

Informe Técnico del CAY 1987-4

CONSIDERACIONES SOBRE LOS SERVICIOS DE LA ANTENA

DEL CAY

Alberto Barcia

## 1.- CONSTANTE DE VELOCIDAD: VALOR CALCULADO

En la Fig. 1 se representa esquemáticamente el servo-control de la antena para un eje cuando se trabaja en el modo MANUAL COMMAND o AUXILIARY COMMAND, con servo de Tipo 1. Los valores que se dan en la figura para  $K_2$  suponen que la velocidad está medida en el eje del motor —como sucede físicamente— y no en el de la antena. Para este último caso se tendría:

$$K_2 = 745.7 \text{ volt}/(\text{rd.s}^{-1}) \text{ (acimut)}$$

$$K_2 = 782.0 \quad \text{ " } \quad \text{(elevación)}$$

que resultan de tener en cuenta un factor de desmultiplicación de 18.187 en los engranajes.

Admitiendo que el lazo de velocidad tiene ganancia muy grande (infinita), la tensión de error de velocidad en el punto 4 del mismo se puede considerar 0 volt. Esta hipótesis es razonable si se piensa que las perturbaciones exteriores (p.e. un cambio en el coeficiente de rozamiento de la antena con la posición) no deben alterar apreciablemente la velocidad de movimiento con un valor constante de la tensión de entrada. En consecuencia, en el punto 3 deberá haber una tensión de valor  $K_2 w_0$  en régimen permanente ( $s=0$ ), que se traducirá en una tensión  $K_2 w_0 / K_1$  en el punto 2, o un error de posición  $\frac{K_2 w_0}{573 K_1}$  rads.

en el punto 1 para una velocidad  $w_0$  rad.  $s^{-1}$ . Sustituyendo valores en la expresión anterior, y refiriendo el error de posición y la velocidad al mismo eje (por ejemplo al eje de la antena) se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Error de posición} &= 7.4 \cdot 10^{-3} w_0 && \text{(acimut)} \\ &= 6.8 \cdot 10^{-3} w_0 && \text{(elevación)} \end{aligned}$$

donde el error de posición y la velocidad  $w_0$  estarán dados en radianes y radianes/seg. o en grados y grados/seg. respectivamente. Las constantes de velocidad calculadas serán entonces:

$$\begin{aligned} K_v &= \frac{1}{7.4 \cdot 10^{-3}} = 135 \text{ s}^{-1} && \text{(acimut)} \\ K_v &= \frac{1}{6.8 \cdot 10^{-3}} = 147 \text{ s}^{-1} && \text{(elevación)} \end{aligned}$$

frente a la especificación de ESSCO de  $K_v = 100 \text{ s}^{-1}$ .

## 2.- RESULTADOS EXPERIMENTALES

En el Informe Técnico CAY 1987-1 se describen medidas efectuadas sobre el servo de acimut. El error de seguimiento viene dado por una ecuación de la forma:

$$\text{ERROR} = X8AA * V + X8AB$$

donde  $V$  es la velocidad de la antena.  $X8AB$  es un término constante que tiene en cuenta el offset electrónico en los servos y  $X8AA$  da la componente del error que es proporcional a la velocidad.

X8AA consta de dos componentes: una de ellas (componente "hardware") es la inversa de la constante de velocidad del servo, y corresponde a la tensión que hay que aplicar a la entrada del servo de posición para mantener una velocidad constante; la otra (componente "software") se debe a que los comandos de posición varían a saltos discretos. En la figura 2 se representa este efecto: la recta A da las posiciones que teóricamente debería ir adaptando la antena en función del tiempo; los comandos discretos se producen en los instantes  $T_0, T_1, T_2, T_3 \dots$  y tienen valores  $P_0, P_1, P_2, P_3, \dots$ , y la antena adopta realmente posiciones dadas por la curva C: experimenta una aceleración cada vez que recibe un comando, en los instantes  $T_0, T_1, T_2 \dots$ , y una deceleración cada vez que su posición rebasa el último comando recibido, es decir, en los instantes  $\frac{T_0 + T_1}{2}, \frac{T_1 + T_2}{2}, \frac{T_2 + T_3}{2} \dots$ . Puesto que el comportamiento para las aceleraciones y deceleraciones viene sólo determinado por la inercia —que actúa igual para unas y otras— la curva C en régimen permanente tendrá que oscilar alrededor de la recta media entre A y B (a puntos y rayas en la figura), cortándola, además, en los puntos  $T_0, T_1, T_2, T_3 \dots$  y  $\frac{T_0 + T_1}{2}, \frac{T_1 + T_2}{2}, \frac{T_2 + T_3}{2} \dots$ . Así pues, la antena seguirá a los comandos con un retardo en posición de  $\frac{\Delta T \cdot V}{2}$  (distancia entre las rectas A y B) donde  $\Delta T$  es el intervalo entre comandos y V la velocidad. Este es el valor de la componente

"software" de X8AA.

De las medidas realizadas en el Informe Técnico CAY 1987-1 se puede deducir, por tanto, el valor de la constante de velocidad en acimut,  $K_{VA}$  con la expresión:

$$\frac{1}{K_{VA}} = X8AA - \frac{\Delta T}{2}$$

donde X8AA se puede tomar como la media entre los valores medidos para velocidad positiva y negativa. Se obtienen, así, los siguientes valores:

$$\Delta T = 0.06 \text{ seg.} \quad \frac{1}{K_{VA}} = 7.4 \cdot 10^{-3} \text{ seg.} \quad K_{VA} = 135 \text{ seg.}^{-1}$$

$$\Delta T = 0.08 \text{ seg.} \quad \frac{1}{K_{VA}} = 6.5 \cdot 10^{-3} \text{ seg.} \quad K_{VA} = 154 \text{ seg.}^{-1}$$

con muy buena coincidencia con el valor previamente calculado a partir de consideraciones de "hardware".

En el Informe Técnico CAY 1987-3 existe información análoga a la anterior, referida al eje de elevación. El error de posición está dado por:

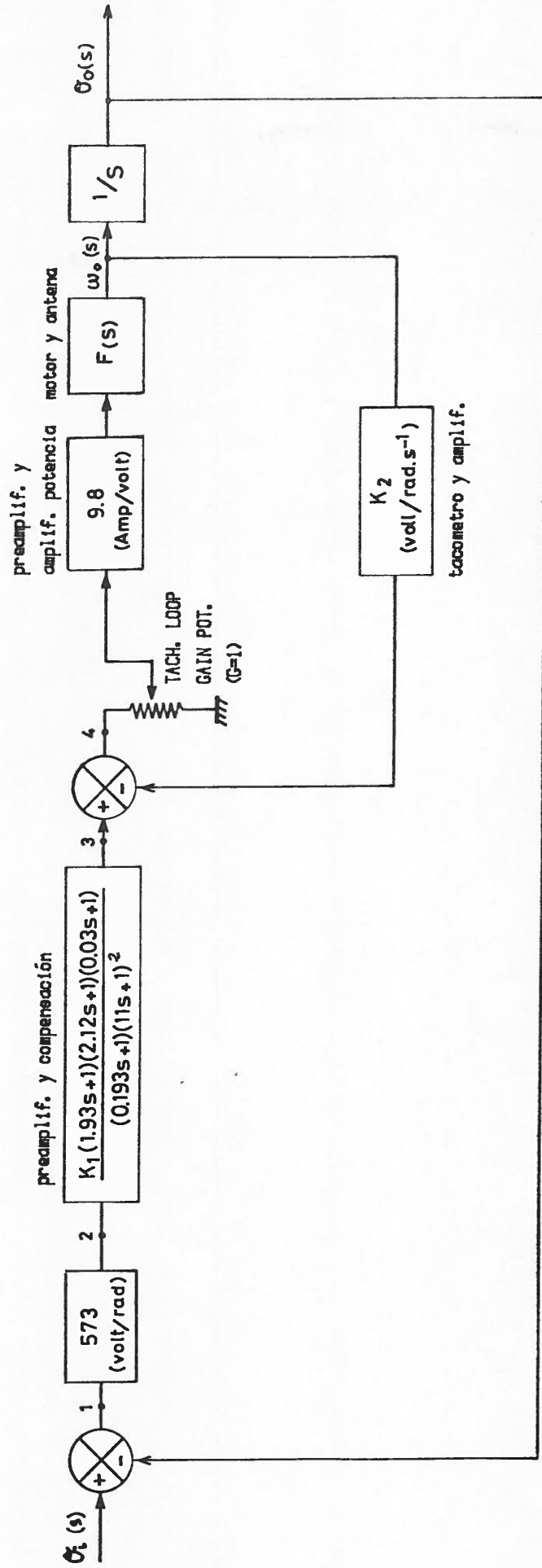
$$\text{ERROR} = X8EA * V + X8EB$$

En este caso las diferencias entre los valores de X8EA medidas para velocidad positiva y negativa son mayores debido al desequilibrio existente entre el peso del reflector y el de los contrapesos, que requiere una corriente mayor sobre los motores cuando la antena sube (velocidad positiva). Utilizando también valores promedios de X8EA (tanto para velocidades positiva y negativa como para elevaciones de  $10^\circ$  y  $80^\circ$ ), se tiene:

$$\Delta T = 0.06 \text{ seg.} \cdot \frac{1}{K_{VE}} = 4.8 \cdot 10^{-3} \text{ seg.} \quad K_{VE} = 210 \text{ seg}^{-1}$$

$$\Delta T = 0.08 \text{ seg.} \cdot \frac{1}{K_{VE}} = 2.6 \cdot 10^{-3} \text{ seg.} \quad K_{VE} = 390 \text{ seg}^{-1}$$

esta vez en no tan buen acuerdo con los valores calculados. La razón pudiera estribar en que los dos tacómetros de elevación no son los que originalmente tenía instalados la antena, de modo que la ganancia del amplificador de las señales de los mismos no está ajustada para los valores reales de sus constantes de sensibilidad (volt/r.p.m.), con lo cual la constante  $K_2$  (figura 1) tendría un valor real diferente del nominal que se ha utilizado en los cálculos.



$\theta_i$  = comando de posición     $\theta_o$  = posición antena     $\omega_o$  = velocidad de antena

$K_1$  = 175.3 (acimut)     $K_2$  = 0.041 volt/(rad.s $^{-1}$ ) (acimut)

$K_1$  = 201.3 (elevación)     $K_2$  = 0.043 " (elevación)

$\omega_o(s)$  se considera medida en el eje del motor

Figura 1. Esquema del servocontrol de la antena (1 eje).

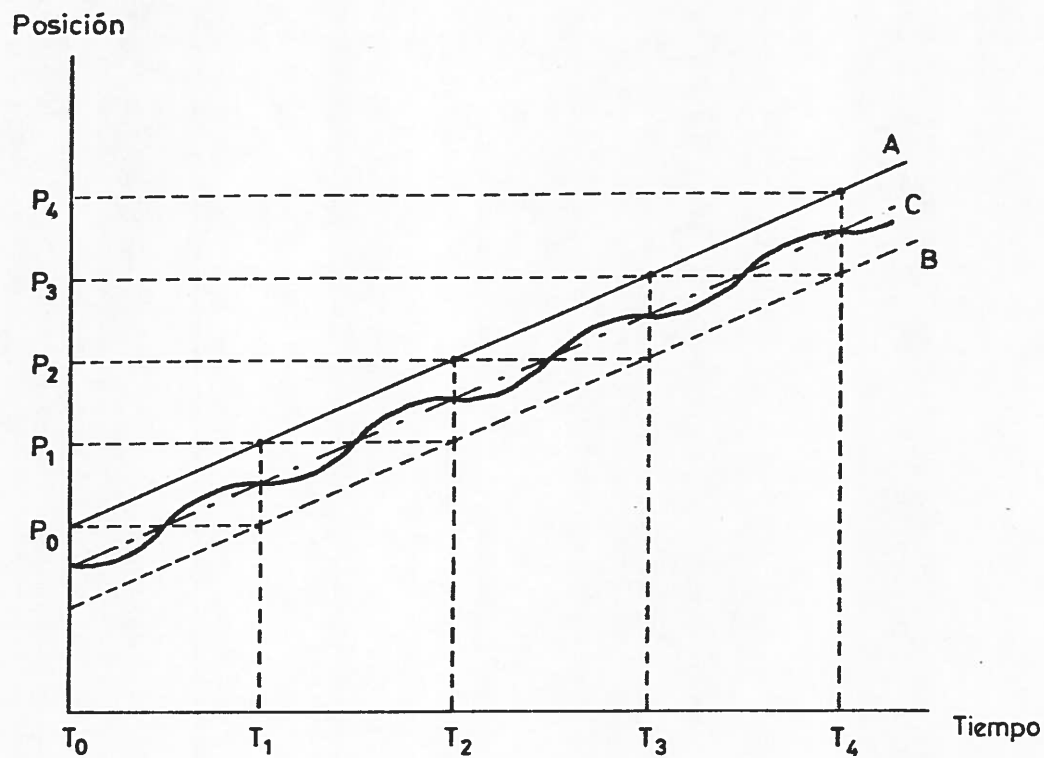


Figura 2