

Informe Técnico CAY 1986-3

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DINAMICO DEL  
SERVOCONTROL DEL RADIOTELESCOPIO DEL CAY

Francisco Javier Alcolea  
Asunción Fuente

El presente trabajo se ha realizado con fondos de la  
CAICYT (Proyecto No. 477-84)

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DINAMICO DEL SERVOCONTROL  
DEL RADIOTELESCOPIO DEL CAY

1:INTRODUCCION

Para facilitar el seguimiento de las radiofuentes la antena del CAY está controlada por un ordenador HP2100S. La posición a la que debe apuntar la antena es comandada por un ordenador después de haber efectuado los cálculos necesarios. Debido al comportamiento del servocontrol de la antena, ésta no se sitúa nunca en la posición que ha sido comandada por el ordenador -para más detalles ver la Tesina de Marisa Martínez sobre este mismo tema- por lo que definimos un error de la forma:

$$\text{Error} = \text{Posición comandada} - \text{Posición leída.}$$

Los errores de la antena se pueden ajustar a una recta de la forma

$$\text{ERROR} = A \times V + B$$

V= velocidad a la que se mueve la antena.

Dado que el intervalo entre comandos típico del programa de observación es de seis a ocho centésimas de segundo se calcularon los errores para esos valores.

Las medidas del movimiento en elevación se efectuaron con dos elevaciones de partida distintas, para poder evidenciar si lo había, una influencia debida a que la antena es algo más pesada que los contrapesos que lleva.

Los resultados obtenidos y las rectas a las que se ajustan se pueden ver en las tablas siguientes.

Las medidas de error que aquí exponemos fueron realizada en los días comprendidos entre el 25 y 30 de Julio de 1986

Se han tomado medidas, tanto en azimut como en elevación para los siguientes valores de la velocidad;

velocidad (MG/S)= 1, 2, 10, 20, 50, 100.  
-1, -2, -10, -20, -50, -100.

Para cada valor de azimut y elevación inicial, tomamos medidas para intervalos de tiempo entre comandos de 6 y 8 centésimas de segundo.

Los datos obtenidos, tanto para movimiento en azimut, como para movimiento en elevación, están representados en las tablas de los próximos apartados.

Como veremos, las medidas del movimiento en elevación se realizaron dos veces. La primera vez obtuvimos unos valores de sigma muy elevados comparados con los obtenidos en azimut, y con otras mediciones del movimiento en elevación realizadas en anteriores ocasiones. Esto se debía a una avería en el tacómetro del motor número dos. Una vez reparado, se realizaron de nuevo las medidas, obteniéndose unos valores de sigma aceptables. Estas últimas medidas son las que pondremos a continuación. Las medidas realizadas con el tacómetro averiado se pondrán al final de este informe para que puedan ser comparadas con las primeras.

2: MEDIDAS EN AZIMUT

INTERVALO = 6 (CS)

AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)

ELEVACION INICIAL = 45 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| 1.                  | -1.27         | .17           |
| 2.                  | -1.23         | .17           |
| 5.                  | -1.09         | .13           |
| 10.                 | -0.90         | .14           |
| 20.                 | -0.53         | .21           |
| 50.                 | 0.55          | .25           |
| 100.                | 2.64          | .28           |

RECTA AJUSTADA

ERROR =  $.038869 \times V - 1.300247$

SIGMA =  $.049191$

INTERVALO = 6 (CS)

AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)

ELEVACION INICIAL = 45 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| -1.                 | -1.51         | .17           |
| -2.                 | -1.52         | .17           |
| -5.                 | -1.60         | .14           |
| -10.                | -1.71         | .13           |
| -20.                | -2.20         | .20           |
| -50.                | -3.62         | .25           |
| -100.               | -5.33         | .28           |

RECTA AJUSTADA

ERROR =  $.040166 \times V - 1.402236$

SIGMA =  $.115406$

INTERVALO = 8 (CS)  
AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)  
ELEVACION INICIAL = 45 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| 1.                  | -1.21         | .18           |
| 2.                  | -1.21         | .14           |
| 5.                  | -1.06         | .13           |
| 10.                 | -0.93         | .14           |
| 20.                 | -0.47         | .20           |
| 50.                 | 1.20          | .25           |
| 100.                | 3.56          | .28           |

RECTA AJUSTADA  
ERROR =  $.048856 \times V - 1.334639$   
SIGMA =  $.084378$

INTERVALO = 8 (CS)  
AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)  
ELEVACION INICIAL 45 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| -1.                 | -1.51         | .18           |
| -2.                 | -1.51         | .16           |
| -5.                 | -1.73         | .13           |
| -10.                | -1.98         | .12           |
| -20.                | -2.34         | .21           |
| -50.                | -4.31         | .27           |
| -100.               | -6.56         | .28           |

RECTA AJUSTADA  
ERROR =  $.052103 \times V - 1.446210$   
SIGMA =  $.141895$

### 3: MEDIDAS EN ELEVACION

INTERVALO = 6 (CS)

AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)

ELEVACION INICIAL = 10 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| 1.                  | -1.88         | .35           |
| 2.                  | -1.93         | .23           |
| 5.                  | -1.89         | .18           |
| 10.                 | -1.78         | .13           |
| 20.                 | -1.44         | .09           |
| 50.                 | -0.02         | .13           |
| 100.                | 1.60          | .20           |

RECTA AJUSTADA

ERROR = .038509\*V -2.125582

SIGMA = .152095

INTERVALO = 6 (CS)

AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)

ELEVACION INICIAL = 10 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| -1.                 | -2.23         | .48           |
| -2.                 | -2.23         | .28           |
| -5.                 | -2.29         | .19           |
| -10.                | -2.49         | .16           |
| -20.                | -2.80         | .13           |
| -50.                | -3.61         | .13           |
| -100.               | -5.33         | .25           |

RECTA AJUSTADA

ERROR = .030601\*V -2.156600

SIGMA = .067534

INTERVALO = 8 (CS)  
AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)  
ELEVACION INICIAL = 10 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| 1.                  | -1.99         | .36           |
| 2.                  | -2.01         | .26           |
| 5.                  | -1.78         | .19           |
| 10.                 | -1.71         | .13           |
| 20.                 | -1.32         | .09           |
| 50.                 | 0.42          | .14           |
| 100.                | 2.02          | .20           |

RECTA AJUSTADA  
ERROR = .043649\*V -2.099222  
SIGMA = .199647

INTERVALO = 8 (CS)  
AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)  
ELEVACION INICIAL = 10 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| -1.                 | -2.34         | .30           |
| -2.                 | -2.31         | .26           |
| -5.                 | -2.38         | .19           |
| -10.                | -2.74         | .15           |
| -20.                | -3.17         | .12           |
| -50.                | -4.64         | .13           |
| -100.               | -6.57         | .24           |

RECTA AJUSTADA  
ERROR = .044857\*V -2.277496  
SIGMA = .118550

INTERVALO = 6 (CS)  
AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)  
ELEVACION INICIAL = 80 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| 1.                  | -1.88         | .35           |
| 2.                  | -1.97         | .23           |
| 5.                  | -1.92         | .19           |
| 10.                 | -1.75         | .12           |
| 20.                 | -1.42         | .10           |
| 50.                 | -0.39         | .09           |
| 100.                | 1.21          | .20           |

RECTA AJUSTADA  
ERROR = .033061\*V - 2.063796  
SIGMA = .072127

INTERVALO = 6 (CS)  
AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)  
ELEVACION INICIAL = 80 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| -1.                 | -2.19         | .33           |
| -2.                 | -2.26         | .26           |
| -5.                 | -2.33         | .24           |
| -10.                | -2.43         | .17           |
| -20.                | -2.78         | .14           |
| -50.                | -4.18         | .14           |
| -100.               | -5.37         | .34           |

RECTA AJUSTADA      ERROR = .036872\*V - 2.136115  
SIGMA = .229269



INTERVALO = 8 (CS)  
AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)  
ELEVACION INICIAL = 80 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| 1.                  | -1.95         | .28           |
| 2.                  | -1.96         | .23           |
| 5.                  | -1.85         | .18           |
| 10.                 | -1.63         | .13           |
| 20.                 | -1.19         | .10           |
| 50.                 | -0.36         | .13           |
| 100.                | 1.99          | .20           |

RECTA AJUSTADA  
ERROR =  $.038036 \times V - 2.027099$   
SIGMA = .147342

INTERVALO = 8 (CS)  
AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)  
ELEVACION INICIAL = 80 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| -1.                 | -2.27         | .37           |
| -2.                 | -2.28         | .26           |
| -5.                 | -2.39         | .23           |
| -10.                | -2.59         | .17           |
| -20.                | -3.12         | .14           |
| -50.                | -4.22         | .13           |
| -100.               | -6.91         | .35           |

RECTA AJUSTADA  
ERROR =  $.043701 \times V - 2.165309$   
SIGMA = .183560

## RESULTADOS

Con las rectas obtenidas, podemos calcular los offsets de la antena.

Así;

### AZIMUT

XBAA = Es la media de las pendientes de las rectas ajustadas ( A ), para el movimiento en azimut.

XBAB = Es la media de los términos independientes ( B ), obtenidos para el movimiento en azimut.

### ELEVACION

XBEA = Es la media de las pendientes de las rectas ajustadas ( A ), para el movimiento en elevación.

XBEB = Es la media de los términos independientes ( B ), obtenidos para el movimiento en elevación.

Los resultados obtenidos son:

AZIMUT:        XBAA= 0.045 (MG/(MG/S))  
                  XBAB=-1.4    (MG)  
ELEVACION:    XBEA= 0.037 (MG/(MG/S))  
                  XBEB=-2.0    (MG)

Hemos de hacer varios comentarios sobre estos resultados:

1) Los valores obtenidos tanto para A, como para B, están mucho más dispersos cuando la elevación inicial es 10 grados que cuando es 80 grados.

2) Cuando tomamos los valores observamos, que si bien las sigmas correspondientes al movimiento en azimut eran similares a las obtenidas en ocasiones anteriores, las correspondientes al movimiento en elevación habían aumentado considerablemente. Esto era debido, a que el tacómetro del motor número 2 de elevación

estaba averiado. Una vez reparada la averia, repetimos las medidas para el movimiento en elevación.

Las medidas presentadas en este informe para el movimiento de elevación, son las realizadas con el tacómetro reparado. Se observa, que las sigmas en este caso son comparables a las obtenidas en azimut y a las obtenidas en elevación en otras ocasiones.

3) Los valores de XBEA, y XBEB, que aquí presentamos (que son los utilizados en las cintas), corresponden a las primeras medidas en elevación que realizamos (con el tacómetro averiado). Esto se debe, a que una vez reparado el tacómetro, si bien los valores que obteníamos de sigma eran mucho menores, los valores de los errorers eran similares, resultando las mismas medias que en las primeras medidas.

Los resultados que obtuvimos con el tacómetro reparado, son:

ELEVACION: XBEA= 0.039 (MG/(MG/S))

XBEB=-2.1 (MG)

#### 4: MEDIDAS EN ELEVACION REALIZADAS CON EL TACOMETRO AVERIADO.

A continuación, listamos los datos obtenidos con el tacómetro averiado. Comparándolos con los datos que se obtuvieron tras reparar la avería, podemos comprobar los comentarios realizados en los apartados anteriores.

INTERVALO = 6 (CS)

AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)

ELEVACION INICIAL = 10 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| 1.                  | -1.88         | .44           |
| 2.                  | -1.89         | .41           |
| 5.                  | -1.87         | .38           |
| 10.                 | -1.77         | .65           |
| 20.                 | -1.43         | .46           |
| 50.                 | -0.45         | .32           |
| 100.                | 1.16          | .73           |

RECTA AJUSTADA

ERROR =  $.030694 \times V - 1.9777490$

SIGMA =  $.0870143$

INTERVALO = 6 (CS)

AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)

ELEVACION INICIAL = 10 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| -1.                 | -2.20         | .42           |
| -2.                 | -2.24         | .35           |
| -5.                 | -2.28         | .33           |
| -10.                | -2.38         | .69           |
| -20.                | -2.78         | .52           |
| -50.                | -4.01         | .36           |
| -100.               | -5.82         | .96           |

RECTA AJUSTADA

ERROR =  $.037193 \times V - 2.121162$

SIGMA =  $.071735$

INTERVALO = 8 (CS)  
AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)  
ELEVACION INICIAL = 10 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| 1.                  | -1.88         | .39           |
| 2.                  | -1.91         | .25           |
| 5.                  | -1.72         | .27           |
| 10.                 | -1.50         | .40           |
| 20.                 | -1.19         | .38           |
| 50.                 | -0.41         | .28           |
| 100.                | 2.68          | .74           |

RECTA AJUSTADA  
ERROR =  $.037161 \times V - 1.973561$   
SIGMA =  $.0892254$

INTERVALO = 8 (CS)  
AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)  
ELEVACION INICIAL = 10 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| -1.                 | -2.24         | .32           |
| -2.                 | -2.22         | .26           |
| -5.                 | -2.46         | .28           |
| -10.                | -2.60         | .45           |
| -20.                | -2.94         | .44           |
| -50.                | -4.24         | .32           |
| -100.               | -6.52         | .94           |

RECTA AJUSTADA  
ERROR =  $.041798 \times v - 2.179075$   
SIGMA =  $.089225$

INTERVALO = 6 (CS)

AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)

ELEVACION INICIAL = 80 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| 1.                  | -1.80         | .37           |
| 2.                  | -1.83         | .23           |
| 5.                  | -1.81         | .27           |
| 10.                 | -1.67         | .39           |
| 20.                 | -1.27         | .33           |
| 50.                 | -0.77         | .31           |
| 100.                | 1.31          | .70           |

RECTA AJUSTADA

ERROR =  $.027267 \times V - 1.911104$

SIGMA = .250202

INTERVALO = 6 (CS)

AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)

ELEVACION INICIAL = 80 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| -1.                 | -2.16         | .34           |
| -2.                 | -2.14         | .30           |
| -5.                 | -2.30         | .33           |
| -10.                | -2.51         | .43           |
| -20.                | -2.68         | .41           |
| -50.                | -4.05         | .35           |
| -100.               | -5.72         | .81           |

RECTA AJUSTADA

ERROR =  $.035514 \times V - 2.090025$

SIGMA = .10172

INTERVALO = 8 (CS)  
AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)  
ELEVACION INICIAL = 80 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| 1.                  | -1.80         | .36           |
| 2.                  | -1.82         | .26           |
| 5.                  | -1.76         | .26           |
| 10.                 | -1.47         | .39           |
| 20.                 | -0.99         | .33           |
| 50.                 | 0.26          | .32           |
| 100.                | 2.71          | .69           |

RECTA AJUSTADA

ERROR =  $.045022 * V - 1.926063$   
SIGMA =  $.0821584$

INTERVALO = 8 (CS)  
AZIMUT INICIAL = 0 (GRADOS)  
ELEVACION INICIAL = 80 (GRADOS)

| VELOCIDAD<br>(MG/S) | ERROR<br>(MG) | SIGMA<br>(MG) |
|---------------------|---------------|---------------|
| -1.                 | -2.17         | .32           |
| -2.                 | -2.19         | .32           |
| -5.                 | -2.32         | .36           |
| -10.                | -2.56         | .44           |
| -20.                | -2.96         | .41           |
| -50.                | -3.83         | .35           |
| -100.               | -6.30         | .82           |

RECTA AJUSTADA

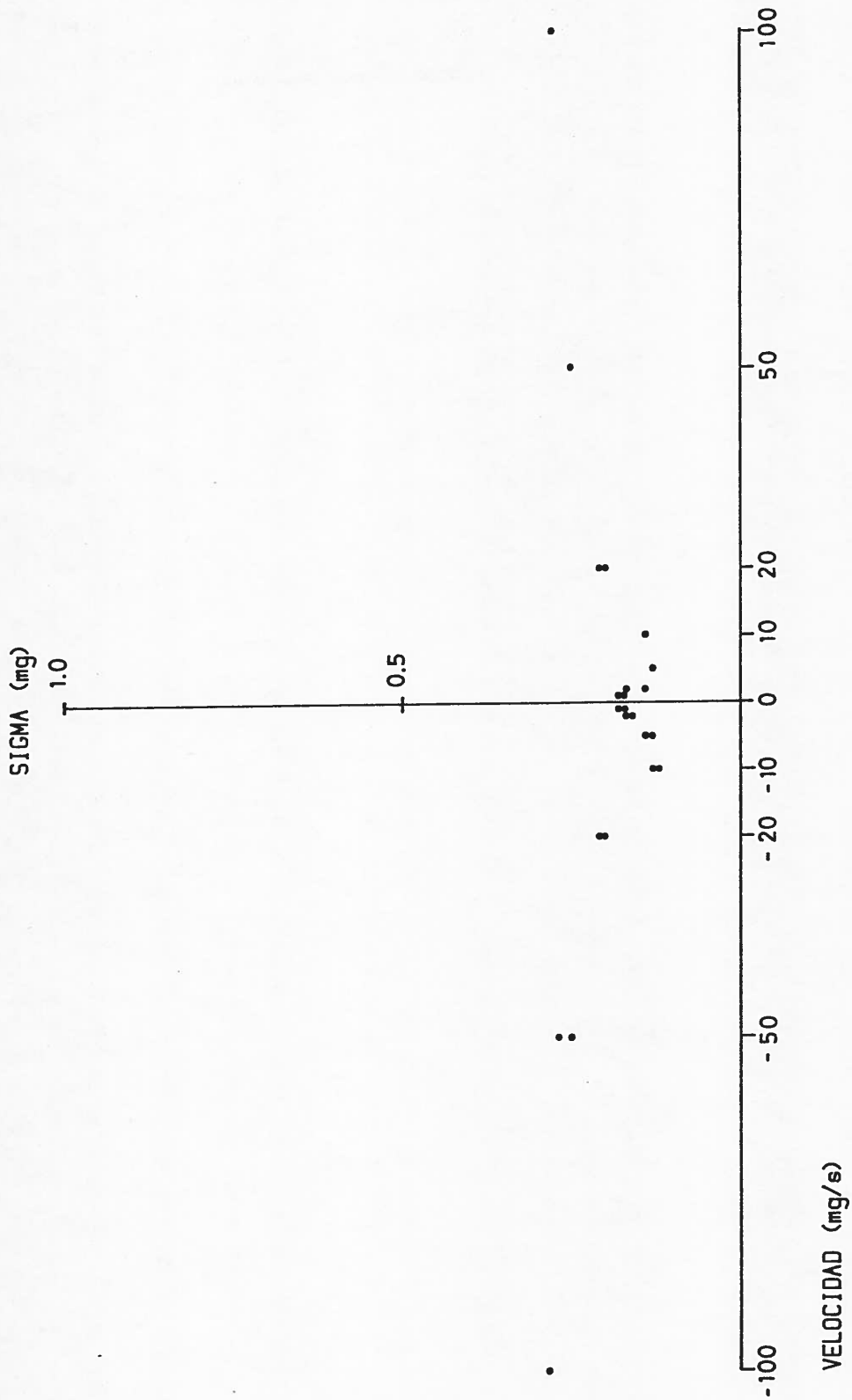
ERROR =  $.037724 * V - 2.123235$   
SIGMA =  $.203104$

Los valores de las sigmas obtenidas para movimientos en azimut y elevación, tanto con el tacómetro averiado como una vez reparado éste, pueden verse en las gráficas que se dan a continuación. En las gráficas se han representado los valores de sigma como función de la velocidad de la antena.

Puede apreciarse como las sigmas del movimiento en elevación estando el tacómetro averiado son, para algunas velocidades, cinco o seis veces mayores que las obtenidas una vez subsanada la avería.



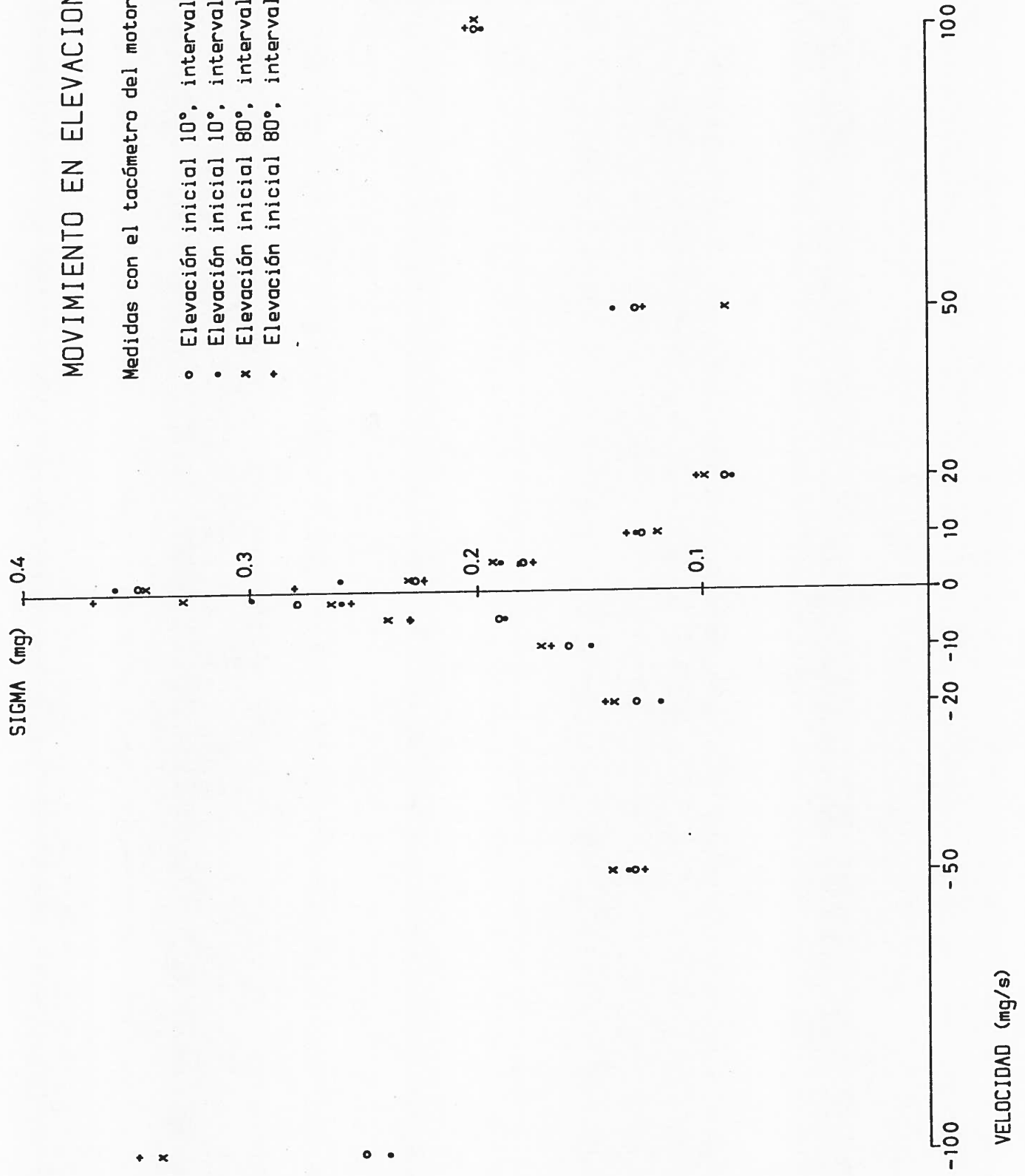
# MOVIMIENTO EN AZIMUT



# MOVIMIENTO EN ELEVACION

Medidas con el tacómetro del motor n. 2 arreglado

- o Elevación inicial 10°, intervalo 6 cs.
- Elevación inicial 10°, intervalo 8 cs.
- x Elevación inicial 80°, intervalo 6 cs.
- ♦ Elevación inicial 80°, intervalo 8 cs.



# MOVIMIENTO EN ELEVACION

Elevación inicial 10°, intervalo 8 cs.

- x Medidas con el tacómetro averiado
- o Medidas con el tacómetro arreglado

