\circ \pm 360}{n - m}$$

Donde:

m = Número de ceros

n = Número de polos

Luego

$$\measuredangle = \frac{180 \pm k360}{2} = \pm 90^\circ$$

Corte con el eje real de las asintotas

$$23.- \quad \sigma_c = \frac{\sum \text{Polos } G_1 G_2 H - \sum \text{Ceros } G_1 G_2 H}{n-m}$$

$$\sigma_c = \frac{0 - \frac{1}{T_2} - 0}{2-0} = -\frac{1}{2T_2}$$

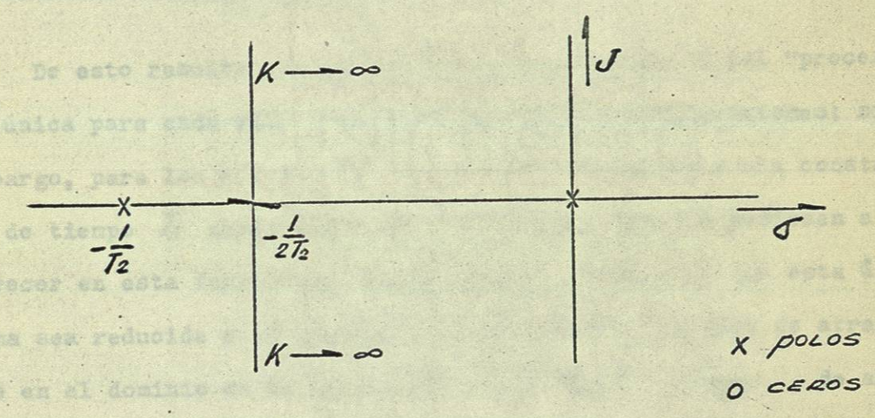

FIGURA 9

LUGAR GEOMETRICO DE LAS RAICES EN EL PLANO COMPLEJO

Según se observa del trazo, no hay posibilidad de que el sistema sea inestable pues no podrá existir nunca una raíz del lado derecho del plano complejo. De lo mismo se puede ver que si va aumentando la sensibilidad de circuito abierto (K), la razón de amortiguamiento (L) disminuye ya que el ángulo aumenta, haciéndose

el sistema más oscilatorio $(\zeta = \cos\phi)$. En el caso límite de tenerse sensibilidad infinita, la razón de amortiguamiento valdría cero y el sistema oscilaría perpetuamente.

En el Capítulo I se aclaró que, además de las consideraciones hechas, el sistema depende también -en algunos casos fuertemente- de la dinamica propia del "proceso", o sea, efectos de la combustión (si es máquina de combustión), efectos eléctricos (si es eléctrica), retrasos en el transporte de la señal, inercias (eléctricas o mecánicas),etc.

De esto resulta que la función de transferencia del "proceso" es única para cada caso y no pueden hacerse generalizaciones; sin embargo, para los efectos de este estudio supondremos una constante de tiempo T_3 mucho menor que el resto de las que pudiesen aparecer en esta función de transferencia a manera de que esta última sea reducida a un término de primer órden (término de atraso) que en el dominio de Laplace sería de la forma $\frac{1}{1+T_3 S}$, de aquí que insertando este término en la función de transferencia total del sistema podemos predecir a primeras vistas que la respuesta total del mismo tenderá a ser más inestable por razón de haber agregado un polo.

Con las aclaraciones anteriores, el lugar geométrico de las raíces en la nueva ecuación característica

$$S\left(\frac{1}{T_2}+S\right)\left(\frac{1}{T_3}+S\right) = -K$$

sería el siguiente: