

MEDICION DE LA POSICION, ESTRUCTURA Y  
POLARIZACION DE RADIOFUENTES EXTRAGALACTICAS

TESIS PRESENTADA POR:

FERNANDO RAUL COLOMB

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

1970

AGRADECIMIENTOS

Estoy muy agradecido a todos los miembros del National Radio Astronomy Observatory por el ambiente amable que me brindaron durante mis dos años de estadía en la Ciudad de Charlottesville y en Green Bank. A su Director Dr. D. Heeschen por haber posibilitado la concreción de este trabajo y a los doctores C.M. Wade, D.E. Hogg, B.G. Clark y R. Conway que me permitieron adquirir una valiosa experiencia en interferometría.

Al Dr. Carlos M. Varsavsky mis agradecimientos especiales por los consejos y estímulos brindados y además por haber leído los originales. A la Srta. Marta L. D'Agostino por su amplia colaboración brindada en la escritura a máquina de los manuscritos.

Al centro de computación de la Universidad Nacional de La Plata por haberme permitido usar la computadora y a la Srta. Susana Marchi por sus valiosos aportes en la realización de los programas.

Finalmente a todos mis compañeros del Instituto Argentino de Radioastronomía que de una u otra forma me alentaron en la concreción de mi tesis.-

INDICE

	<u>Página</u>
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	v
Capítulo I Introducción.....	1
1. Trabajos anteriores.....	1
2. Teoría del interferómetro.....	6
3. Función de visibilidad. Distribución de brillo de radiofuentes.....	8
4. Métodos para la determinación de la posición de radiofuentes.....	12
5. Métodos para la determinación de la polarización.....	15
Capítulo II Método de observación y análisis de los datos.	19
1. Técnica observacional.....	19
2. Reducción de los datos.....	20
3. Calibración de las amplitudes de las franjas de interferencia.....	21
4. Determinación de los parámetros del interferómetro.....	23
Capítulo III Resultados observacionales.....	24
1. Determinación del tamaño y estructura de la radiofuente.....	24
2. Determinación de la posición de la radiofuente.....	30
3. Determinación de la polarización de la radiofuente.....	30
Capítulo IV Análisis de los resultados observacionales....	32
1. Interpretación de los resultados obtenidos.....	32
2. Comparación con otros trabajos.....	33
3. Sugerencias para futuros trabajos.....	35

Página

Bibliografía.....	36
Tabla I.....	38
Tabla IV.....	39
Tabla V(a).....	40
Tabla V(a').....	41
Tabla V(b).....	42
Tabla VI.....	43
Tabla VII.....	44
Leyenda de las Figuras.....	45

RESUMEN

Con el interferómetro de 3 elementos del National Radio Astronomy Observatory se midió la posición, estructura y polarización de 65 radiofuentes extragalácticas del Catálogo de Parkes en la zona comprendida entre declinaciones  $-10^{\circ}$  y  $-30^{\circ}$ .

En promedio cada radiofuente fue observada en cinco ángulos horarios y en tres oportunidades.

El espaciamiento entre antenas era de 200, 1900 y 2100 ms. y la frecuencia de observación 2695 Mc/s ( $\lambda = 11.1$  cm.)

De estas 65 radiofuentes, 25 muestran estructura en el rango de 3" a 25". Para estas se calcularon modelos de distribución de brillo. La posición para 51 de estas radiofuentes, fue medida con una precisión del orden de los 2". También se obtuvo la polarización para 25 de estas radiofuentes.

Otras 30 radiofuentes fueron observadas en un único ángulo horario, obteniéndose para estas un diámetro, asumiendo una distribución de brillo gaussiana.

## CAPITULO I. INTRODUCCION

### 1) TRABAJOS ANTERIORES

#### a) Posición

Alrededor del año 1950 se realizó la primera medición razonable de la posición de una radiofuente. A partir de entonces se han confeccionado catálogos de radiofuentes en diferentes observatorios y a diferentes frecuencias. Los principales catálogos con sus características pueden verse en la tabla I.

La precisión promedio de estos catálogos es del orden de 1 minuto de arco y su uso principal es el de servir como guía para posteriores investigaciones.

Posiciones más precisas fueron obtenidas, a partir de estos catálogos, para un número menor de radiofuentes usando diversas técnicas.

Así Shimmins et al (1) obtuvieron la posición de 644 radiofuentes con una precisión promedio de 15", utilizando el radiotelescopio del observatorio de Parkes en Australia, en la frecuencia de 2695 Mhz.

Adgie y Gent (2) utilizando el interferómetro del Royal Radar Establishment en Malvern, Inglaterra, midieron la posición de 137 radiofuentes en 610 Mhz. con una precisión promedio de 3".

Read (3) y Wyndham (4) utilizando el brazo norte del interferómetro del California Institute of Technology en U.S.A., midieron la declinación de 200 radiofuentes en 960 Mhz. con una precisión promedio de 13".

Fomalont et al (5), utilizando el brazo este-oeste del interferómetro del California Institute of Technology midieron la ascensión recta de 226 radiofuentes con una precisión promedio de 9".

Wade et al (6) con el interferómetro del National Radio Astronomy Observatory, en U.S.A., determinaron la posición de 14 radiofuentes con una precisión de 1" en la frecuencia de 2695 Mhz.

Con este mismo interferómetro Clark y Hogg obtuvieron la posición de 39 radiofuentes (7).

En estos trabajos los telescopios fueron calibrados usando posiciones de radiofuentes determinadas ópticamente cuyas precisiones son del orden de 1".

Mediciones sobre una base absoluta, es decir independiente de calibradores, fueron recientemente determinadas por un grupo de la Universidad de Cambridge, Inglaterra, mediante una cuidadosa determinación de los parámetros del interferómetro (8).

La ocultación de radiofuentes por la luna también nos provee la determinación precisa y absoluta de la posición de radiofuentes, aunque en este caso estamos limitados a las radiofuentes que se encuentran cerca de la eclíptica.

#### b) Estructura

Como veremos más adelante el interferómetro mide la función de visibilidad  $V(u,v)$  de una radiofuente cuya transformada de Fourier nos da la distribución de brillo sobre la radiofuente. Las variables  $u,v$  están determinadas por la orientación y distancia entre antenas. Por lo tanto para reconstruir la distribución de brillo es necesario medir la función de visibilidad a distintos espaciamientos y orientaciones de las antenas. Una medición en una sola dirección y a una única distancia nos puede dar un diámetro de la radiofuente siempre que hagamos una hipótesis sobre la forma de la distribución de brillo.

Cuando el número de pares de variables  $u,v$  no es suficiente para realizar la transformada de Fourier se puede calcular un modelo

y ver si este concuerda con las observaciones.

Existen numerosos trabajos sobre estructura de radiofuentes realizadas con interferómetros empleando diferentes métodos de observación. Detallaremos aquí los principales trabajos en esta área.

Moffet y Maltby (9, 10, 11) observaron alrededor de 200 radiofuentes con el interferómetro del California Institute of Technology en la frecuencia de 960 Mhz. Las radiofuentes fueron seleccionadas principalmente del catálogo CTA. Las separaciones entre antenas eran de 60, 120, 240 y 480 m. tanto para la dirección este-oeste, como para la dirección norte-sur. De 174 radiofuentes extragalácticas observadas un 57% no son resueltas, es decir tienen diámetros menores que .6'. Mediante el cálculo de modelos se determina la estructura del resto. Se usan 3 modelos diferentes: simple gaussiana, dobles con igual intensidad de las componentes, dobles con desigual intensidad de las componentes y tipo halo mas núcleo. El número de las radiofuentes simples es relativamente bajo (7%).

Clark y Hogg (7) observaron 146 radiofuentes seleccionadas del catálogo NRAO. Usaron el interferómetro del National Radio Astronomy Observatory con una separación de 2.4 Km. y en la frecuencia de 2695 Mhz. Muchas de estas radiofuentes muestran estructuras del orden de los segundos de arco.

Fomalont (12, 13) observó alrededor de 500 radiofuentes con el interferómetro del California Institute of Technology en la frecuencia de 1420 Mhz. Usó el brazo este-oeste de dicho interferómetro con 9 separaciones entre antenas espaciadas entre 140 y 2600  $\lambda$ . El 50% de estas fuentes no están resueltas, o sea tienen diámetros inferiores a 15". Se concluye que existen cuatro tipos diferentes de estructura: dobles con igual y distinto diámetro de las componentes, halo más núcleo y triples o más complejas.

Bash (14,15) observó 234 radiofuentes con el interferómetro del N.R.A.O. en la frecuencia de 2695 Mhz. usando cinco separaciones entre 10.000 y 24.000  $\lambda$ . Un 60% de estas radiofuentes no puede ser representadas por una estructura gaussiana simple.

Hogg (16) observó 21 cuasares con el interferómetro del N.R.A.O. en la frecuencia de 2695 Mhz. con una separación de 16.200  $\lambda$  y diferentes orientaciones.

Un grupo de la Universidad de Cambridge (17,18) observó 142 radiofuentes del catálogo 3C con el nuevo interferómetro de dicha Universidad en las frecuencias de 407 y 1420 Mhz.

Eckers (19) observó 123 radiofuentes, principalmente radiogalaxias, del catálogo de Parkes, con el interferómetro del Australian National Radio Astronomy Observatory en las frecuencias de 468 y 1403 Mhz.

En el año 1958 un grupo del Observatorio de Jodrell Bank, en Inglaterra, comenzó una serie de observaciones que culminaron con la obtención de una resolución del orden de .03" en la longitud de onda de 6 cm. Para ello se construyeron antenas separadas por una distancia del orden de los 100 Km. Para conectarlas se usó el método de enlace por microondas. De estas investigaciones se vió que un considerable número de radiofuentes tenía diámetros inferiores al límite de resolución obtenido (20).

En los trabajos antes mencionados los receptores usados eran del tipo superheterodino. El amplificador de radio frecuencia se encuentra en el foco de cada antena por lo cual se hace necesario enviar a cada antena una señal de radio frecuencia y mezclarla con la señal de la radiofuente. La señal de frecuencia intermedia obtenida en cada antena se envía nuevamente al receptor donde se producen las franjas de interferencia. Para líneas de base del orden de

los kilómetros la conexión entre antenas se efectúa mediante cables. Cuando se quiere observar a mayores distancias, las pérdidas producidas en los cables, además de su elevado costo, hacen este método prohibitivo. Se puede entonces usar el enlace de radio para transportar las señales, que por las mismas consideraciones anteriores llega a ser prohibitivo a distancias del orden de los cientos de kilómetros.

Alrededor del año 1966 surgió la idea de eliminar la conexión física entre las antenas usando osciladores atómicos independientes en cada antena y registrando la señal de frecuencia intermedia en cinta magnética que pueden ser procesadas más tarde en una computadora.

Dos grupos desarrollaron exitosamente esta técnica, uno en Ca nadá y otro en USA. El primer experimento se realizó en marzo de 1967 en Canadá (21). Posteriores experimentos se realizaron en USA (22), USA - Suecia (23), USA - Australia (24), etc.

### c) Polarización

Salvo raras excepciones, la polarización de las radiofuentes es de unos pocos por ciento y en general su medición requiere el uso de grandes antenas. El primer trabajo sobre la medición de la polarización de radiofuentes extragalácticas data del año 1962 y se realizó sobre una de las fuentes más intensas, Cygnus A.

Varios grupos han realizado mediciones sobre un gran número de radiofuentes a diferentes frecuencias. Entre los principales pueden citarse las observaciones obtenidas en Australia, con el radiotelescopio de Parkes; en Inglaterra con el radiotelescopio de Jodrell Bank, con el interferómetro del California Institute of Technology, con los radiotelescopios del NRL y NRAO en USA. El rango de longitudes de ondas en estas observaciones abarca de los

dos a los 70 cm.

Una extensa bibliografía sobre estos trabajos puede encontrarse en el Vol. 4 del Annual Review of Astronomy and Astrophysics, pag. 245.

## 2) TEORIA DEL INTERFEROMETRO

Consideremos un interferómetro del tipo mostrado en la fig. 1. Las dos antenas están separadas por una distancia  $\frac{D}{\lambda}$  longitudes de onda. Las antenas tienen un area efectiva  $A_1$  y  $A_2$ , a cada antena está asociado un receptor con ganancias  $G_1$  y  $G_2$  respectivamente. El ancho de banda de los receptores es  $\Delta F$ .

Determinaremos la respuesta del interferómetro a una fuente puntual cuya densidad de flujo es  $S$ .

La potencia de los terminales de cada antena son:

$$y \quad \begin{aligned} & 1/2 A_1 S \Delta F \\ & 1/2 A_2 S \Delta F \end{aligned} \quad (1)$$

Los voltajes en los puntos A y B de la Fig. 1 son:

$$\begin{aligned} V_A &= 1/2 \sqrt{A_1 G_1 \Delta F S} \quad \text{sen} \left( \omega t - \frac{2\pi D}{\lambda} \cos \theta \right) \\ V_B &= 1/2 \sqrt{A_2 G_2 \Delta F S} \quad \text{sen} \omega t \end{aligned} \quad (2)$$

Estas señales son multiplicadas en el correlador (o multiplicador) y luego filtradas de tal manera que las componentes de alta frecuencia son eliminadas. La salida  $f(\theta)$  es entonces:

$$\begin{aligned} f(\theta) &= 1/8 A G \Delta F S \quad \cos \left( \frac{2\pi D}{\lambda} \cos \theta \right) \\ A &= \sqrt{A_1 A_2} \quad G = \sqrt{G_1 G_2} \end{aligned} \quad (3)$$

$\theta$  es una función del tiempo debido al movimiento de la fuente.

Desarrollaremos  $\theta$  en función de las coordenadas de la fuente y del interferómetro.

En la fig. 2 puede verse la porción de la esfera celeste por sobre el horizonte local. La posición de la fuente se dá en términos del ángulo horario H y de la declinación  $\delta$ . La proyección a lo largo de la línea de base en la esfera celeste determina un punto I que designaremos como el polo del interferómetro. Este punto tiene un ángulo horario fijo h y declinación d.

El triángulo esférico formado por la fuente (S), el polo celeste y el polo del instrumento I nos permite expresar  $\cos \theta$  en términos de las coordenadas de la fuente (H,  $\delta$ ) y de las coordenadas del interferómetro (h, d). Por la ley de los cosenos obtenemos:

$$\cos \theta = \sin d. \sin \delta + \cos d. \cos \delta \cos (H-h) \quad (4)$$

Introduciendo este valor en (3) obtenemos para  $f(\theta)$ :

$$f(H, \delta) = 1/8 \text{ A.G.} \Delta \text{F.S.} \cos \left[ 2 \pi \frac{D}{\lambda} \left\{ \sin d. \sin \delta + \cos d. \cos \delta \cdot \cos(H-h) \right\} \right] \quad (5)$$

La proyección de la línea de base en la dirección de la fuente, como puede verse en la fig. 2 es  $\frac{D}{\lambda} \sin \theta$  con ángulo de posición p. Las componentes este-oeste y norte-sur de la línea de base proyectada son:

$$\begin{aligned} \text{componente este-oeste} & \quad u = \frac{D}{\lambda} \sin \theta \cdot \sin p \\ \text{componente norte-sur} & \quad v = \frac{D}{\lambda} \sin \theta \cdot \cos p \end{aligned} \quad (6)$$

Usando las leyes de la trigonometría esférica podemos expresar u y v en función de H,  $\delta$ , h, d obteniendo:

$$\begin{aligned} u &= \frac{D}{\lambda} \cos d \cdot \sin (H-h) \\ v &= \frac{D}{\lambda} \left\{ \sin d \cdot \cos \delta - \cos d \cdot \sin \delta \cos (H-h) \right\} \end{aligned} \quad (7)$$

### 3) FUNCION DE VISIBILIDAD. DISTRIBUCION DE BRILLO DE RADIOFUENTES

Consideremos la fuente que se muestra en la fig. 3. Las dimensiones de la misma son menores que el ancho del haz de las antenas.

Definimos un sistema de coordenadas cartesianas x, y centrado en la fuente. Estas están relacionadas a las coordenadas equatoriales H,  $\delta$  por

$$\begin{aligned} x &= (H-H_0) \cos \delta \\ y &= \delta - \delta_0 \end{aligned} \quad (8)$$

Consideremos el elemento de ángulo sólido  $d\Omega = dx \cdot dy$  que posee un brillo  $B(x,y)$ . Este ángulo sólido contribuye con una densidad de flujo  $dS = B(x,y) dx \cdot dy$ . La respuesta del interferómetro a esta porción de la fuente es:

$$d^2 f(H, \delta) = 1/8 G \Delta F \cdot B(x,y) A(x,y) \cos \left( 2\pi \frac{D}{\lambda} \cos \theta \right) dx \cdot dy \quad (9)$$

Desarrollando  $\cos(\theta)$  por Taylor alrededor del origen de las coordenadas de la fuente  $(H_0, \delta_0)$  y reteniendo solamente los términos de primer orden obtenemos para  $\cos(\theta)$ :

$$\cos(\theta) = \cos \theta_0 + \frac{1}{\cos \delta} \frac{\partial}{\partial H} (\cos \theta) \cdot x + \frac{\partial}{\partial \delta} (\cos \theta) \cdot y \quad (10)$$

De las expresiones (4) y (7) vemos que:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\cos \delta} \frac{\partial}{\partial H} (\cos \theta) &= \frac{u}{D} \lambda \\ \frac{\partial}{\partial \delta} (\cos \theta) &= \frac{v}{D} \lambda \end{aligned} \quad (11)$$

Introduciendo (11) en (10) obtenemos para  $\cos \theta$

$$\begin{aligned} \frac{D}{\lambda} \cos \theta &= \frac{D}{\lambda} \cos \theta_0 + (ux + vy) \\ \text{y} \\ \cos \left( 2\pi \frac{D}{\lambda} \cos \theta \right) &= \cos \left\{ 2\pi \frac{D}{\lambda} (\cos \theta_0) + 2(ux + vy) \right\} \end{aligned} \quad (12)$$

Desarrollando el coseno de la suma del segundo miembro e introduciéndolo en (9) obtenemos para  $d^2 f(\theta)$  la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} d^2 f(H, \delta) &= 1/8 G \cdot \Delta F \cdot \left\{ \cos \left( 2\pi \frac{D}{\lambda} \cdot \cos \theta_0 \right) \cdot B(x, y) \cdot A(x, y) \cdot \cos 2\pi(ux + vy) \cdot \right. \\ &\quad \left. - \sin \left( 2\pi \frac{D}{\lambda} \cdot \cos \theta_0 \right) \cdot B(x, y) \cdot A(x, y) \cdot \sin 2\pi(ux + vy) \right\} dx \cdot dy \end{aligned} \quad (13)$$

Definimos la respuesta normalizada de la antena como

$$a(x, y) = \frac{A(x, y)}{A} \quad A = A(0, 0)$$

Usando la aproximación de Rayleigh-Jeans podemos escribir:

$$B(x, y) = \frac{2k}{\lambda^2} T_b(x, y)$$

Introduciendo estos valores en (13) e integrando obtenemos:

$$f(H, \delta) = 1/8 \text{ G.A.S.} \Delta F. \left\{ C(u, v) \cdot \cos\left(2\pi \frac{D}{\lambda} \cos \theta_0\right) - S(u, v) \cdot \sin\left(2\pi \frac{D}{\lambda} \cos \theta_0\right) \right\} \quad (14)$$

Donde:

$$C(u, v) = \frac{\iint a(x, y) T_b(x, y) \cos 2\pi (ux + vy) dx \cdot dy}{\iint T_b(x, y) dx \cdot dy} \quad (15)$$

$$S(u, v) = \frac{\iint a(x, y) T_b(x, y) \sin 2\pi (ux + vy) dx \cdot dy}{\iint T_b(x, y) dx \cdot dy}$$

Podemos expresar a  $f(H, \delta)$  de otra forma teniendo en cuenta que de acuerdo a (14) esta puede ser interpretada como el producto escalar de dos vectores

$$\vec{A}(u, v) = C(u, v) \vec{i} + S(u, v) \vec{j}$$

$$\vec{\Theta} = \cos\left(2\pi \frac{D}{\lambda} \cos \theta_0\right) \vec{i} - \sin\left(2\pi \frac{D}{\lambda} \cos \theta_0\right) \vec{j}$$

Podemos escribir entonces

$$f(H, \delta) = 1/8 \text{ G.A.S.} \Delta F. A(u, v) \cos\left\{2\pi \frac{D}{\lambda} \cos \theta_0 + \Phi(u, v)\right\}$$

Donde:

$$A(u, v) = \sqrt{C^2(u, v) + S^2(u, v)}$$

$$\Phi(u, v) = -\text{tag}^{-1} \left[ \frac{S(u, v)}{C(u, v)} \right] \quad (16)$$

$A(u, v)$  y  $\Phi(u, v)$  definen la función compleja de visibilidad de la distribución de temperatura de brillo de la fuente

$$V(u, v) = A(u, v) \exp[-i \Phi(u, v)] \quad (17)$$

O sea que la salida del interferómetro  $f(H, \delta)$  es una senoide cuya amplitud y fase determinan la función de visibilidad.

Sumando las (15) se puede ver que  $V(u,v)$  es la transformada de Fourier de la distribución de temperatura de brillo de la fuente, o sea:

$$V(u,v) = \frac{\iint a(x,y) T_b(x,y) \exp[-2\pi i (ux + vy)] dx.dy}{\iint T_b(x,y) dx.dy}$$

Esto es, si obtenemos los valores de  $V(u,v)$  para todos los pares de valores de  $u,v$  se puede obtener la distribución de brillo sobre la fuente  $T_b(x,y)$  mediante una inversión de Fourier. Las limitaciones son por supuesto que no todos los pares de valores de  $V(u,v)$  son medibles ya que los máximos valores de  $u$  y  $v$  están limitados por la máxima separación  $\frac{D}{\lambda}$  de los elementos del interferómetro.

Calcularemos ahora los valores de  $u$  y  $v$  que son obtenidos para una radiofuente a una declinación  $\delta$  que es observada en diferentes ángulos horarios.

Como vimos por (7)

$$u = \frac{D}{\lambda} \cos d. \sin (H-h)$$

$$v = \frac{D}{\lambda} \sin d. \cos \delta - \cos d. \sin \delta \cos (H-h)$$

elevando al cuadrado y sumando vemos que esta expresión representa la ecuación paramétrica de una elipse con las siguientes propiedades:

Semieje mayor	$\frac{D}{\lambda} \cos d$
Semieje menor	$\frac{D}{\lambda} \cos d \sin \delta$
Centro de la elipse	$(0, -\frac{D}{\lambda} \sin d \cos \delta)$
exentricidad	$\cos \delta$

O sea que el interferómetro al seguir una fuente mide la función de visibilidad en puntos que se encuentran sobre una elipse en el plano u.v. Cambiando la separación  $\frac{D}{\lambda}$  una elipse diferente es observada. En la fig. 4 pueden verse las elipses para tres diferentes declinaciones.

#### 4) METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA POSICION DE RADIOFUENTES

Como vimos por (5) la fase de la respuesta de un interferómetro a una fuente puntual es:

$$2\pi \phi(t) = \frac{D}{\lambda} \left\{ \sin d \sin \delta + \cos d \cos \delta \cos(H-h) \right\}$$

Desarrollando

$$\cos(H-h) = \cos H \cos h + \sin H \sin h$$

y definiendo

$$\begin{aligned} B_x &= \frac{D}{\lambda} \cos d \cos h \\ B_y &= \frac{D}{\lambda} \cos d \sin h \\ B_z &= \frac{D}{\lambda} \sin d \end{aligned} \tag{18}$$

Por estas definiciones vemos que:

$B_x$  es la proyección de la línea de base, en longitudes de onda, en la dirección  $H = 0^h, \delta = 0^\circ$

$B_y$  es la proyección de la línea de base, en longitudes de onda, en la dirección  $H = + \epsilon^h, \delta = 0^\circ$

$B_z$  es la proyección de la línea de base, en longitudes de onda, en la dirección  $\delta = + 90^\circ$

Introduciendo estos valores en la expresión para la fase obtenemos:

$$\Phi(t) = 2\pi \text{sen } B_z + \cos \delta (B_x \cos H + B_y \text{sen } H) \quad (19)$$

El programa usado en la reducción de las franjas de interferencia determina la fase por referencia a las franjas de interferencia esperadas para una fuente puntual a una posición asumida  $(\alpha, \delta)$  con parámetros también asumidos  $B_x, B_y, B_z$ ; o sea los valores medidos de la fase son:

$$\Phi(t) = 2\pi \left\{ \text{sen } \delta' \cdot B_z' - \text{sen } \delta \cdot B_z + \cos \delta (B_x' \cos H' + B_y' \text{sen } H') - \right. \\ \left. - \cos \delta (B_x \cos H + B_y \text{sen } H) \right\} \quad (20)$$

Donde

$$\begin{aligned} B_x' &= B_x - \Delta B_x & h' &= h - \Delta h \\ B_y' &= B_y - \Delta B_y & \alpha' &= \alpha - \Delta \alpha \\ B_z' &= B_z - \Delta B_z & \delta' &= \delta - \Delta \delta \end{aligned} \quad (21)$$

$\Delta B_x, \Delta B_y, \Delta B_z$  etc. son los errores en los valores asumidos de las cantidades correspondientes.

Definimos:

$$K = B_z' \text{sen } \delta' - B_z \text{sen } \delta = \text{cte. para cada radiofuente, ya que es independiente del tiempo.}$$

$H = T - \alpha$       Por definición de ángulo horario  
 $\Delta H = - \Delta \alpha$       Consideramos que el tiempo sidéreo no contiene errores.

También podemos escribir de acuerdo a lo anterior

$$H' = T - \alpha' = T - \alpha + \Delta \alpha = H - \Delta H$$

Introduciendo estos valores en (20) obtenemos para la fase

$$\phi(t) = K + \cos(\delta - \Delta\delta) \left\{ (B_x - \Delta B_x) (\cos H \cos \Delta H + \sin H \sin \Delta H) + (B_y - \Delta B_y) (\sin H \cos \Delta H - \sin \Delta H \cos H) \right\} - \cos \delta (B_x \cos H + B_y \sin H)$$

Suponemos que los errores son pequeños, es decir que:

$$\begin{aligned} \cos \Delta\delta &= 1 & \Delta\delta \cdot \Delta B_x &= 0 \\ \sin \Delta\delta &= 0 & & \text{etc.} \end{aligned}$$

Introduciendo estas aproximaciones en (22) y reordenando términos obtenemos la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \phi(t) = K & - \Delta\alpha \cos \delta \cdot B_x \sin H + \Delta\delta \sin \delta \cdot B_x \cos H + \\ & + \Delta\alpha \cos \delta \cdot B_y \cos H + \Delta\delta \cdot \sin \delta \cdot B_y \sin H - \\ & - \Delta B_x \cos \delta \cos H - \Delta B_y \cos \delta \sin H \end{aligned} \quad (23)$$

La fase de una fuente puntual es constante. Veamos como podemos usar la ecuación (23) para el cálculo de la posición de una radiofuente y de los parámetros del interferómetro. Para medir los pará-

metros del interferómetro  $B_x$ ,  $B_y$  elegimos una radiofuente cuya posición es conocida con gran precisión. Para este caso  $\Delta\alpha = \Delta\delta = 0$

$$\phi(t) = K - \Delta B_x \cos\delta \cos H - \Delta B_y \cos\delta \sin H \quad (24)$$

Por lo tanto si medimos  $\phi$  a diferentes ángulos horarios podemos calcular  $B_x$ ,  $B_y$  por el método de los cuadrados mínimos usando (24) como ecuación de condición.

Una vez obtenidos los parámetros del interferómetro podemos aplicar un procedimiento similar para calcular la posición de radiofuentes. Para este caso  $\Delta B_x = 0, \Delta B_y = 0, \Delta B_z = 0$  y

$$\begin{aligned} \phi(t) = & -\Delta\alpha \cos\delta \cdot B_x \sin H + \Delta\delta \cdot \sin B_x \cos H \\ & + \Delta\alpha \cos\delta \cdot B_y \cos H + \Delta\delta \sin B_y \sin H + K \end{aligned} \quad (25)$$

### 5) MÉTODOS PARA LA DETERMINACION DE LA POLARIZACION

La polarización de un haz de radiación puede ser convenientemente especificado por los cuatro parámetros de Stokes, I, Q, U, y V que pueden ser definidos en términos de las intensidades de modos ortogonales. Así en términos de las componentes linealmente polarizadas estos parámetros se definen de la siguiente forma, para una onda parcialmente polarizada:

$$\begin{aligned} I &= \langle E_1 \rangle^2 + \langle E_2 \rangle^2 \\ Q &= \langle E_1 \rangle^2 - \langle E_2 \rangle^2 \\ U &= 2 \langle E_1 E_2 \cos \alpha \rangle \\ V &= 2 \langle E_1 E_2 \sin \alpha \rangle \end{aligned} \quad (26)$$

donde  $E_1$  y  $E_2$  son las componentes del vector de Poynting en dos direcciones ortogonales  $x_1$   $y_1$ ,  $\langle E \rangle$  significa el promedio temporal y  $\alpha$  es la diferencia de fase entre las componentes. Si efectuamos una rotación del sistema de coordenadas en un ángulo  $\psi$  en la dirección de las agujas del reloj los parámetros de Stokes se transforman de acuerdo a la siguiente ley:

$$\begin{aligned} I' &= I & Q' &= Q \cos 2\psi + U \sin 2\psi \\ V' &= V & U' &= -Q \sin 2\psi + V \cos 2\psi \end{aligned} \quad (27)$$

En términos de las componentes circularmente polarizadas  $E_L$   $E_R$  los parámetros de Stokes toman la siguiente forma:

$$\begin{aligned} I &= \langle E_L \rangle^2 + \langle E_R \rangle^2 \\ Q &= 2 \langle E_L E_R \cos \alpha \rangle \\ U &= 2 \langle E_L E_R \sin \alpha \rangle \\ V &= \langle E_L \rangle^2 - \langle E_R \rangle^2 \end{aligned} \quad (28)$$

Vemos entonces, a partir de (26), (27) (para  $\psi = 45^\circ$ , direcciones  $x_3$   $x_4$ ) y (28) que podemos elegir para dichos parámetros las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} I &= \langle E_1 \rangle^2 + \langle E_2 \rangle^2 = \langle E_3 \rangle^2 + \langle E_4 \rangle^2 = \langle E_L \rangle^2 + \langle E_R \rangle^2 \\ C &= \langle E_1 \rangle^2 - \langle E_2 \rangle^2 \\ U &= \langle E_4 \rangle^2 - \langle E_3 \rangle^2 \\ V &= \langle E_L \rangle^2 - \langle E_R \rangle^2 \end{aligned} \quad (29)$$

La polarización lineal está especificada por los parámetros  $Q$  y  $U$ , que determinan una cantidad compleja  $P$  cuya amplitud es proporcional al grado de polarización  $m$  y cuya fase es dos veces el ángulo de posición  $\chi$  del plano de polarización del vector  $E$

$$P = Q + i U = mI \exp (2 i \chi) \quad (30)$$

La polarización circular está determinada por el parámetro  $V$ .

Como vimos por (3) la respuesta del interferómetro a una fuente puntual es el producto de los voltajes en los puntos A y B de la fig. 1. Más precisamente es el producto de  $(V_A) (V_B)^*$ . En ese caso asumíamos implícitamente que la radiación era no polarizada. Para el caso de que la radiación sea parcialmente polarizada tendremos cuatro combinaciones posibles de las señales producidas en las antenas de acuerdo a su estado de polarización. Así por ejemplo si las antenas están iluminadas por dipolos obtenemos las siguientes cuatro respuestas:

1) Dipolos paralelos en la dirección $x_1$ :	AA = I + Q
2) Dipolos paralelos en la dirección $x_2$ :	BB = I - Q
3) Un Dipolo en la dirección $x_1$ y el otro en la de $x_2$	(31)
	AB = U + i V
4) 3) rotado en 90°	BA = U - i V

Si rotamos todo el sistema anterior en 45° obtenemos las siguientes respuestas:

1) CC = I - U	
2) DD = I + U	
3) CD = Q + i V	(32)
4) DC = Q - i V	

Si los alimentadores tienen polarización circular las siguientes respuestas son obtenidas:

$$\begin{aligned}
 1) \quad LL &= I + V \\
 2) \quad RR &= I - V \\
 3) \quad RL &= Q + i U \\
 4) \quad LR &= Q - i U
 \end{aligned}
 \tag{33}$$

De las ecuaciones (30) y 3) y 4) de (33) vemos que las salidas RL y el complejo conjugado de LR especifican la polarización lineal ya que  $RL = (LR)^* = R$ . Así el grado de polarización  $m$  y el ángulo de posición  $\chi$  pueden ser determinados conmutando los alimentadores entre polarización circular opuesta y similar.

Como el interferómetro mide dos cantidades, una amplitud y una fase, cada conjunto de las observaciones dadas arriba determinan ocho cantidades. Para una fuente puntual existen no más de cuatro cantidades a determinar ( $I$ ,  $Q$ ,  $U$  y  $V$ ), por lo tanto algunas de las combinaciones son redundantes. Por ejemplo 3) y 4) de (33) contienen información equivalente. Lo mismo sucede para las mediciones realizadas con alimentadores linealmente polarizados, por ej. entre 3) y 4) de (31). Para una fuente extensa los parámetros de Stokes dependen de la posición en la fuente y en este caso no existe redundancia en las ecuaciones y es necesario efectuar todas las mediciones correspondientes a las ecuaciones dadas arriba.

## CAPITULO II. METODOS DE OBSERVACION Y ANALISIS DE LOS DATOS

### 1) TECNICA OBSERVACIONAL

Las observaciones fueron realizadas con el interferómetro del National Radio Astronomy Observatory en Green Bank, W.V., USA. Este consiste de tres antenas parabólicas de 27.5 m de diámetro cada una, dos de las cuales pueden ser desplazadas a lo largo de una línea de azimut  $242^\circ$  y hasta una distancia máxima de 2.7 Km. En las presentes observaciones las antenas estaban distantes a 200, 1900 y 2100 m. Para las zonas del hemisferio norte las antenas pueden seguir a una radiofuente por el término de 11.5 hs. y por 9 hs. para las situadas en el hemisferio sur.

Las antenas estan iluminadas por alimentadores circularmente polarizados. El estado de polarización de cada antena es cambiado automáticamente cada quince segundos, obteniéndose de este modo las cuatro combinaciones posibles, LL, RR, LR y RL, y por lo tanto los cuatro parámetros de Stokes.

El sistema opera en la frecuencia de 2695 Mhz.,  $\lambda = 11.1$  cm.

En el foco de cada antena se encuentra un amplificador paramétrico, que juntamente con el mezclador usado, producen una temperatura de ruido de todo el sistema de 120 °K. El mezclador produce una señal de frecuencia intermedia de doble banda lateral en el rango de 2-12 Mhz. Esta señal es transmitida mediante cables enterrados y presurizados a la sala de control, donde pasa por una serie de retardadores para preservar la coherencia. Después de pasar por estos retardadores y por un control automático de nivel para compensar pérdidas, las tres señales son introducidas, en pares de a dos, a los correladores, obteniéndose así un sistema equivalente a tres interferómetros simples. La salida de los correladores son leídas por una computadora

DDP-116 en línea con el sistema. Las señales son integradas durante quince segundos y la computadora calcula las componentes seno y coseno de la función de visibilidad. Los datos son almacenados en un disco y una vez cada veinticuatro horas transferidos a cinta magnética para su posterior análisis.

Las radiofuentes fueron seleccionadas del catálogo de Parkes con los siguientes criterios:

Todas las radiofuentes están comprendidas en la zona de declinación entre  $-10^{\circ}$  y  $-20^{\circ}$ .

La gran mayoría tiene una densidad de flujo  $\geq 1$  u.f. en 2695 Mhz. (1)

Se formaron grupos de tres radiofuentes y se observaron una cada veinte minutos, junto con un calibrador cada hora y media aproximadamente. En general se observó en cinco diferentes ángulos horarios para cada fuente y en tres oportunidades. Se observaron 65 radiofuentes con esas características. Otras 30 radiofuentes se observaron en un único ángulo horario. Estas fueron elegidas de tal forma de completar los intervalos de observación entre los grupos de radiofuentes anteriormente mencionadas. Las observaciones se realizaron durante el período Diciembre 1967-Enero 1968.

## 2) REDUCCION DE LOS DATOS

Una vez obtenida la cinta magnética donde se encontraban los datos de un período de aproximadamente veinticuatro horas, ésta era procesada en una computadora IBM/360. Este procesamiento consistía de varios pasos; en primer término se obtenía un listado donde se encontraban la amplitud y la fase de cada correlador y para cada estado de polarización, promediado cada quince segundos. Además estas

(1) 1 unidad de flujo =  $10^{-26}$  watts  $m^{-2}(cps)^{-1}$

observaciones se vertían a una segunda cinta magnética (tape 1 en fig. 5) donde se acumulaban las observaciones de varios días. Para el total de las observaciones se usaron dos cintas magnéticas. Luego se analizaban los registros analógicos, uno de los cuales puede verse en la fig. 6, para detectar alguna posible falla del equipo, interferencia etc, y una vez obtenidos estos datos se confeccionaban tarjetas, que mediante el programa I Edit, permitían eliminar los malos registros, y volcar todos los datos usables a una segunda cinta magnética (tape 2 en fig. 5). Finalmente con los datos en esta segunda cinta magnética se procedía, mediante otros tres programas, al cálculo de la posición, polarización y amplitudes de la función de visibilidad. La polarización y amplitud estaban promediadas sobre el intervalo de observación (aproximadamente 20 minutos).

3) CALIBRACION DE LAS AMPLITUDES DE LAS FRANJAS DE INTERFERENCIA

Las amplitudes de las funciones de visibilidad entregadas por el programa Tape 2 check estan dadas en unidades arbitrarias, por lo tanto es necesario calibrarlas en unidades de flujo. Para esto se usaron los calibradores 3C 147, 3C 286, CTA 102 cuyos parámetros se dan en la tabla II.

TABLA II

<u>Fuente</u>	<u>Posición</u> (1950)	<u>Flujo</u> (2695 Mhz)	<u>Polarización</u> en %	<u>ang. de</u> <u>pos en</u> <u>grados</u>
3C 147	$\alpha = 05^h 38^m 43^s.5$	12.85	0	-
	$\delta = 49^\circ 49' 43''.0$			
3C 286	$\alpha = 13^h 28^m 49.74$	10.16	9	30
	$\delta = 30^\circ 45' 59''.3$			
CTA 102	$\alpha = 22^h 30^m 07.8$	4.88	5.3	16 $\pm$ 2
	$\delta = 11^\circ 28' 19''.5$			

Los valores de los diferentes parámetros fueron tomados de los siguientes autores: a) Flujo de Kellerman et al (25); b) Polarización 3C-147 y 3C-286 de Morris y Berge (26), CTA-102 de Gardner et al (27); c) Posición 3C-147 de Griffin (32); 3C-286 de Veron (33), CTA-102 de Clark y Hogg (7).

La escala de densidad de flujo se definió de tal manera que los valores para los tres calibradores concuerden en promedio con los valores medidos por Kellerman et al (25). Los valores obtenidos para estas tres radiofuentes y para los tres correladores se dan en la tabla III.

TABLA III

<u>Fuente</u>	<u>Flujo corr. N°1</u>	<u>Flujo corr. N°2</u>	<u>Flujo corr. N°3</u>
3C 147	13.04	12.98	12.84
3C 286	9.94	10.01	10.12
CTA 102	4.91	4.89	4.92

Correcciones empíricas fueron obtenidas a partir de estos calibradores. Estas correcciones son debidas principalmente a dos efectos; el primero es un efecto debido a la radiación de la tierra y es importante solamente cuando la fuente se encuentra cerca del horizonte. El segundo es una función de los retardos introducidos. En general estas correcciones nunca fueron superiores a un 15% y el promedio era del orden del 5%.

Una vez obtenidos los flujos y aplicadas las correcciones, las amplitudes en unidades arbitrarias fueron divididas por los flujos correspondientes de la tabla III obteniéndose de este modo la ganancia del sistema en función del tiempo.

Una parte de esta curva puede verse en la fig. 7 para el correlador N° 1.

4) DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DEL INTERFEROMETRO

Como vimos por (24) la determinación de los parámetros del interferómetro,  $B_x$ ,  $B_y$ ,  $B_z$ , se basa en la observación de radiofuentes cuya posición es bien conocida. Los parámetros aquí usados habían sido determinados previamente a las observaciones realizadas en este trabajo. Los valores usados son los siguientes (D.Hogg, comunicación privada)

	<u>Corr. Nº 1</u>	<u>Corr. Nº 2</u>	<u>Corr. Nº 3</u>
$B_x$	-5280.878	-4185.703	-495.175
$B_y$	-16675.230	-15086.939	-1588.291
$B_z$	0	0	0

CAPITULO III. RESULTADOS OBSERVACIONALES

1) DETERMINACION DEL TAMAÑO Y ESTRUCTURA DE LAS RADIOFUENTES

Como vimos por (15) la función compleja de visibilidad es la transformada de Fourier de la distribución de temperatura de brillo sobre la radiofuente

$$C V (u,v) = \iint_{-\infty}^{\infty} T(x,y) \exp(-2 \pi i (ux + vy)) dx dy \quad (34)$$

donde:

$$x = (\alpha - \alpha_0) \cos \delta \quad \alpha_0, \delta_0 \text{ coordenadas equatoriales del centro de de la radiofuente}$$

$$y = \delta - \delta_0$$

x,y estan dadas en radianes y u,v en longitudes de onda.

La constante de normalización C vale:

$$C = \iint_{-\infty}^{\infty} T(x,y) dx dy$$

y por la ley de Rayleigh Jeans

$$C = \frac{\lambda^2 S}{2 k}$$

Por conveniencia introducimos la temperatura normalizada

$$t (x,y) = \frac{2k}{\lambda^2 S} T (x,y) \quad (35)$$

Por lo tanto dado V(u,v), es posible, mediante la inversión de Fourier, obtener la distribución de temperaturas sobre la radiofuente, o sea

$$t(x,y) = 2 \iint_{-\infty}^{\infty} V(u,v) \exp (2 \pi i (ux +vy)) du dv$$

El método de inversión de Fourier es directo en el sentido de que no es necesario realizar ninguna hipótesis acerca de la estructura de la radiofuente. La única limitación es que los valores de  $V(u,v)$  se conocen solamente en un rango finito de las variables  $u, v$  dados por el máximo espaciamento de las antenas, y debido a esto la distribución de temperaturas obtenida es suavizada por una función equivalente a la del ancho de haz correspondiente al máximo espaciamento obtenido.

Cuando, como en el caso presente, solamente se tienen unos pocos valores de  $V(u,v)$  lo más conveniente es suponer una solución y compararla con los valores medidos.

Calcularemos aquí la función de visibilidad para una distribución de  $N$  fuentes gaussianas, cuyas componentes suponemos con simetría circular.

Para este caso:

$$t(x,y) = \frac{a}{\pi} \sum_{i=1}^N \frac{\beta_i}{\beta_i} \exp\left(-\frac{a}{\beta_i} \left\{ (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 \right\}\right) \quad (36)$$

donde:

$$a = 4 \log_e = 2.7726$$

$\beta_i$  = ancho a intensidad mitad de la  $i$ -ésima componente

$\beta_i$  = fracción del flujo de la  $i$ -ésima componente,  $\sum_{i=1}^N \beta_i = 1$

Realizando la transformada de Fourier de (36) obtenemos:

$$V(u,v) = \sum_{i=1}^N \beta_i \exp\left(-\frac{\pi^2 \beta_i^2}{a} (u^2 + v^2) - 2\pi i (ux_1 + vy_1)\right) \quad (37)$$

Es evidente que el número de parámetros a determinar aumenta con el número de componentes. Así por ejemplo en el caso general de dos componentes gaussianas el número de parámetros independientes a

determinar es ocho; dos diámetros para cada componente (ya que para este caso las componentes son elípticas), las intensidades de cada componente, la orientación de las mismas y la separación y orientación entre las componentes. Para este caso requeriríamos por lo menos ocho valores de  $V(u,v)$ . Como en el presente caso se han efectuado, en promedio, unas cinco mediciones independientes de  $V(u,v)$ , nos restringiremos a una distribución compuesta de dos fuentes gaussianas que supondremos circularmente simétricas. Además las componentes tendrán, por lo general el mismo diámetro. Para este caso la función de visibilidad vale:

$$V(u,v) = \sum_{i=1}^2 \rho_i \exp\left(-\frac{\pi^2 \beta_i^2}{\alpha} \left\{u^2 + v^2\right\} - 2\pi i \left\{ux_1 + vy_1\right\}\right) \quad (38)$$

Elegimos el origen de coordenadas para la fuente de tal manera que:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^2 x_i h_i &= 0 & h_i &= \text{flujo de la } i\text{-ésima componente} \\ \sum_{i=1}^2 y_i h_i &= 0 & \rho_i &= \frac{h_i}{\sum_{i=1}^2 h_i} = \frac{h_i}{K} \quad K = \text{flujo total} \end{aligned} \quad (39)$$

de (39) vemos que:

$$\begin{aligned} x_1 h_1 + x_2 h_2 &= 0 & x_1 &= \frac{-h_2}{h_1} x_2 = -S x_2 \\ y_1 h_1 + y_2 h_2 &= 0 & y_1 &= \frac{-h_2}{h_1} y_2 = -S y_2 \end{aligned} \quad (39)$$

donde hemos escrito  $S = -\frac{h_2}{h_1}$

La amplitud de la función de visibilidad compleja vale

$$A(u,v) = \frac{1}{K} \left\{ \left[ \sum_{i=1}^2 h_i \exp \left( - \frac{\pi^2 \beta_i^2}{a} (u^2 + v^2) \right) \cos 2\pi (ux_1 + vy_1) \right]^2 + \right. \\ \left. + \left[ \sum_{i=1}^2 h_i \exp \left( - \frac{\pi^2 \beta_i^2}{a} (u^2 + v^2) \right) \sin 2\pi (ux_1 + vy_1) \right]^2 \right\}^{1/2} \quad (40)$$

Esta función contiene como casos particulares a los siguientes:

a) gaussiana simple

para este caso  $x_1 = x_2 = y_1 = y_2 = 0$ ;  $h_1 = h$ ;  $h_2 = 0$ ;  $\beta_2 = 0$

y

$$A(u,v) = \exp \left( - \frac{\pi^2 \beta^2}{a} (u^2 + v^2) \right) \quad (41)$$

b) núcleo más halo

b<sub>1</sub>) núcleo puntual  $\beta_1 = 0$ ;  $x_1 = x_2 = y_1 = y_2 = 0$

y

$$A(u,v) = \frac{1}{1+S} + \frac{S}{1+S} \exp \left( - \frac{\pi^2 \beta_2^2}{a} (u^2 + v^2) \right) \quad (42)$$

b<sub>2</sub>) núcleo no puntual y concéntrico  $\beta_1 < \beta_2$   $x_1 = y_1 = 0$

(42')

$$A(u,v) = \frac{1}{1+S} \exp \left( - \frac{\pi^2 \beta_1^2}{a} (u^2 + v^2) \right) + \frac{S}{S+1} \exp \left( - \frac{\pi^2 \beta_2^2}{a} (u^2 + v^2) \right)$$

c) fuentes dobles puntuales  $\beta_1 = \beta_2 =$  (43)

$$\begin{aligned}
 A(u,v) &= \left[ \left\{ \frac{1}{1+S} \cos 2\pi (ux_1 + vy_1) + \frac{S}{S+1} \cos 2\pi (ux_2 + vy_2) \right\}^2 + \right. \\
 &\quad \left. + \left\{ \frac{1}{1+S} \operatorname{sen} 2\pi (ux_1 + vy_1) + \frac{S}{S+1} \operatorname{sen} 2\pi (ux_2 + vy_2) \right\}^2 \right]^{1/2} = \\
 &= \frac{1}{1+S} \left\{ 1 + S^2 + 2S \cos 2\pi [ux_2 (1+S) + vy_2 (1+S)] \right\}^{1/2}
 \end{aligned}$$

El máximo de esta función se obtiene cuando el

$$\begin{aligned}
 \cos 2\pi [ux_2 (1+S) + vy_2 (1+S)] = 1. \text{ El } \cos 2\pi [ux_2 (1+S) + \\
 + vy_2 (1+S)] = 1 \text{ para}
 \end{aligned}$$

$$2\pi (ux_2 + vy_2) (1+S) = 2k\pi \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

Procediendo en idéntica forma para el mínimo, obtenemos

$$ux_2 + vy_2 = \frac{2k+1}{(1+S)^2}$$

El mínimo vale  $\left| \frac{1-S}{1+S} \right|$  que admite como solución a  $S$  y  $\frac{1}{S}$

y que se hace igual a cero solo para el caso  $S=1$ .

A partir de los valores de  $A(u,v)$  y de las propiedades antes mencionadas es posible calcular en primera aproximación los paráme-

tros de los modelos. Una vez obtenidos estos parámetros se realizó un programa que permitía calcular  $A(u,v)$ . Estos parámetros se variaban hasta conseguir la mejor coincidencia con los valores medidos. Estos cálculos se realizaron con la computadora IBM/360 mod. 50 de la Universidad Nacional de La Plata.

Los valores de  $A(u,v)$  fueron obtenidos de la siguiente forma: una vez obtenidos los flujos para cada correlador se promediaron los valores correspondientes a LL y RR para los diferentes días de observación. Los promedios de los correladores 1 y 2 (correspondientes a espaciamentos de 2100 y 1900 m) fueron divididos por el flujo del correlador N° 3 (espaciamento 200 m.).<sup>(1)</sup> Los valores así obtenidos y que corresponden a los estados de polarización LL y RR fueron promediados entre sí pueden verse en la tabla IV, juntamente con los flujos determinados por el correlador N° 3. Estos fueron promediados para las mediciones realizadas solamente a  $\pm 2^h$  del cenit. Los modelos calculados están representados en la fig. 8. Los parámetros de estos modelos, se dan en la tabla Va, y el límite superior al diámetro para las fuentes no resueltas en la tabla Va'. En la tabla Vb se dan los valores de  $A(u,v)$ , juntamente con los diámetros correspondientes a una distribución gaussiana para las 30 radiofuentes que se observaron en un único ángulo horario.

(1) En realidad la amplitud de la función de visibilidad en  $(u,v)$ , se define como el cociente de los flujos medidos en  $(u,v)$  con el flujo en  $(0,0)$ . Para el caso presente se justifica tomar el flujo como los valores medidos a 200 m. ya que en general las radiofuentes tienen un diámetro menor que  $14''$  y para este caso, suponiendo una distribución gaussiana,  $A_3 = .98$ . Las excepciones a este caso se indican en la tabla IV.

## 2) DETERMINACION DE LA POSICION DE LAS RADIOFUENTES PUNTUALES

Para las radiofuentes no resueltas, o apenas resueltas ( $A > .80$ ) la posición de las mismas fue calculada empleando un método delineado en 3) II. Las posiciones asumidas fueron tomadas del catálogo de Parkes.

En la tabla VI se muestran las posiciones calculadas. Estas posiciones son el promedio de los valores obtenidos en los correladores 1 y 2 (2100 y 1900 m.) y en los estados de polarización LL, RR. En esta tabla también se dan las diferencias entre los valores aquí obtenidos y las posiciones ópticas obtenidas por diferentes autores.

## 3) DETERMINACION DE LA POLARIZACION DE LAS RADIOFUENTES

Como vimos por (33) la polarización lineal puede obtenerse conmutando entre diferentes estados de polarización de los alimentadores. Polarización circular no se ha detectado en un gran número de radiofuentes (Seilstad y Weiler (28)), y existen razones teóricas para que ésta no exista. Por lo tanto supondremos que la polarización circular está ausente en las radiofuentes aquí estudiadas.

Uno de los principales problemas para medir la polarización reside en la determinación de la polarización instrumental. Debido a que los alimentadores no son perfectos, habrá siempre en estos una mezcla de ambas polarizaciones. Es posible separar estos efectos variando el ángulo  $\chi$  de la fuente con respecto al instrumento, variación que se puede realizar para el caso de un telescopio con montura altazimuth pero no para uno de tipo ecuatorial como el aquí usado. Los efectos para el primer caso fueron tratados en detalle por Conway y Kromberg (29). En el caso de un telescopio con montura ecuatorial lo que podemos hacer es calibrar el instrumento, mediante radiofuentes cuya polarización es bien conocida.

En nuestro caso se usó la radiofuente 3C 147 que se supone no

polarizada y por lo tanto la polarización medida para esta radiofuente es la polarización instrumental. La polarización instrumental se obtuvo de esta forma para los tres correladores y para los estados de polarización LR y RL, no siendo nunca superior al  $(3 \pm .5) \%$ . Una vez obtenidos estos valores se calcularon las polarizaciones para los otros dos calibradores y se compararon con los valores de la tabla II, obteniéndose de esta forma una calibración para el ángulo de posición  $\chi$ . Teniendo en cuenta estos parámetros se determinó la polarización de las radiofuentes que se muestran en la tabla VII. Estos son los promedios de seis mediciones independientes <sup>en</sup>provenientes de los tres correladores y del hecho de que, como vimos 5) I,  $LR^* = RL$ .

Para la determinación de la polarización se usaron solamente las mediciones realizadas en un rango de  $\pm 2^h$  del cenit.

## CAPITULO IV. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBSERVACIONALES

### 1) INTERPRETACIONES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

De las 65 radiofuentes estudiadas 25 muestran estructura en el rango de 3" a 25". Todas estas radiofuentes, excepto 0454-22, 0947-24, 2048-14 y 2113-21, pueden ser representadas por un modelo de fuente doble. Estos resultados concuerdan con los de otros investigadores en el sentido que las mayorías de las radiofuentes extragalácticas consisten de dos o más centros de emisión.

Diversos autores han encontrado relaciones entre los diferentes parámetros de las radiofuentes. Así D. Hogg (17) encuentra para los cuasares que las fuentes con índice espectral muy negativo son en general de gran tamaño angular ( $> 1''$ ) mientras que las fuentes con índice espectral plano (índice espectral aproximadamente igual a cero) son de pequeño tamaño angular ( $< 1''$ ). F. Bash (16) encuentra los mismos resultados no encontrando tal relación para las radiogalaxias y para las radiofuentes no identificadas ópticamente.

Las radiofuentes aquí estudiadas no constituyen una muestra homogénea ni son tan numerosas (solo existen 12 cuasares, 4 de los cuales han sido resueltos, y 9 radiogalaxias) como para realizar una buena estadística y poder comparar con los resultados de otros investigadores. Además los datos ópticos son escasos para estas radiofuentes: sólo se conoce el corrimiento al rojo para 5 radiofuentes.

El presente trabajo posibilitó además, la determinación de posiciones para 51 radiofuentes superando en casi un orden de magnitud la precisión de las mismas, confirmó también la medida de la polarización de 20 radiofuentes y obtuvo la de otras tres.

## 2) COMPARACION CON OTROS TRABAJOS

### a) Flujo

En la fig. 9 se comparan los flujos obtenidos por Kellerman et al (25) con los del presente trabajo para 28 radiofuentes en común. La concordancia es bastante buena dentro del  $\pm 5\%$ . Además se confirma la variabilidad de las siguientes radiofuentes:

0607-15	PKT (1.6), KPT 1966.5 (2.30), 1968.0 (1.75)
0859-14	PKS (2.6), PKT (2.7), KPT 1966.5 (3.87), 1968.0 (2.68)
NRA0512	PKT 1966.5 (.99), 1967.4 (1.15), 1968.0 (1.08)
3C 345	KPT 1965.7 (6.90), 1966.5 (6.01), 1967.4 (5.36), 1968.0 (5.50)
1730-13	PKS (2.7), PKT (5.0), KPT 1965.7 (4.42), 1966.5 (4.61), 1968.0 (4.28)
3C 454.3	PKS (10), PKT (10), KPT 1965.7 (10.08), 1966.5 (10.70), 1967.4 (11.97), 1968.0 (13.94)
2345-16	PKS (1.3), PKT (1.4), KPT 1966.5 (1.73), 1968.0 (2.90)

Entre paréntesis se dá el flujo en l/cm. medido por diferentes autores y en diferentes épocas. Estos datos fueron tomados de Kellerman et al (25), PKS y PKT son flujos medidos en Parkes, KPT los de Kellerman et al, y los indicados por 1968.0 los del presente trabajo.

### b) Posición

La fig. 10 muestra la diferencia en posición para nueve radiofuentes obtenidas por diferentes autores y las del presente trabajo. Estas radiofuentes son: 0056-17, 0403-13, 3C 147, 1127-14, 1245-19, 3C 286, 1730-13, 1938-15 y CTA 102. La precisión de estos trabajos es del mismo orden y como puede verse en la fig. 10 la concordancia es excelente dentro de los  $\pm 2''$ .

En la fig. 11 se muestran las diferencias entre las posiciones medidas por Shimmins et al (1) y las del presente trabajo. La concordancia es en general buena dentro del error promedio dado por Shimmins et al,  $\pm 15''$ , aunque la distribución sería más simétrica si el cero estuviese corrido en  $-9''$  en ambas coordenadas.

c) Estructura

Son muy pocos los trabajos realizados en esta zona con la resolución del presente trabajo, a excepción de las radiofuentes estudiadas por diferentes grupos con interferómetros de muy larga línea de base,  $> 1000$  km. Estas fuentes con sus diámetros son las siguientes:

0403-13	<	(.06)''
0834-20	<	(.06)''
1127-14	<	(.06)''
1245-19	<	(.06)''
1730-13	<	(.06)''
2203-18	<	(.06)''

Estos datos fueron tomados de M.Cohen (30)

1453-10 fue estudiada por Hazard et al (31) mediante el método de la ocultación por la luna. El modelo dado consiste en una fuente doble, cuya separación es de  $37''$  que no coincide con el modelo aquí dado, doble separación  $26''$ , pero hay que tener en cuenta que las frecuencias de observación son muy diferentes,  $410$  y  $2695$  Mz. y en varios casos se han detectado cambios de estructura con la frecuencia, por ej. en Macdonal et al (17).

1938-15 fue estudiada por B.Clark y D.Hogg (7). El modelo dado por ellos es muy similar al dado aquí, excepto en el ángulo de posición que difiere en unos  $30^\circ$ . Para esta fuente los valores de LR y RL son diferentes, según muestra en la tabla VII, indicando esto la presencia de estructura en la polarización.

d) Polarización

Las fuentes cuya polarización se dan en la tabla VII fueron previamente medidas por Gardner et al (27) a excepción de 0850-20, 1622-29, 2345-16. Como puede verse en la fig. 12 la concordancia es bastante buena dentro de los errores experimentales. Para claridad en el dibujo se han representado los errores para algunas de las radiofuentes.

3) SUGERENCIAS PARA FUTUROS TRABAJOS

Es evidente la necesidad de contar en el hemisferio sur con un interferómetro del orden de los 20.000  $\lambda$  que permita obtener la posición y estructura, tanto en intensidad como en polarización, de las radiofuentes extragalácticas. Mientras en el hemisferio norte se cuenta con alrededor de una decena de interferómetros sólo existe uno en el hemisferio sur, el de Parkes en Australia. En ese sentido la Argentina, a través del Instituto Argentino de Radioastronomía, podría jugar un importante papel en el desarrollo de la radioastronomía.-



BIBLIOGRAFIA

- 1) Shimmins, A.J., Clarke, M.E., Ekers, R.D. 1966, Aust. J. Phys. 19, 649.
- 2) Adgie, R.L., Gent, H., Nature, 209, 549.
- 3) Read, R.B., 1963, Ap. J. 138, 1.
- 4) Wyndham, J.D., Read, R.B., 1965, A. J., 70, 120.
- 5) Fomalont, B., Mathews, T., Morris, D., Windham, J.D., 1964, A. J., 69, 776.
- 6) Wade, C., Clarke, B., Hogg, D., 1965, Ap. J., 142, 406.
- 7) Clark, B., Hogg, D., 1966, Ap. J., 145, 21.
- 8) Elsmore, B., Mackay, C., 1969, M.N.R.A.S., 146, 361.
- 9) Moffet, A.T., 1962, Ap. J. Suppl. 2, 93.
- 10) Maltby, P., 1962, Ap. J. Suppl. 2, 124.
- 11) Maltby, P., Moffet, A.T., Ap. J. Suppl., 2, 141.
- 12) Fomalont, B., 1967, Pub. Owens Valley Radio Obs., 1, N<sup>o</sup> 2.
- 13) Fomalont, B., 1967, Ap. J. Suppl., 15, 203.
- 14) Bash, F.N., 1968, Ap. J., 152, 375.
- 15) Bash, F.N., 1968, Ap. J. Suppl., 16, 373.
- 16) Hogg, D.E., 1969, Ap. J., 155, 1099.
- 17) Macdonald, G.H., Kenderdine, S., Neville, A.C., 1968, M.N.R.A.S.,  
138, 259.
- 18) Mackay, C.D., 1969, M.N.R.A.S., 145, 31.
- 19) Ekers, R.D., 1969, Aust. J. Phys., Suppl. N<sup>o</sup> 6.
- 20) Palmer, H.P., Rowson, B., Anderson, B., Donaldson, W., Milley, G.K.,  
Gent, H., Adgie, R.L., Slee, O.B., Crowther, J.H., 1967, Nature,  
213, 789.
- 21) Broten, N.W., Legg, T.H., Locke, J.L., McLeish, C.W., Richards, R.S.,  
Chisholm, R.M., Gush, H.P., Yen, J.L., Galt, J.A., 1967, Science,  
156, 1593.

- 22) Bare, C., Clark, B., Kellerman, D.I., Cohen, M., Jauncey, D.L., 1967, Science, 157, 191.
- 23) Rydbeck, D.E., Ellder, J., Hansson, B., Kollberg, E., Hoglund, B., Cohen, M., Jauncey, D.L., 1968, A.J., 73, S 101.
- 24) Gubbay, J., Legg, A.J., Robertson, D.S., Moffet, A.T., Seidel, B., 1969, Nature, 222, 730.
- 25) Kellerman, K.I., Pauliny-Toth, I.I., Tyler, W.R., 1968, A.J., 73, 298.
- 26) Morris, D., Berge, G.L., 1964, A.J., 69, 641.
- 27) Gardner, F.F., Morris, D., Whitboak, J.B., 1969, Aust. J. Phys., 22, 79.
- 28) Seilstad, G.A., Weiler, K.W., 1968, A.J., 73, 1.
- 29) Conway, R.G., Kromberg, P.P., 1969, M.N.R.A.S., 142, 11.
- 30) Cohen, M., An. Rev. Astron. Ap., 7, 619.
- 31) Hazard, C., Mackey, M.B., Michelson, W., 1964, Nature, 202, 227.
- 32) Griffin, R.F., 1963, A.J., 68, 421.
- 33) Veron, P., 1965, Ap. J., 141, 332.

## T B L A I

## PRINCIPALES CATALOGOS DE RADIOFUENTES

No.	NOMBRE	FRECUENCIA (Mc/s.)	ZONA CUBIERTA EN DECLINACION	No. RADIO- FUENTES	LIMITE INFERIOR DEL FLUJO ( $10^{-26} \text{ Wm}^{-2} (\text{c/s})^1$ )
1	MSH	85.5	10° a -80°	340	7
2	3C	178	-05° a 90°	328	9
3	4C	178	-07° a 80°	4800	2
4	PKS	408	20° a -90°	1780	4
		1410			1
		2650			.3
5	CTA	960	-22° a 70°	106	3
6	NRAO	750	-22° a 70°	726	.5
		1400			.4
7	BI	408	-30° a 90° (incompleto)	3889	1
8	O	1415	0° a 37°	3300	.2

## REFERENCIAS

- 1) Mills, B.I., Slee, O.B., Hill, E.R., 1958, Aust.J.Phys., 11, 360.  
1960, *ibid.*, 13, 676.  
1961, *ibid.*, 14, 497.
- 2) Bennett, A.S., 1962, Mem.R.A.S., 68, 163.
- 3) Pilkington, J.D.H., Scott, P.F., 1965, Mem. R.A.S., 69, 183.  
Gower, J.F.R., Scott, P.F., Willis, D., 1967, Mem. R.A.S., 71, 49.
- 4) Staff of the Division of Radiophysics, C.S.I.R.O., 1969, Aust.J.Phys.,  
Suppl. No. 7.
- 5) Harris, D.E., Roberts, J.A., 1960, P.A.S.P., 72, 237.
- 6) Pauliny-Toth, I.I.K., Wade, G.H., Heeschen, D.S., 1966, Ap.J. Suppl.  
S., 13, 65.
- 7) Braccisi, A., Ceccarelli, Fantì, L., Gelato, G., Giovannini, C.,  
Harris, D., Rosatelli, G., Sinigaglia, G., Volders, L., 1965, Nuovo  
Cimento, 40, 267.  
Grupo R.C.U.B., Università degli Studi, Bologna (Italia), Contribution  
No. 55.
- 8) Dixon, R.S., Krauss, J.D., 1968, A.J., 73, 381.  
Fitch, L.T., Dixon, R.S., Krauss, J.D., 1969, A.J., 74, 612.

T A B L A IVAMPLITUD DE LA FUNCION DE VISIBILIDAD

Columna 1: Nombre de la radiofuente.

" 2: Flujo medido por el correlador No. 3 (200 m.) a excepción de: 0454-22, 0947-24 y 1240-20. Para esta fuente se tomó el flujo dado en el Catálogo de Parkes debido a que muestran estructura a esta distancia.

" 3: Correlador; 1 = 2100 m., 2 = 1900 m.

" 4: D = longitud efectiva de la línea de base en longitudes de onda =  $\sqrt{u^2 + v^2}$

$\psi$  = ángulo de posición de la dirección de resolución en grados =  $\text{artg } \frac{u}{v}$

A = amplitud de la función de visibilidad.

		D, Q, A									
FUENTE	FLUJO	CORR.	17638 57° .92 ±.07	13865 65° .36 ±.04	17903 71° .32 ±.06	15027 75° .93 ±.04	10049 76° .91 .06				
0000-17	1.27 ±.02	1	17638 57° .92 ±.07	13865 65° .36 ±.04	17903 71° .32 ±.06	15027 75° .93 ±.04	10049 76° .91 .06				
		2	15959 57° .92 ±.06	17068 65° .36 ±.05	16196 71° .34 ±.04	13591 75° .89 ±.05	9085 76° .99 ±.07				
0021-29	1.42 ±.03	1	18870 65° .08 ±.02	17771 75° .23 ±.02	14817 84° .36 ±.02	11350 93° .31 ±.03					
		2	17073 65° .07 ±.02	16077 75° .28 ±.04	13403 84° .44 ±.03	10265 93° .39 ±.04					
0025-20	5.19 ±.05	1	13740 61° 1.02 ±.02	13512 70° .93 ±.02	16069 79° .97 ±.02	12213 86° .95 ±.02	10633 89° .95 ±.02				
		2	16956 61° 1.03 ±.02	16743 70° .93 ±.03	14535 79° .99 ±.03	11050 86° 1.00 ±.02	9615 89° 1.07 ±.03				
0032-20	.39 ±.03	1	17779 56° 1.00 ±.05	18869 65° .96 ±.05	18112 71° .95 ±.05	15130 76° .93 .05	7677 80° .94 ±.05				
		2	16036 56° .99 ±.05	17072 65° .95 ±.06	16386 71° .96 ±.05	13635 76° .95 ±.05	6939 80° 1.02 ±.05				
0056-17	.77 ±.02	1	17433 56° .36 ±.07	18330 65° .84 ±.07	18200 71° .76 ±.07	15365 74° .82 ±.06	10590 75° .90 ±.05	7737 74° .89 ±.05			
		2	15773 56° .84 ±.06	17036 65° .82 ±.02	16464 71° .81 ±.07	13897 74° .34 ±.08	9575 75° .93 ±.07	6992 74° .35 ±.06			

D,  $\psi$ , A

FUENTE	FLUJO	CORR.	13194 53° .99 ±.03	18356 67° .98 ±.02	17473 73° .98 ±.03	13994 73° .95 ±.02	10125 81° .96 ±.04	3127 82° .97 ±.03
0114-21	2.10 ±.02	1	16462 53° 1.00 ±.04	17059 67° .93 ±.02	15811 73° .99 ±.03	12657 73° .97 ±.03	9154 81° .97 ±.06	7346 82° 1.01 ±.03
0125-14	1.33 ±.03	1	16327 55° .28 ±.02	18675 64° .19 ±.02	18530 69° .33 ±.02	16103 72° .23 ±.03	11677 72° .21 ±.02	9151 69° .51 ±.02
		2	15225 55° .39 ±.02	16897 64° .07 ±.02	16764 69° .21 ±.02	14565 72° .12 ±.03	10549 72° .32 ±.02	8271 69° .57 ±.05
0130-17	.91 ±.03	1	17453 56° .97 ±.07	13334 65° .99 ±.06	13132 71° .92 ±.05	14337 75° .96 ±.04	10531 75° .90 ±.07	7949 74° .95 ±.07
		2	15796 56° .97 ±.07	17040 65° .99 ±.07	16443 71° .92 ±.06	12967 75° .97 ±.04	9522 75° .93 ±.06	7185 74° .96 ±.03
0319-29	1.20 ±.02	1	18375 65° 1.00 ±.06	13274 72° 1.00 ±.04	15874 81° 1.00 ±.03	11747 92° .93 ±.03		
		2	17077 65° .93 ±.06	16533 72° 1.01 ±.05	14335 81° .99 ±.03	10624 92° .93 ±.03		
0346-27	1.04 ±.02	1	18365 66° .97 ±.05	13337 72° 1.01 ±.02	15900 80° .93 ±.07	10451 92° .83 ±.03		
		2	17063 66° .97 ±.07	16589 72° 1.00 ±.04	14332 80° .94 ±.07	9451 92° .93 ±.03		

T A B L A IV (cont./2)

FUENTE	FLUJO	CORR.	D, Q, A,					
0403-13	2.77 ± .06	1	16616 55° 1.06 ± .03	18619 64° .94 ± .03	18605 69° .97 ± .02	16383 71° .99 ± .02	13230 71° .94 ± .02	7809 65° 1.01 ± .02
			15035 55° 1.02 ± .03	16846 64° .97 ± .03	16832 69° .97 ± .03	14823 71° 1.00 ± .03	11964 71° .96 ± .02	7056 65° 1.05 ± .02
0413-21	1.62 ± .04	1	18353 59° .90 ± .04	18825 67° .83 ± .04	17217 74° .81 ± .04	13424 79° .83 ± .04	7352 82° .91 ± .04	
			16610 59° .96 ± .04	17031 67° .85 ± .04	15574 74° .86 ± .04	12141 79° .85 ± .04	7097 82° .97 ± .04	
0445-22	.96 ± .03	1	18561 60° .97 ± .03	18706 69° 1.05 ± .03	16791 75° .96 ± .05	12392 80° .97 ± .04	8636 84° 1.02 ± .06	
			16794 60° 1.00 ± .07	16923 69° 1.03 ± .03	15139 75° .99 ± .05	11659 80° .96 ± .06	7807 84° 1.04 ± .07	
0451-23	2.01 ± .06	1	18355 62° 1.04 ± .02	18210 72° .99 ± .03	16446 79° .99 ± .03	12469 87° .97 ± .03		
			17059 62° 1.04 ± .02	16474 72° .98 ± .03	14877 79° .99 ± .03	11277 87° .95 ± .03		

T A B I A IV (cont./3)

FUENTE	FLUJO	CORR.	D, $\psi$ A,					
			13454 59° .15 $\pm$ .03	13775 68° .36 $\pm$ .03	17087 75° .35 $\pm$ .04	13333 80° .16 $\pm$ .03	9240 83° .59 $\pm$ .03	
0456-22	1.4	1	16697 59° .45 $\pm$ .03	16986 68° .23 $\pm$ .04	15457 75° .25 $\pm$ .04	12103 80° .08 $\pm$ .04	8354 83° .43 $\pm$ .04	
		2	1757 59° .59 $\pm$ .03	1788 68° .42 $\pm$ .03	1630 75° .37 $\pm$ .03	1279 80° .50 $\pm$ .03	386 83° .72 $\pm$ .04	
		3						
0503-22	1.05 $\pm$ .02	1	13751 62° .15 $\pm$ .04	13439 70° .17 $\pm$ .04	16064 76° .16 $\pm$ .04	13053 80° .12 $\pm$ .04	7673 84° .23 $\pm$ .04	
		2	16965 62° .13 $\pm$ .04	16727 70° .15 $\pm$ .04	14530 76° .15 $\pm$ .04	11810 80° .11 $\pm$ .04	6940 84° .33 $\pm$ .04	
0519-20	.79 $\pm$ .04	1	18094 57° .93 $\pm$ .05	13865 65° .97 $\pm$ .04	18053 72° 1.03 $\pm$ .07	15104 77° .93 $\pm$ .06	10391 80° .93 $\pm$ .03	8135 82° .92 $\pm$ .05
		2	16371 57° 1.00 $\pm$ .06	17063 65° .95 $\pm$ .04	16332 72° 1.02 $\pm$ .03	13662 77° .99 $\pm$ .03	9348 80° .97 $\pm$ .09	7354 82° .99 $\pm$ .05
0541-24	.53 $\pm$ .02	1	18455 58° .40 $\pm$ .03	18739 68° .32 $\pm$ .04	17337 75° .13 $\pm$ .06	14692 80° .19 $\pm$ .03	10657 85° .13 $\pm$ .06	
		2	16697 58° .50 $\pm$ .06	16999 68° .36 $\pm$ .03	15633 75° .16 $\pm$ .06	13239 80° .13 $\pm$ .04	9636 85° .13 $\pm$ .03	

T A B L E IV (cont./4)

FURNITURE	FLUJO	CORR.	D, $\Psi$ , A,										
			16920 54° .99 $\pm$ .03	18723 64° 1.01 $\pm$ .03	18351 70° .98 $\pm$ .02	15825 73° .99 $\pm$ .03	9607 72° 1.00 $\pm$ .03	6078 67° 1.03 $\pm$ .04	15310 54° .98 $\pm$ .03	16602 70° .97 $\pm$ .03	14313 73° .95 $\pm$ .03	3635 72° .97 $\pm$ .03	5491 67° 1.04 $\pm$ .04
0704-23	2.21 $\pm$ .07	1	18543 60° .92 $\pm$ .04	18727 69° .88 $\pm$ .04	16837 75° .91 $\pm$ .03	13019 81° .96 $\pm$ .03	8879 86° .96 $\pm$ .02						
		2	16777 60° .95 $\pm$ .05	16943 69° .90 $\pm$ .03	15276 75° .96 $\pm$ .03	11774 81° 1.01 $\pm$ .03	8028 86° 1.02 $\pm$ .04						
0709-20	.92 $\pm$ .02	1	18043 57° .64 $\pm$ .06	18376 66° .57 $\pm$ .03	17730 73° .34 $\pm$ .05	14408 77° .92 $\pm$ .05	7935 81° .93 $\pm$ .03						
		2	16329 57° .62 $\pm$ .09	17078 66° .61 $\pm$ .05	16040 73° .39 $\pm$ .04	13031 77° .97 $\pm$ .05	7173 81° .93 $\pm$ .05						
0715-25	2.29 $\pm$ .04	1	18690 60° .67 $\pm$ .03	18539 70° .40 $\pm$ .02	16473 77° .59 $\pm$ .04	12412 84° .55 $\pm$ .02							
		2	16910 60° .72 $\pm$ .03	16317 70° .39 $\pm$ .02	14906 77° .52 $\pm$ .03	11225 84° .43 $\pm$ .02							
0727-11	1.96 $\pm$ .05	1	16570 56° 1.00 $\pm$ .02	18783 65° .98 $\pm$ .03	18353 69° .97 $\pm$ .03	16761 70° .96 $\pm$ .04	13776 70° .97 $\pm$ .04	6867 57° .97 $\pm$ .03					
		2	14993 56° .93 $\pm$ .03	16995 65° 1.00 $\pm$ .04	16603 69° .97 $\pm$ .04	15161 70° 1.00 $\pm$ .04	12459 70° .99 $\pm$ .04	6204 57° .99 $\pm$ .03					

T A B L A IV (cont./5)

FUENTE	FLUJO	CORR.	D, Q, A					
			17972 57° .67 ±.03	13373 66° .34 ±.02	17741 72° .47 ±.02	14471 77° .41 ±.03	8019 31° .52 ±.02	
0325-20	1.93 ±.03	1	17972 57° .67 ±.03	13373 66° .34 ±.02	17741 72° .47 ±.02	14471 77° .41 ±.03	8019 31° .52 ±.02	
		2	16261 57° .76 ±.02	17079 66° .35 ±.02	16049 72° .40 ±.02	13038 77° .36 ±.02	7249 31° .62 ±.03	
0334-19	2.56 ±.07	1	18153 58° .99 ±.02	13360 67° .93 ±.02	17467 73° .99 ±.03	14001 77° .93 ±.03	10054 79° .98 ±.02	
		2	16424 53° .99 ±.02	17063 67° .97 ±.03	15301 73° 1.02 ±.03	12663 77° .95 ±.03	9090 79° 1.01 ±.02	
0334-20	3.76 ±.05	1	18277 59° .99 ±.02	13332 67° .93 ±.02	16996 74° .97 ±.02	13133 73° .93 ±.02	7603 30° 1.00 ±.02	
		2	16537 59° 1.00 ±.02	17033 67° .99 ±.02	15374 74° .99 ±.02	11382 73° .93 ±.02	6377 30° 1.02 ±.02	
0350-20	1.02 ±.03	1	18377 59° .90 ±.04	13761 63° .91 ±.04	16344 74° .63 ±.05	12673 79° .22 ±.05	7305 31° .65 ±.06	
		2	16627 59° .93 ±.07	16974 63° .86 ±.04	15237 74° .55 ±.06	11461 79° .22 ±.03	6603 31° .70 ±.05	
0355-19	.96 ±.02	1	18151 58° .86 ±.07	13357 67° .84 ±.06	17463 73° .84 ±.03	13952 77° .90 ±.04	3300 79° .96 ±.06	
		2	16423 58° .89 ±.05	17060 67° .84 ±.05	15302 73° .36 ±.04	12618 77° .93 ±.05	7955 79° .97 ±.06	

T A B L E I V (cont./6)

FURFITE	FIUJO	CORR.	D, $\psi$ , A											
			16849 55° .98 $\pm$ .03	13673 64° .97 $\pm$ .02	13357 70° .97 $\pm$ .02	15697 72° .97 $\pm$ .04	11068 71° .99 .02	7023 65° 1.01 .04	15246 55° .99 $\pm$ .03	16895 64° 1.01 $\pm$ .02	16607 70° .99 $\pm$ .02	14198 72° .97 $\pm$ .03	10007 71° 1.01 $\pm$ .02	6345 65° 1.03 $\pm$ .03
0859-14	2.63 $\pm$ .04	1												
0947-24	.90	1	18610 59° .28 $\pm$ .06	13406 71° .51 $\pm$ .04	15914 73° .51 $\pm$ .04	11431 85° .30 $\pm$ .04								
		2	16838 59° .20 $\pm$ .04	16652 71° .27 $\pm$ .04	14396 73° .24 $\pm$ .04	10337 35° .20 $\pm$ .04								
		3	1772 59° .22 $\pm$ .04	1754 71° .35 $\pm$ .05	1513 73° .45 $\pm$ .04	1093 85° .53 $\pm$ .03								
1015-31	2.03 $\pm$ .06	1	18879 63° 1.01 $\pm$ .03	18840 66° 1.05 $\pm$ .03	17356 75° 1.04 $\pm$ .03	17229 77° .99 $\pm$ .03	15208 84° .98 $\pm$ .04	12359 92° .95 $\pm$ .04	10526 93° 197 $\pm$ .03					
		2	17030 63° 1.02 $\pm$ .03	17045 66° .99 $\pm$ .03	16154 75° 1.05 $\pm$ .03	15536 77° .96 $\pm$ .03	13757 84° .98 $\pm$ .05	11179 92° .93 $\pm$ .03	9519 98° .98 $\pm$ .03					
1031-11	1.16 $\pm$ .03	1	16663 56° .63 $\pm$ .04	18774 65° .61 $\pm$ .04	18237 69° .67 $\pm$ .04	15432 71° .71 $\pm$ .04	10650 68° .80 $\pm$ .04	7774 62° .90 $\pm$ .04						
		2	15032 56° .75 $\pm$ .04	16936 65° .67 $\pm$ .04	16544 69° .74 $\pm$ .04	13958 71° .79 $\pm$ .04	9628 63° .84 $\pm$ .04	7025 62° .92 $\pm$ .05						



TABLE IV (cont./3)

EUREP	FUJO	CONC.	Q, P, S					
			Q	P	S	Q	P	S
1240-20	1.6	1	13343 59° .12 ± .04	13312 63° .23 ± .04	17450 73° .24 ± .02	13529 79° .18 ± .03	8127 82° .16 ± .02	
			16597 59° .08 ± .03	17021 60° .21 ± .02	15733 73° .21 ± .03	12236 79° .15 ± .05	7346 82° .19 ± .02	
			1746 59° .52 ± .05	1792 63° .52 ± .03	1664 73° .54 ± .04	1293 79° .54 ± .03	730 82° .57 ± .05	
1245-19	5.4° ± .16	1	17339 56° 1.04 ± .02	13796 64° 1.00 ± .02	17303 72° .99 ± .02	15544 76° .99 ± .02	10376 79° .99 ± .02	3174 79° .99 ± .02
			16141 56° 1.07 ± .03	17095 64° 1.00 ± .02	16110 72° 1.11 ± .02	14060 76° 1.07 ± .02	9324 79° .99 ± .02	7324 79° 1.01 ± .02
1209-22	2.30 ± .02	1	13370 59° .97 ± .02	13665 69° .99 ± .02	17034 75° .96 ± .02	13326 80° .96 ± .02	10965 82° .93 ± .02	
			16621 59° 1.00 ± .02	16337 69° .90 ± .02	15455 75° 1.00 ± .02	12052 80° .98 ± .02	9915 82° 1.02 ± .02	
1222-29	1.17 ± .03	1	13353 66° .42 ± .05	17672 75° .34 ± .04	14636 84° .33 ± .03	11409 93° .57 ± .03		
			17057 66° .45 ± .06	15937 75° .44 ± .04	13239 84° .47 ± .03	10313 93° .64 ± .03		

T A B L E IV (con /9)

PROGRAM	FUEL	CODE	D, Q, A					
1450-11	2.20 ±.04	1	16533 570 .47 ±.02	13751 650 .83 ±.03	13369 690 .74 ±.02	15709 700 .74 ±.03	10997 670 .94 ±.02	5292 450 .74 ±.03
			15005 570 .52 ±.02	16965 650 .90 ±.03	16618 690 .73 ±.02	14203 700 .73 ±.03	9943 670 .94 ±.03	4779 450 .73 ±.03
1504-167	2.29 ±.06	1	17503 560 1.02 ±.02	13366 660 .93 ±.02	13001 710 .93 ±.02	14934 740 .93 ±.02	9931 740 1.02 ±.03	
			15349 560 .99 ±.03	17069 660 1.00 ±.	16234 710 .95 ±.02	13507 740 .97 ±.02	9223 740 1.07 ±.05	
1517-24	.7 ±.	2	13733 620 .93 ±.02	13439 710 .94 ±.02	16097 770 .99 ±.02	11301 340 .94 ±.02	9192 370 .95 ±.02	
			16991 620 .93 ±.02	16632 710 .96 ±.02	14561 770 .95 ±.02	10672 340 .91 ±.02	3311 370 .96 ±.02	
1524-1	1.73 ±.03	1	17433 530 1.07 ±.03	13355 660 1.02 ±.02	13055 710 .96 ±.02	15057 720 .99 ±.02	10167 700 1.02 ±.02	5550 530 1.04 ±.03
			15324 530 .99 ±.04	17059 660 1.02 ±.02	16341 710 .95 ±.02	13613 720 1.00 ±.02	9192 700 1.04 ±.03	5010 530 1.07 ±.04
1621-11	.91 ±.04	2	17562 600 .92 ±.04	13362 660 1.00 ±.04	1309 700 .97 ±.06	14913 700 .95 ±.05	11239 630 .95 ±.04	5740 510 1.05 ±.04
			15390 600 .39 ±.06	17066 660 .98 ±.04	16291 700 .95 ±.05	13633 700 .93 ±.05	10162 630 .93 ±.05	5139 510 1.03 ±.05

T A B L E IV (cont./10)

FUEITE	RATIO	COVER.	D, $\psi$ , A															
			13371 65° .94 ± .04	17790 75° .92 ± .04	14314 34° .95 ± .04	12513 39° .95 ± .04	17939 75° .98 ± .04	18369 62° 1.01 ± .04	17912 37° 1.05 ± .04	16746 9° 1.02 ± .04	17074 65° .91 ± .04	16094 75° .92 ± .05	13400 34° .93 ± .05	11318 39° .91 ± .05	17939 75° .98 ± .04	18369 62° 1.01 ± .04	17072 62° 1.04 ± .04	16203 37° 1.05 ± .04
1622-29	1.37 ± .02	1	13371 65° .94 ± .04	17790 75° .92 ± .04	14314 34° .95 ± .04	12513 39° .95 ± .04	17939 75° .98 ± .04	18369 62° 1.01 ± .04	17912 37° 1.05 ± .04	16746 9° 1.02 ± .04								
1640-512	1.00 ± .03	1	8312 127° .97 ± .04	11542 107° .99 ± .04	15492 39° 1.03 ± .04	14022 39° 1.01 ± .04	16233 75° 1.03 ± .04	17072 62° 1.04 ± .04	16203 37° 1.05 ± .04	15147 9° 1.05 ± .04								
1643-22	.97 ± .06	1	16596 60° .59 ± .06	13653 59° .49 ± .04	16673 76° .51 ± .04	11433 32° .73 ± .04	16673 76° .51 ± .04	16673 76° .51 ± .04	11433 32° .73 ± .04	3422 35° .84 ± .05								
		2	16325 60° .55 ± .06	16330 69° .51 ± .04	15033 76° .56 ± .04	10343 32° .32 ± .04	15033 76° .56 ± .04	15033 76° .56 ± .04	10343 32° .32 ± .04	7614 35° .88 ± .05								
1730-13	4.20 ± .00	1	16515 55° .94 ± .02	13592 64° .97 ± .02	13677 69° .93 ± .02	15495 72° .93 ± .02	13592 64° .97 ± .02	13677 69° .93 ± .02	15495 72° .93 ± .02	10786 70° .89 ± .02	6423 60° .93 ± .02							
		2	14943 55° .94 ± .04	16022 64° .96 ± .03	16033 69° .93 ± .02	14015 72° .90 ± .02	16022 64° .96 ± .03	16033 69° .93 ± .02	14015 72° .90 ± .02	9752 70° .90 ± .02	5307 60° .96 ± .02							
1930-15	3.37 ± .13	1	17522 57° .91 ± .02	13064 67° .73 ± .02	17434 71° .70 ± .02	13024 73° .76 ± .02	13064 67° .73 ± .02	17434 71° .70 ± .02	13024 73° .76 ± .02	10209 72° .89 ± .02	5903 65° 1.00 ± .02							
		2	15355 57° .39 ± .02	17067 67° .78 ± .02	15316 71° .79 ± .02	12502 73° .82 ± .02	17067 67° .78 ± .02	15316 71° .79 ± .02	12502 73° .82 ± .02	9230 72° .93 ± .02	5332 65° .99 ± .02							

T A B L E IV (cont.) / 1

EQUIP.	FINJO	D, %	D, $\Psi$ , %									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2005-10	.82 ± .03	1	16757 53° 1.01 ± .05	13342 66° 1.03 ± .03	13660 68° .93 ± .06	14995 70° .96 ± .06	12467 63° .99 ± .05	7009 55° .95 ± .05				
			15163 50° 1.03 ± .06	17043 66° 1.02 ± .03	16391 63° 1.00 ± .06	13562 70° .99 ± .06	11219 60° .98 ± .06	6332 55° 1.01 ± .06				
2025-15	.66 ± .03	1	17154 56° .92 ± .06	13333 65° .94 ± .03	13143 70° .33 ± .05	15322 73° .94 ± .06	11033 73° .65 ± .06	6660 60° .50 ± .06	3407 43° .37 ± .07			
			15521 56° .34 ± .07	17040 65° .93 ± .05	16410 70° .95 ± .08	13353 73° .96 ± .07	10025 73° .53 ± .07	6013 60° .62 ± .06	3073 40° .94 ± .07			
2040-14	.90 ± .03	1	16715 54° .26 ± .05	13090 61° .23 ± .06	13641 64° .32 ± .05	17756 71° .36 ± .05	14279 73° .24 ± .05	9307 70° .23 ± .05	5065 59° .51 ± .05			
			15124 54° .26 ± .05	16360 61° .30 ± .05	16366 64° .31 ± .05	16063 71° .30 ± .05	12914 73° .27 ± .05	3410 70° .20 ± .05	4571 50° .61 ± .05			
2111-25	1.26 ± .03	1	18741 61° .79 ± .04	13534 70° .75 ± .06	16373 78° .66 ± .04	12337 35° .70 ± .05	9326 39° .76 ± .05					
			16956 61° .34 ± .04	16767 70° .73 ± .05	14315 73° .72 ± .04	11153 35° .73 ± .06	6335 39° .63 ± .05					
2113-21	1.29 ± .03	1	17973 56° .28 ± .04	13379 66° .53 ± .04	17316 73° .36 ± .04	14630 73° .52 ± .04	3725 32° .33 ± .04					
			16232 56° .46 ± .04	17330 66° .66 ± .04	16116 73° .34 ± .04	13232 73° .53 ± .04	7345 32° .39 ± .04					

SITE	FLUX	CORR.	D, $\psi$ , $\phi$					
			17995 57° .93 ± .03	18873 66° 1.01 ± .05	17752 73° .95 ± .05	14500 77° .95 ± .05	8000 81° .92 ± .05	
2123-20	1.00 ± .02	1	17995 57° .93 ± .03	18873 66° 1.01 ± .05	17752 73° .95 ± .05	14500 77° .95 ± .05	8000 81° .92 ± .05	
		2	16232 57° 1.00 ± .05	17030 66° .93 ± .07	16060 73° .99 ± .05	13115 77° .93 ± .05	7231 31° .99 ± .05	
2123-12	1.37 ± .03	1	16639 56° 1.00 ± .04	18644 64° 1.01 ± .04	18572 69° .97 ± .04	15329 71° .97 ± .04	10310 63° .97 ± .04	5317 51° .93 ± .03
		2	15101 56° .99 ± .03	16363 64° 1.04 ± .03	16312 69° .96 ± .04	13364 77° .97 ± .04	9773 68° .96 ± .04	4301 51° .99 ± .03
2149-20	1.12 ± .04	1	13305 50° .91 ± .06	13370 67° .89 ± .04	17375 73° .89 ± .04	13426 73° .86 ± .06	3519 30° .83 ± .05	
		2	16332 53° .91 ± .05	17052 67° .91 ± .04	15713 73° .94 ± .05	12137 73° .92 ± .06	7701 30° .39 ± .04	
2149-23	1.7 ± .15	1	13350 62° .93 ± .03	13217 72° .96 ± .03	15344 31° .99 ± .04	11227 91° .96 ± .03		
		2	17062 62° 1.02 ± .04	16430 72° .96 ± .04	16151 31° 1.00 ± .04	10154 91° .95 ± .03		
2203-10	4.05 ± .02	1	13720 53° .99 ± .02	13362 67° 1.00 ± .02	17639 72° .99 ± .02	14251 76° .98 ± .02	3355 77° .97 ± .02	
		2	16311 53° 1.00 ± .02	17165 67° 1.00 ± .02	15957 72° 1.02 ± .02	12339 76° .99 ± .02	3005 77° 1.01 ± .02	

T A B L E IV (cont./13)

WAVE	FWHM	COR.	D, $\psi$ , A									
			17472 56° .93 ± .04	18972 67° .93 ± .04	17636 72° .93 ± .04	14117 74° .94 ± .04	9367 73° .96 ± .04	17391 59° .95 ± .07	18341 63° .93 ± .07	17429 72° .36 ± .05	18729 74° .93 ± .07	7963 72° .39 ± .06
2313-16	1.59 ± .03	1	17472 56° .93 ± .04	18972 67° .93 ± .04	17636 72° .93 ± .04	14117 74° .94 ± .04	9367 73° .96 ± .04	17391 59° .95 ± .07	18341 63° .93 ± .07	17429 72° .36 ± .05	18729 74° .93 ± .07	7963 72° .39 ± .06
2329-16	1.07 ± .07	1	17391 59° .95 ± .07	18341 63° .93 ± .07	17429 72° .36 ± .05	18729 74° .93 ± .07	7963 72° .39 ± .06	16133 59° .93 ± .07	17346 63° .94 ± .03	15766 72° .35 ± .07	12417 74° .90 ± .07	7197 72° .96 ± .07
2345-16	2.90 ± .04	1	17455 56° 1.01 ± .03	18335 65° 1.00 ± .03	18069 71° .94 ± .03	15380 74° .95 ± .04	10497 74° .95 ± .03	15793 56° 1.00 ± .04	17401 65° 1.01 ± .03	16346 71° .94 ± .03	13339 74° .96 ± .04	9490 74° .99 ± .03
2354-16	1.59 ± .03	1	16132 54° .95 ± .03	16405 63° .94 ± .05	13742 63° .95 ± .04	16796 72° .93 ± .04	6237 54° .93 ± .06	14570 54° .95 ± .04	16653 63° .96 ± .05	16956 63° .94 ± .05	15193 71° .95 ± .05	11530 69° .93 ± .04

T A B L A V(a)

MODELOS DE RADIOFUENTES

Columna 1: Nombre de la radiofuente.

" 2: Separación de las componentes en segundos de arco.

" 3: Angulo de posición en grados.

" 4: Diámetro de las componentes en segundos de arco, p  
significa que las componentes son puntuales.

" 5: Relación de intensidad de las componentes.

" 6: Identificación óptica: N galaxia compacta, D galaxia  
esférica con envolvente difusa, QSO cuasar , QSO(?)  
objeto que se sospecha puede ser un cuasar. Estas iden-  
tificaciones fueron tomadas del catálogo de Parkes.

T A B L A V(a)

FUENTE	SEPARACION	A.P.	DIAM. COMP.	REL.INT.	IDENT.
0000-17	3"	60 <sup>o</sup>	P	1	N
0021-29	23	40	9	1	QSO(¿)
0056-17	3	75	P	1	QSO
0125-14	9	69	P	1	QSO(¿)
0413-21	3	60	P	1	
0508-22	12	65	7	1	QSO(¿)
0541-24	12	40	6	1	N
0709-20	13	0	P	.43	
0715-25	16.6	43	P	.43	
0825-20	14	48	P	.54	QSO
0850-20	11.3	142	P	1	
0855-19	3	63	P	1	QSO(¿)
1031-11	3	90	P	1	
1139-28	10.2	50	P	.38	
1203-26	10	155	P	1	
1422-29	6	75	P	.5	QSO
1453-10	26	24	2	1	QSO
1643-22	4	90	P	1	
1938-15	3	75	P	1	
2025-15	14	90	1	1	
2048-14			p,20	2.3	D (*)
2111-25	6.9	47	P	1	QSO(¿)

(\*) tipo halo más núcleo puntual.

T A B L A V (a')

FUENTES NO RESUELTAS

Columna 1: Nombre de la radiofuente.

- " 2: Límite superior del diámetro, en segundos de arco, suponiendo una distribución de brillo gaussiana.
- " 3: Identificación óptica: E galaxia tipo elíptico, g galaxia muy débil para poder ser clasificada, dB galaxia doble, QSO cuasar, QSO(?) objeto que se sospecha puede ser un cuasar. Estas identificaciones fueron tomadas del catálogo de Parkes.

T A B L A V (a')

FUENTE	DIAM.	IDENT.
0023-26	< 1.5	
0032-20	1.5	
0114-21	1.5	dB
0130-17	2.0	QSO
0319-29	1.5	
0346-27	2.0	E3
0403-13	1.5	QSO
0445-22	1.5	g
0451-28	1.5	QSO(¿)
0519-20	1.5	
0607-15	1.5	
0704-23	2.0	
0727-11	1.5	
0834-19	1.5	
0834-20	1.5	QSO(¿)
0859-14	1.5	QSO
1015-31	1.5	
1127-14	1.5	QSO
1213-17	1.5	
1237-10	2.0	QSO
1245-19	1.5	
1309-22	1.5	g
1504-167	1.5	g
1514-24	2.0	E
1524-13	1.5	QSO(¿)

T A B L A V (a')(cont./1)

FUENTE	DIAM.	IDENT.
1622-29	2.0	
NRAO-512	1.5	
1730-13	2.0	
2005-10	1.5	
2128-20	1.5	
2128-12	1.5	QSO
2149-20	2.0	
2149-28	1.5	
2203-18	1.5	QSO
2318-16	2.0	
2329-16	2.0	
2345-16	2.0	QSO
2353-11	2.0	QSO

T A B L A V(b)

AMPLITUD DE LA FUNCION DE VISIBILIDAD PARA LAS  
RADIOFUENTES OBSERVADAS EN UN UNICO ANGULO HORARIO

Columna 1: Nombre de la radiofuente.

" 2: Longitud efectiva de la línea de base en longitudes de onda.

" 3: Angulo de posición de la dirección de resolución.

" 4: Flujo medido por el correlador No. 3, a excepción de:  
1146-11, 1226-21, 1247-19, 1358-11, 1417-19 y 1635-14  
que fueron tomadas del Catálogo de Parkes.

T A B L A V(b)

FUENTE	D		F <sub>3</sub>	A <sub>1,A2</sub>	$\beta$
0048-09	17703	70	1.21	.84	2.5 ± .1
	16015	70		.87	
0101-12	17481	/1	1.20	.50	5.9 ± .7
	15813	71		.40	
0156-14	18302	70	.98	.93	1.8 ± .3
	16557	70		.90	
0310-15	16808	72	1.27	.98	< 1.5
	14776	72		1.00	
0406-18	15352	75	1.30	.97	1.5 ± .3
	13886	75		.95	
0502-10	14357	70	.66	.74	3.9 ± .3
	12984	70		.83	
0513-13	18094	71	.87	.93	1.7 ± .2
	16369	71		.92	
0533-12	17356	/1	.78	.26	7.6 ± .3
	15700	71		.28	
0648-16	16585	73	1.21	1.0	1.2 ± 1.2
	15000	73		.90	
0745-19	18042	/2	.92	.77	3.1 ± .1
	16323	72		.80	
0851-14	17138	72	.89	.74	3.2 ± .3
	15503	72		.83	
0919-14	17581	/2	1.15	.27	8.0 ± .9
	15904	72		.19	

T A B L A V(b) (cont./1)

FUENTE	D		F <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub>	β
1131-17	18250	/1	.79	.10	9.8 ± .7
	16510	71		.08	
1131-19	18789	69	.54	.61	4.5 ± .4
	16998	69		.54	
1146-11	1702	/0		.20	82
1226-21	15848	//		.25	
	14335	/7		.28	
	1513	77		.53	
1247-19	15923	76		.31	
	14400	76		.33	
	1520	76		.37	
1334-17	16514	/4	.75	1.00	< 1
	14938	74		1.00	
1358-11	1755	69		.25	/3
1416-15	18824	68	1.11	.45	5.2 ± .1
	17030	68		.50	
1417-19	18031	/2		.26	
	16311	/2		.22	
	1719	/2		.73	
1635-14	17216	/2		.37	
	15574	/2		.33	
	1642	/2		.54	
1717-14	17361	/2	.93	.82	2.9 ± .2
	15704	/2		.82	

T A B L A V(b) (cont./2)

FUENTE	D		$F_3$	$A_1, A_2$	$\beta$
1732-09	15670	70	1.40	.84	3.3 ± .4
	14173	70		.79	
1915-12	17994	70	.76	.41	6.2 ± .5
	16279	70		.38	
1929-19	17998	72	.67	.43	5.7 ± .1
	16281	72		.48	
1946-23	18517	71	.75	.69	3.8 ± .2
	16753	71		.69	
2135-18	18528	70	.82	.27	6.5 ± .3
	16762	70		.41	
2144-17	18833	68	.53	1.00	< 1
	17039	68		1.00	
2146-13	17988	71	.94	.68	3.7 ± .2
	16273	71		.76	

T A B L A VI

POSICION DE LAS RADIOFUENTES

- Columna 1: Nombre de la radiofuente.
- " 2: Ascensión recta para el año 1950.
- " 3: Declinación para el año 1950.
- " 4: Diferencia entre ascensión recta óptica y de radio.
- " 5: Diferencia entre declinación óptica y de radio.
- " 6: Referencia a posición óptica:
- 1) Bolton, J.G., 1968, P.A.S.P., 80,5.
  - 2) Bolton, J.G., Shimmins, A.J., Ekers, J., Kinman, T.D., Lamla, E., Wirtanen, C.A., 1966, Ap. J., 144, 1229.
  - 3) Bolton, J.G., Kinman, T.D., 1966, Ap. J., 145, 951.
  - 4) Kinman, T.D., Bolton, J.G., Clarke, R.W., Sandage, A., 1967, Ap. J., 147, 848.
  - 5) Bolton, J.G., Clarke, M.E., Ekers, R.D., 1965, Aust.J. Phys., 18, 627.
  - 6) Bolton, J.G., Ekers, J., 1966, Aust.J.Phys., 19, 275.
  - 7) Bolton, J.G., Ekers, J., 1966, Aust.J.Phys. 19, 559.

Nota: En las referencias 1 a 4 las precisiones son del orden o mejores que las obtenidas en el presente trabajo. Las de 5 a 7 son del orden de (.2)'.

T A B L A VI

FUENTE	$\alpha_{1950}$		$\delta_{1950}$		$\alpha_{op} - \alpha_r$	$\delta_{op} - \delta_r$	Ref.				
0000-17	00 <sup>h</sup>	00 <sup>m</sup>	48.36	± .06	-17°	43'	50.6	± .3	.13	-4.9	(1)
0023-26	00	23	18.92	.13	-26	18	46.9	1.7			
0032-20	00	32	38.92	.10	-20	20	29.2	.6			
0056-17	00	56	38.13	.09	-17	16	47.5	1.3	-1.37	-5.6	(1)
0114-21	01	14	26.00	.15	-21	07	53.1	2.0	2.0	35.1	(5)
0130-17	01	30	17.88	.12	-17	10	08.5	.7	-.25	-1.8	(1)
0319-29	03	19	24.50	.21	-29	51	25.7	2.1			
0346-27	03	46	33.98	.21	-27	58	17.0	2.3	-1.64	-49.5	(1)
0403-13	04	03	14.12	.15	-13	16	18.2	2.0	-.14	2.2	(2)
0413-21	04	13	53.8	.22	-21	03	50.4	3.1			
0445-22	04	45	29.31	.08	-22	08	50.4	1.8	.85	10.8	(1)
0451-28	04	51	15.26	.30	-28	12	27.5	3.0	-.26	-8.5	(5)
0519-20	05	19	30.28	.11	-20	50	29.1	1.8			
0607-15	06	07	26.09	.10	-15	42	00.5	1.6			
0704-23	07	04	27.28	.11	-23	06	53.4	1.1			
0709-20	07	09	37.83	.07	-20	32	16.3	.7			
0715-25	07	15	12.82	.3	-24	59	13.4	1.6			
0727-11	07	27	58.16	.06	-11	34	48.9	1.4			
0825-20	08	25	02.85	.11	-20	16	14.8	2.3	.55	-16.2	(3)

T A B L A VI (cont./1)

FUENTE	$\alpha$ 1950	$\delta$ 1950	$\alpha_{op} - \alpha_r$	$\delta_{op} - \delta_r$	Ref.
0834-20	08 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 24. <sup>s</sup> 61 ± .06	-20° 06' 27."0 ± .8	-.04	-2.4	(1)
0834-19	08 34 56.20 .10	-19 41 24.0 1.7			
0855-19	08 55 49.01 .07	-19 38 55.5 2.0	-.51	-16.5	(7)
0859-14	08 59 54.96 .05	-14 03 34.4 1.0	.04	-2.6	(2)
1015-31	10 15 53.23 .4	-31 29 08.0 3.0			
1031-11	10 31 07.94 .01	-11 54 59.1 1.1			
1127-14	11 27 35.71 .19	-14 32 50.1 2.6	-.01	-3.9	(1)
1213-17	12 13 11.67 .15	-17 15 02.0 2.0			
1237-10	12 37 07.37 .03	-10 06 55.5 .3	-.07	-8.5	(2)
1245-19	12 45 45.31 .07	-19 42 55.1 1.0			
1309-22	13 08 57.31 .12	-22 00 43.4 .5	.57	-24.8	(1)
1422-29	14 22 32.71 .24	-29 46 12.0 1.6	.56	-47.7	(1)
1504-167	15 04 16.55 .11	-16 40 57.2 3.2	-.11	.7	(1)
1514-24	15 14 45.47 .30	-24 11 22.5 3.5	-1.54	49.2	(1)
1524-13	15 24 13.07 .07	-13 40 34.7 3.0	-.07	-7.3	(7)
1621-11	16 21 13.40 .08	-11 33 50.2 3.0			
1622-29	16 22 54.39 .14	-29 44 37.7 .4			
NRAO-512	16 38 48.2 .10	39 52 30.20 .3			
1730-13	17 30 13.55 .07	-13 02 38.7 .9			

T A B L A VI (cont./2)

FUENTE	$\alpha$ 1950		$\delta$ 1950		$\alpha_{op} - \alpha_r$	$\delta_{op} - \delta_r$	Ref.				
1933-15	19 <sup>h</sup>	38 <sup>m</sup>	24.61	± .10	-15°	31'	33".7	± .9			
2005-10	20	05	12.71	.06	-10	25	22.4	1.9			
2025-15	20	25	18.53	.09	-15	31	18.1	1.4			
2111-25	21	11	44.83	.13	-25	54	13.3	1.1	-.33	-10.7	(6)
2128-20	21	28	12.33	.15	-20	50	06.2	1.3			
2128-12	21	28	52.77	.10	-12	20	18.9	.9	-.27	-.1	(4)
2149-20	21	49	04.38	.14	-20	00	09.7	1.9			
2149-28	21	49	10.8	.30	-28	42	34.5	2.0			
2203-18	22	03	25.79	.09	-18	50	15.4	.8	.01	-.6	(4)
2313-16	23	18	24.93	.09	-16	39	30.6	.4			
2329-16	23	29	02.62	.09	-16	13	28.4	1.2			
2345-16	23	45	27.68	.05	-16	47	49.5	.6	-.12	-3.0	(1)
2354-11	23	54	57.26	.04	-11	42	16.5	1.4	-.29	-5.4	(1)

T A B L A VII

POLARIZACION DE LAS RADIOFUENTES

Columna 1: Nombre de la radiofuente.

" 2: Polarización en %.

" 3: Angulo de posición en grados.

" 4: Solamente en correlador No. 3 significa que las mediciones de polarización se han efectuado solamente en el correlador No. 3, debido a que la fuente es resuelta en los correladores No. 1 y 2.

Nota: Para la fuente 1938-15 se obtuvieron los siguientes valores para LR y RL en los correladores 1 y 2:

$$LR = (5.9 \pm .5) \% \quad = 152^{\circ} \pm 2^{\circ}$$

$$RL = (6.6 \pm .5) \% \quad = 27^{\circ} \pm 2^{\circ}$$

T A B L A VII

FUENTE	POLARIZACION EN %	ANGULO DE POSICION	OBS.
0021-29	4.5 ± .7	109° ± 3°	Solamente Corr. No. 3
0114-21	< 1.0		
0023-26	< 1.0		
0125-14	3.7 1.3	42 6	Solamente Corr. No. 3
0403-13	2.5 .5	5 3	
0607-15	4.0 .5	28 5	
0704-23	1.0 .5	60 17	
0715-25	3.1 .9	113 2	Solamente Corr. No. 3
0825-20	3.3 .3	42 9	Solamente Corr. No. 3
0834-20	1.5 .5	48 5	
0850-20	6.7 1.2	52 7	
0859-14	2.8 .5	78 6	
1127-14	1.1 .5	177 9	
1139-28	10.0 .2	58 4	Solamente Corr. No. 3
1237-10	6.7 .8	48 4	
1453-10	1.5 .5	32 6	Solamente Corr. No. 3
1514-24	5.8 .6	45 3	
1622-29	5.4 .5	155 3	
1730-13	4.2 .5	39 3	
1938-15	4.5 .4	1 4	Solamente Corr. No. 3
2113-21	11.0 1.5	58 3	Solamente Corr. No. 3
2345-16	2.5 .4	41 6	
CTA-102	5,8	20 1	
3C 454.3	4.3	162 1	
3C 286	10.3	30	

LEYENDAS DE LAS FIGURAS

Figura 1: Diagrama de un interferómetro a correlación.

- " 2: Porción de la esfera celeste sobre el horizonte del interferómetro. I es el polo del interferómetro, S la fuente observada, PN el polo norte celeste.
- " 3: Geometría para una radiofuente con distribución de brillo  $B(x,y)$ .
- " 4: Elipses en el plano  $u,v$  para tres diferentes declinaciones.
- " 5: Programas usados en la reducción de los datos.
- " 6: Registro analógico. El inferior corresponde al correlador No. 1 (2100 m.), el del medio al No. 2 (1900 m.) y el superior al No. 3 (200 m.). 1 cm. en el papel corresponde a 1 minuto de tiempo.
- " 7: Ganancia para el correlador No. 1 en función del tiempo sidereo.
- " 8: Amplitud de la función de visibilidad en función del ángulo horario para 22 radiofuentes. Las curvas representan los modelos calculados y los puntos los valores medidos.
- " 9: Comparación entre los flujos medidos por Kellerman et al (ref.25),  $F_K$ , y los del presente trabajo,  $F_{INRAO}$ .
- " 10: Comparación entre las posiciones medidas por diversos autores y la del presente trabajo.

Referencias:

- x Clark, B., Hogg, D., 1966, Ap.J. 145, 21.
- Wade, D., Clark, B., Hogg, D., 1965, Ap. J. 142, 406.
- Elsmore, B., Mackay, C., 1969, M.N.R.A.S. 146, 361.
- ▲ Adgie, R.L., Gent, H., 1966, Nature, 209, 549.
- Wade, C., Comunicación privada.

Figura 11: Comparación entre las posiciones medidas por Shimmins et al (Ref.1) y las del presente trabajo.

" 12: Comparación entre los ángulos de posición  $\chi$  medidos por Gardner et al (Ref.27),  $\chi_p$ , y las del presente trabajo  $\chi_{INRAO}$ . Para claridad en el dibujo solo se representaron los errores para algunas de las radiofuentes.

" 13: Comparación entre los porcentajes de polarización medidos por Gardner et al (Ref.27) y las del presente trabajo. Para claridad en el dibujo solo se representaron los errores para algunas de las radiofuentes.

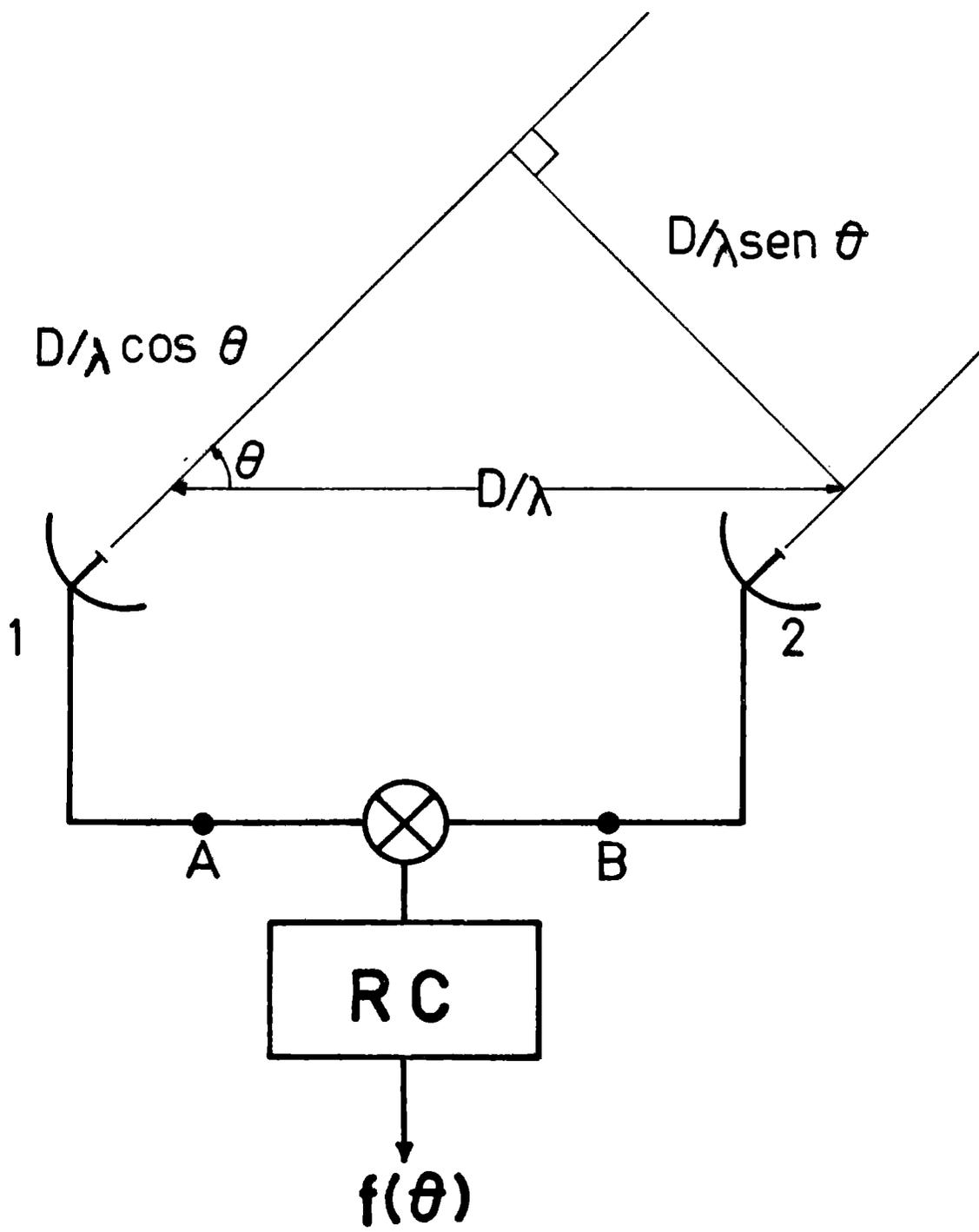


fig 1

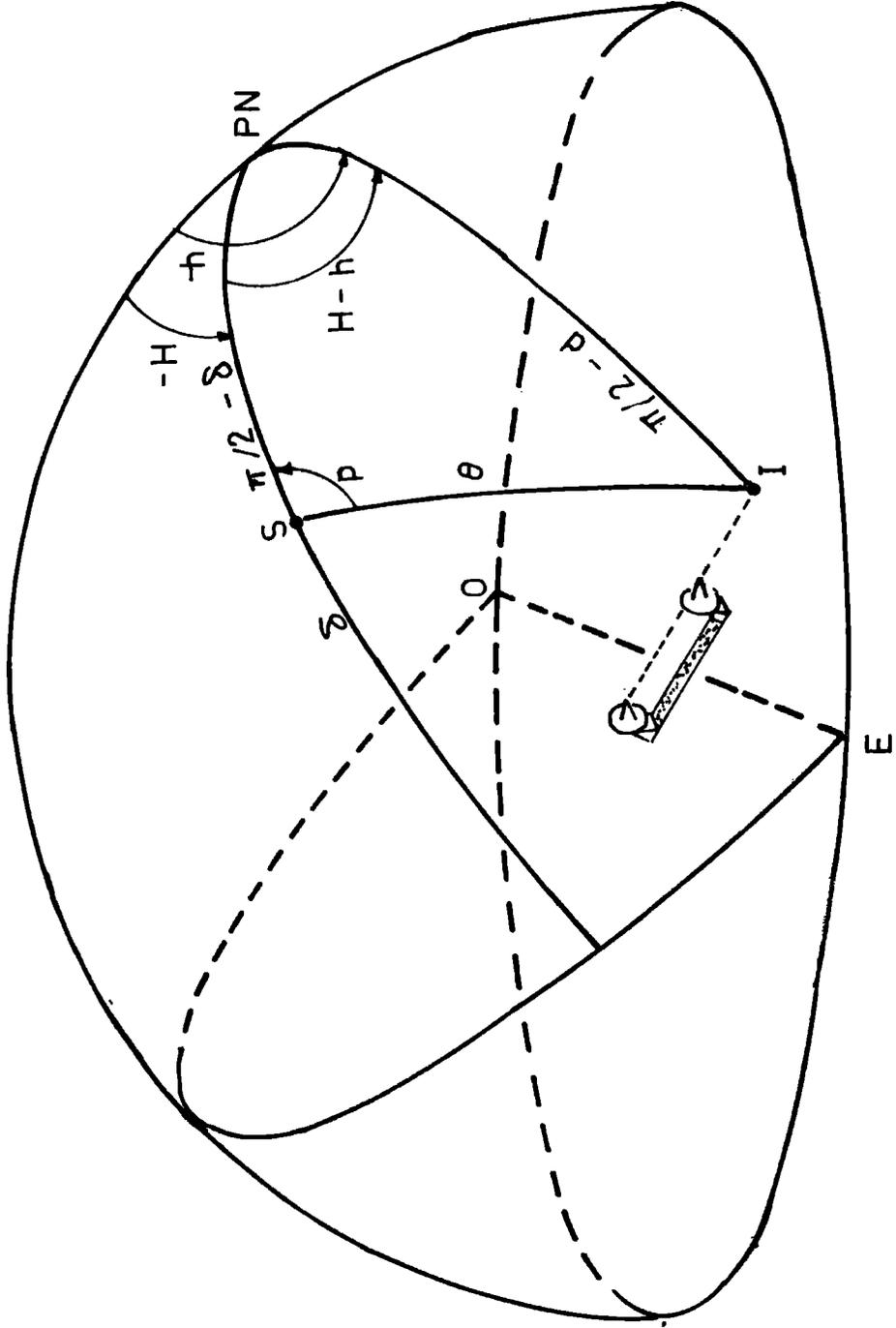


fig 2

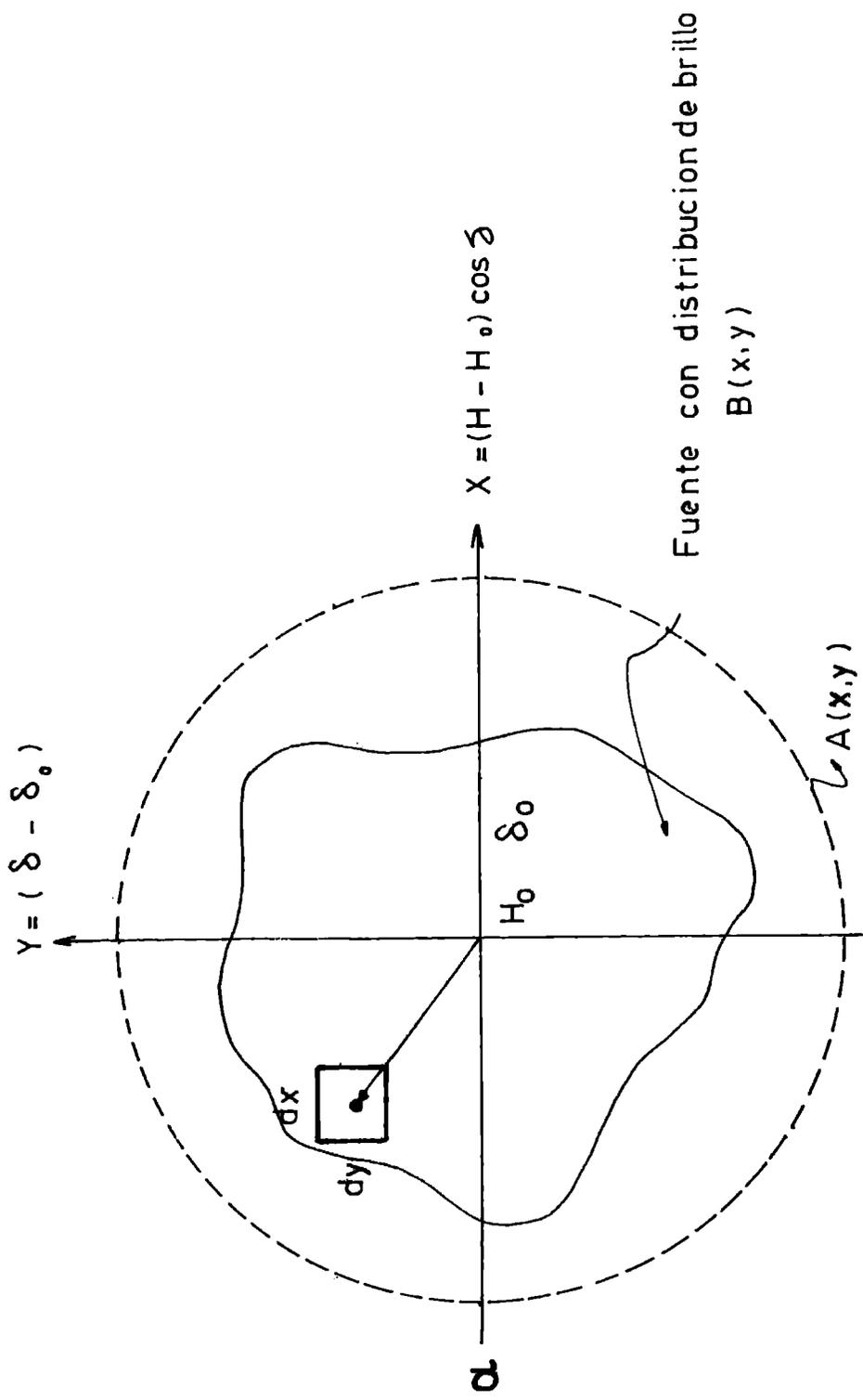


fig. 3

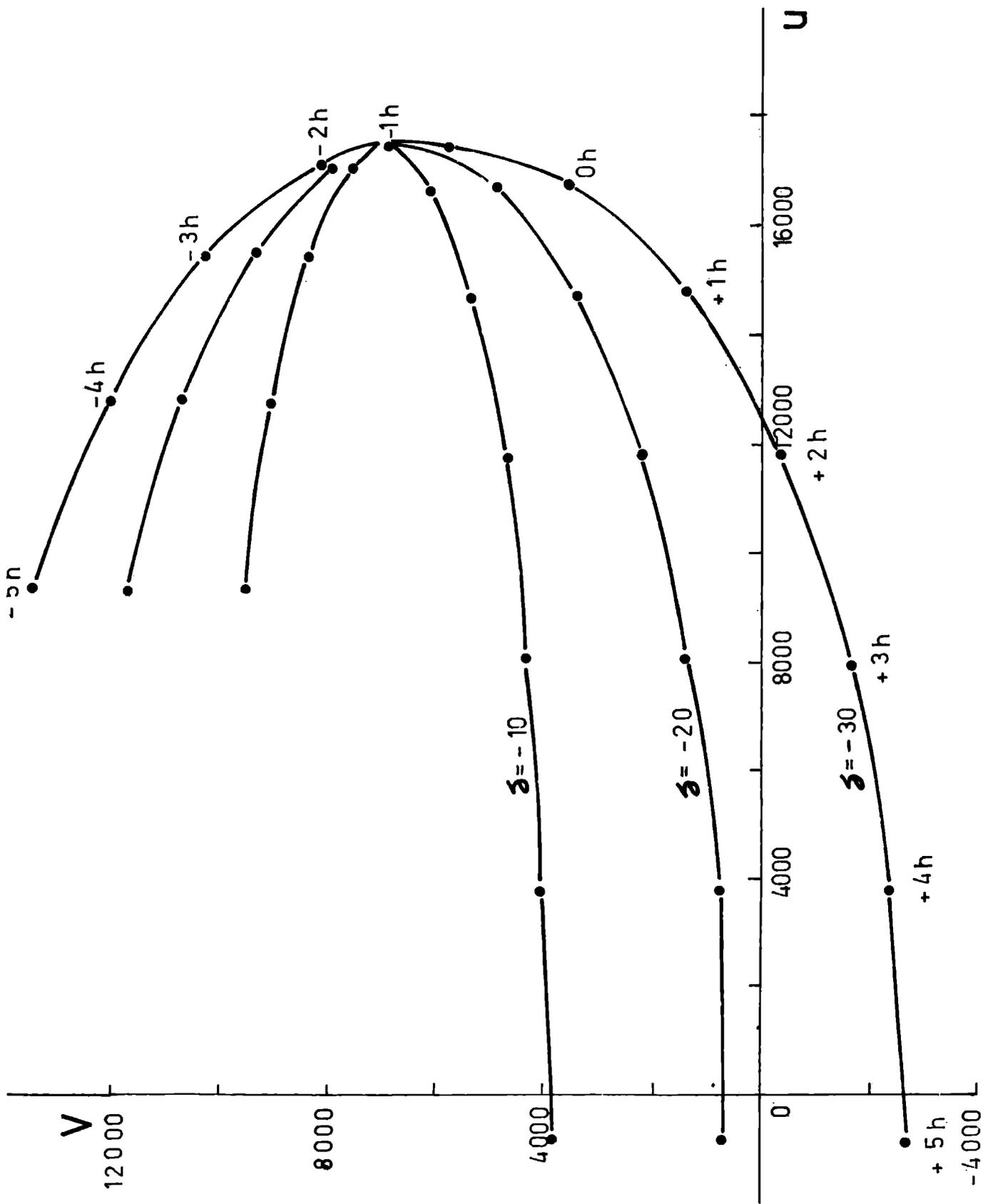
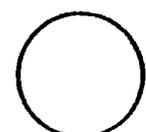


Fig. 4



I READ



I EDIT



Cinta magnética producida por la computadora DDP 116, contiene datos de aproximadamente 24 hs.

Programa que produce listado de cinta anterior acumula en Tape I los datos correspondientes a varios días de observación.

Programa para borrar datos malos, interferencias, etc., y produce Tape II.

PH 2

I POL

TPII cheq

- Programa para el cálculo de posición utilizando las observaciones de un día para cada radiofuente.
- Programa para el cálculo de la polarización. Da polarización para el intervalo de observación, aproximadamente 20 minutos.
- Programa para el cálculo de la amplitud de las franjas de interferencia. Da promedio sobre el intervalo de observación.

fig. 5

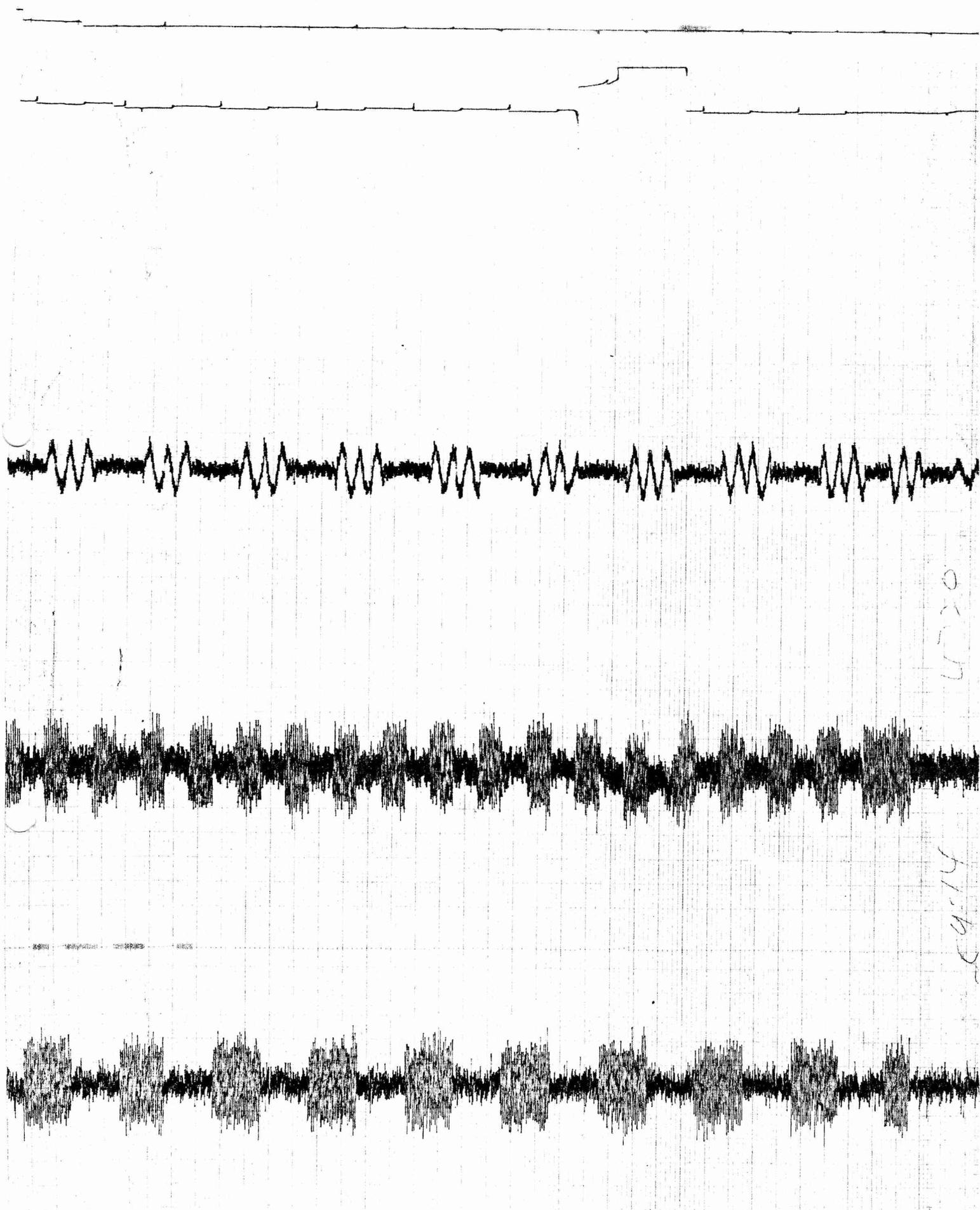
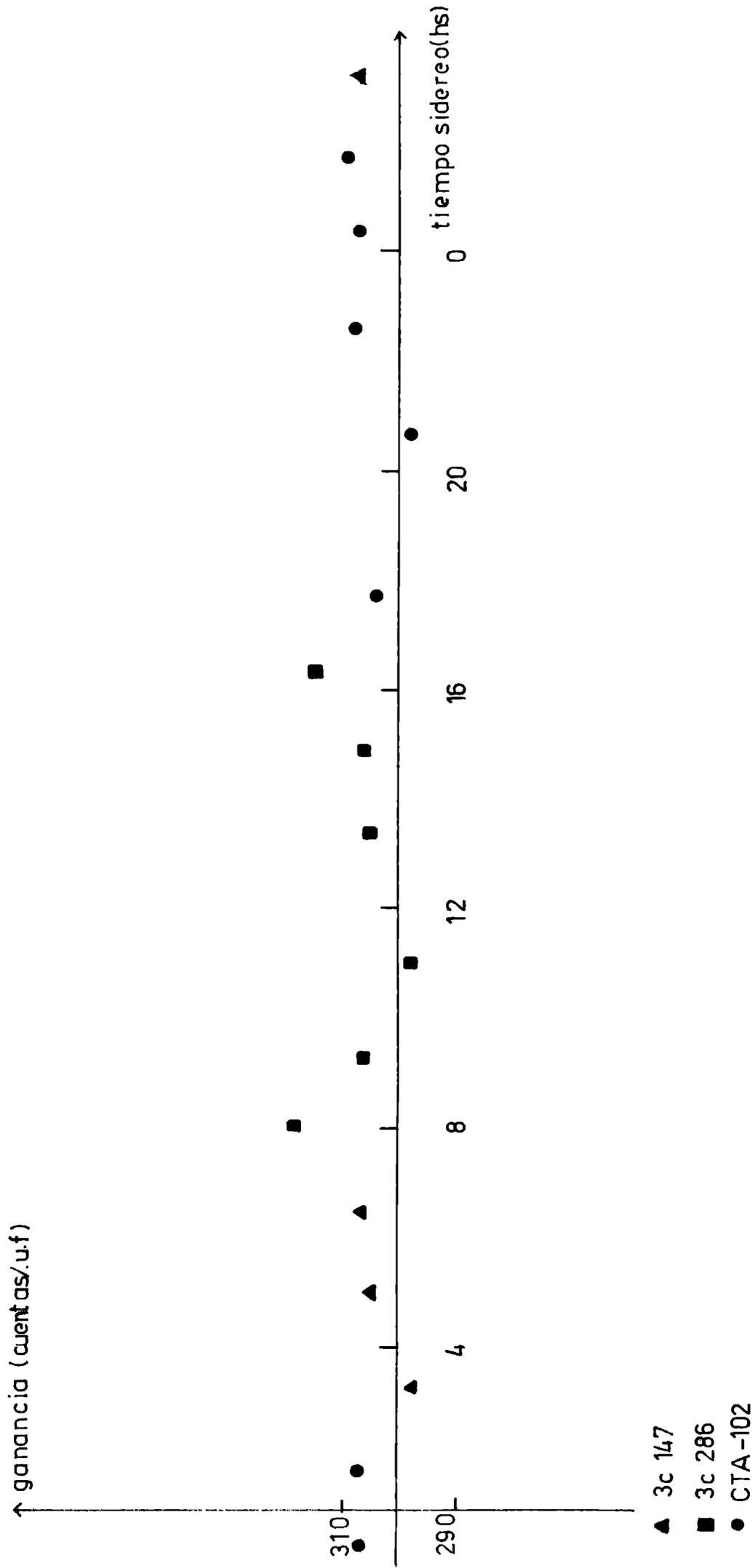


Fig. 6



CORR # 1

CORR # 2

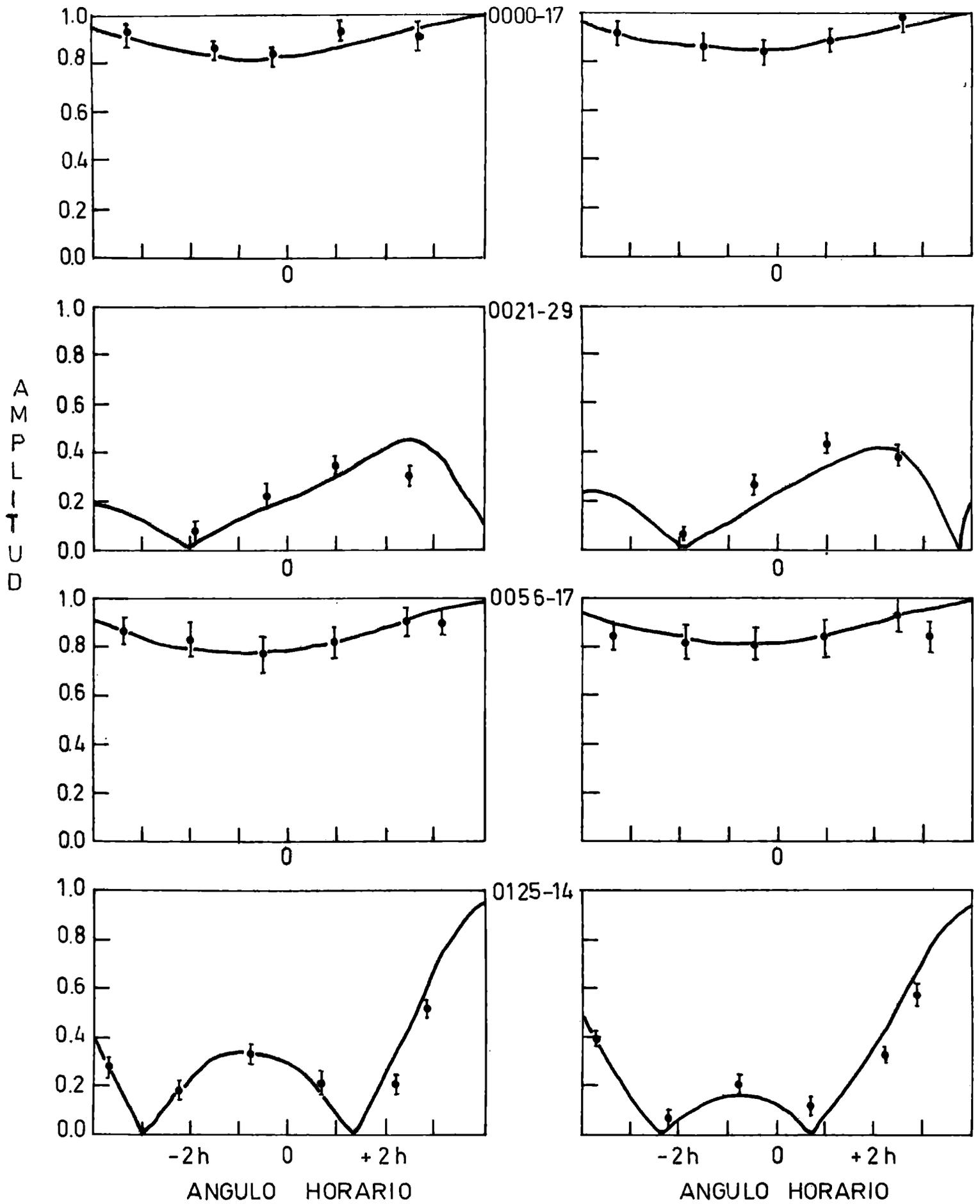
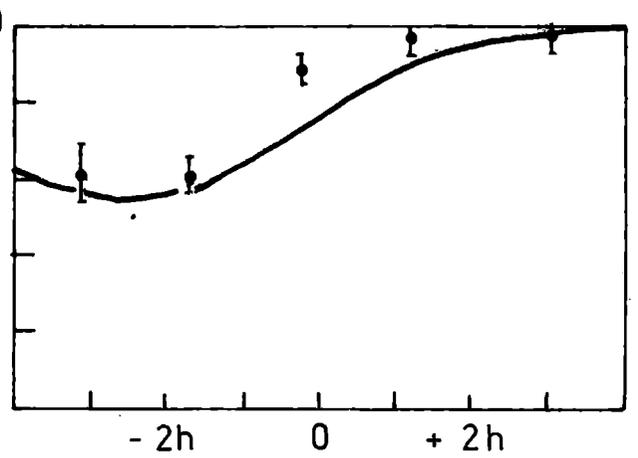
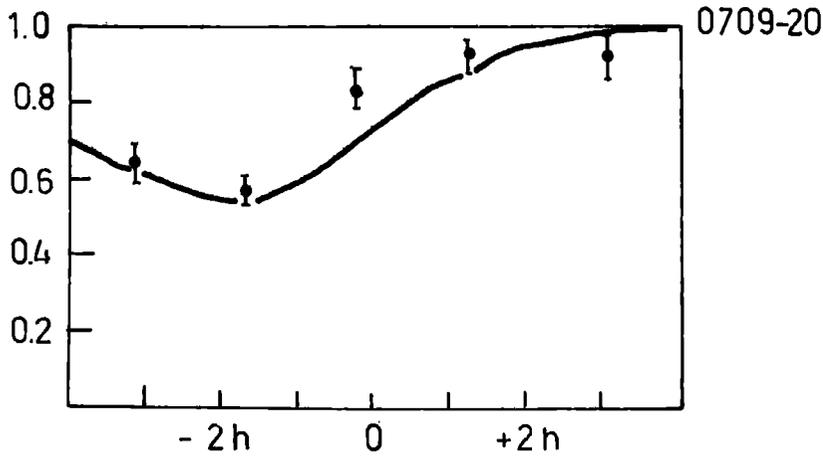
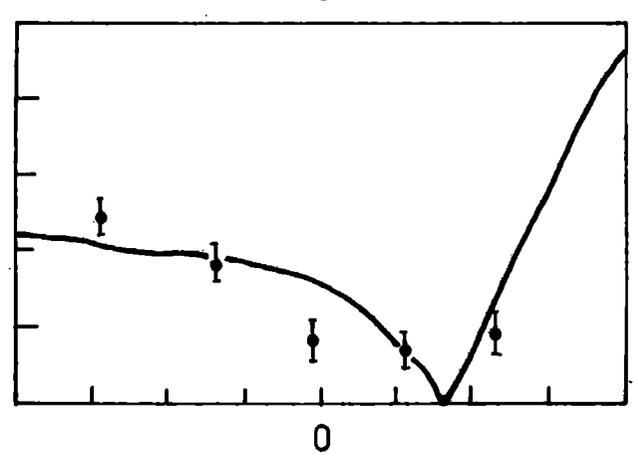
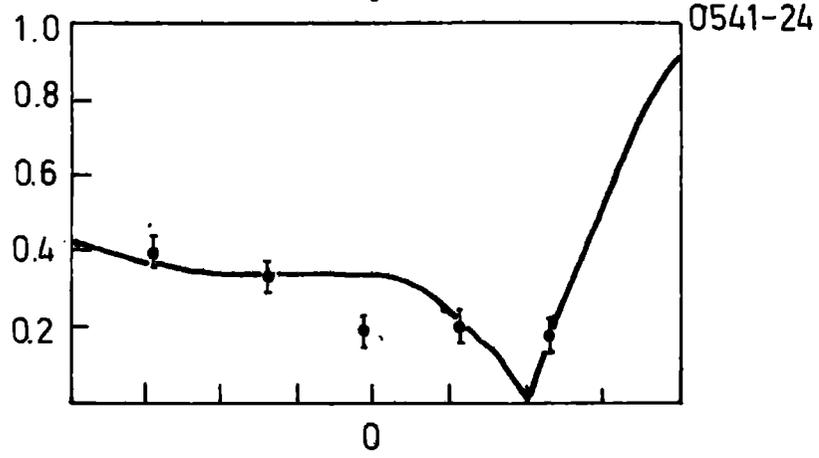
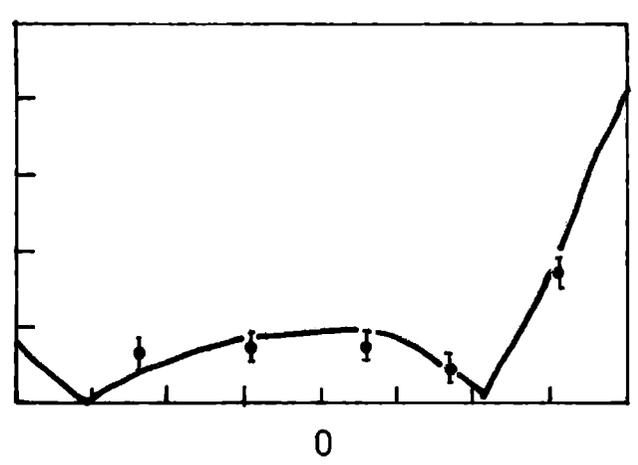
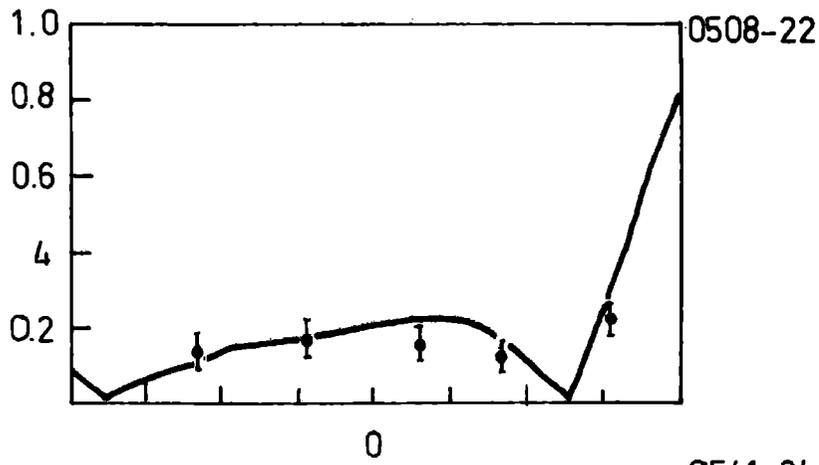
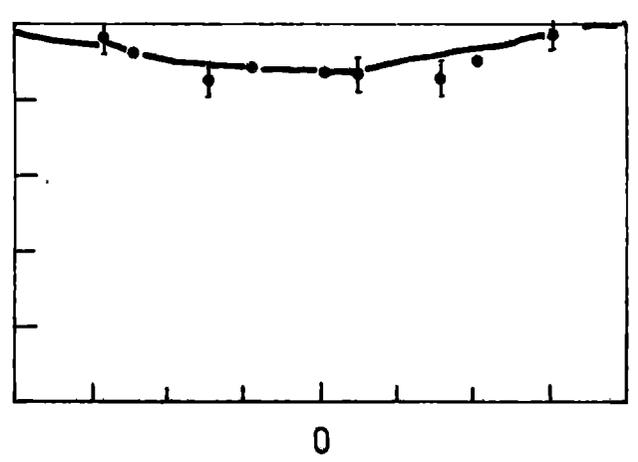
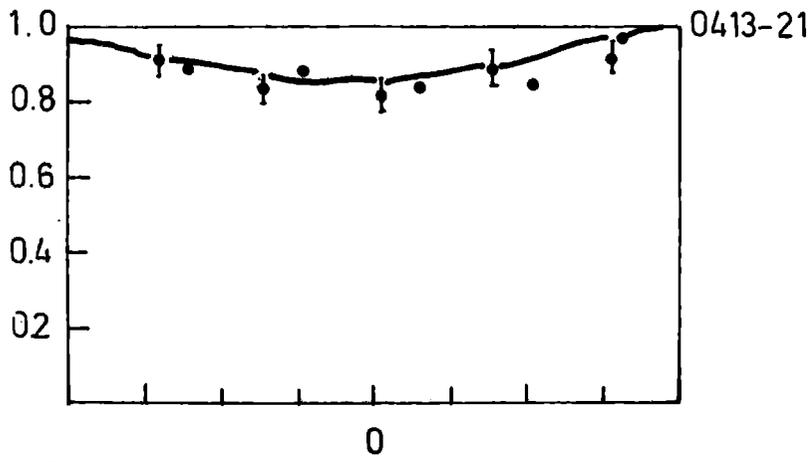


fig. 8

CORR # 1

CORR # 2

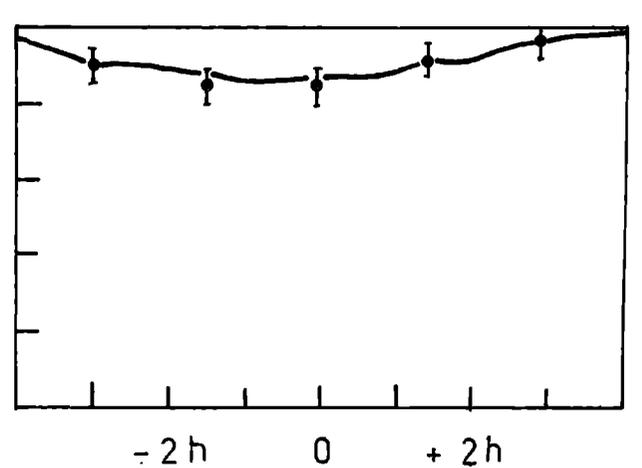
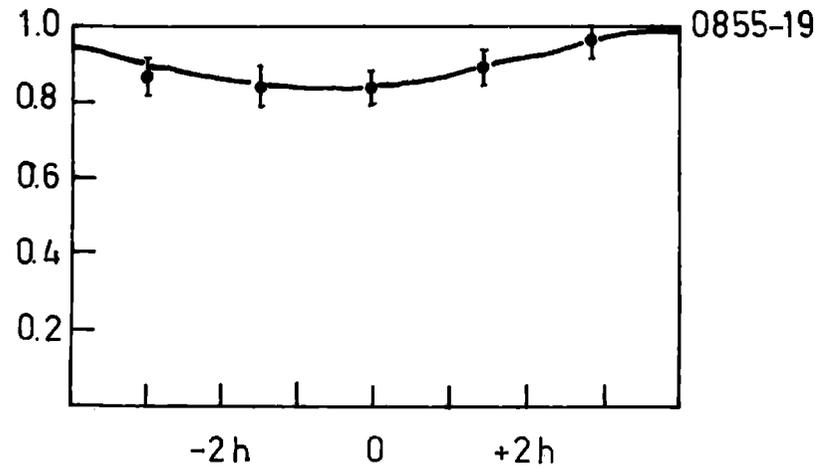
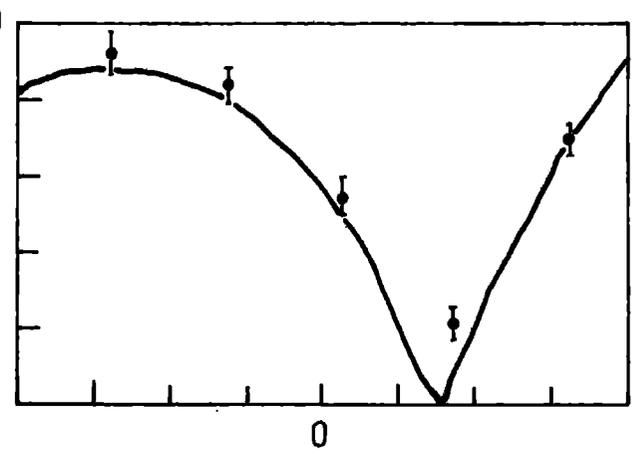
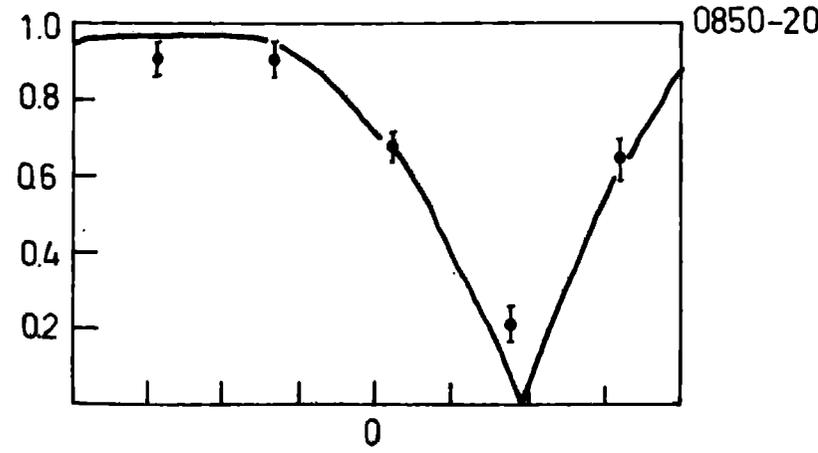
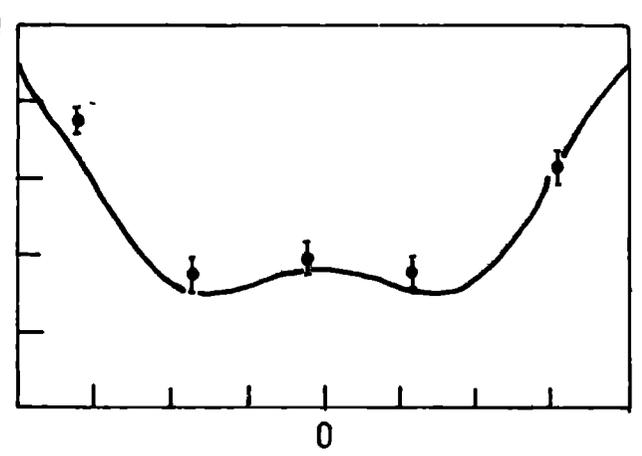
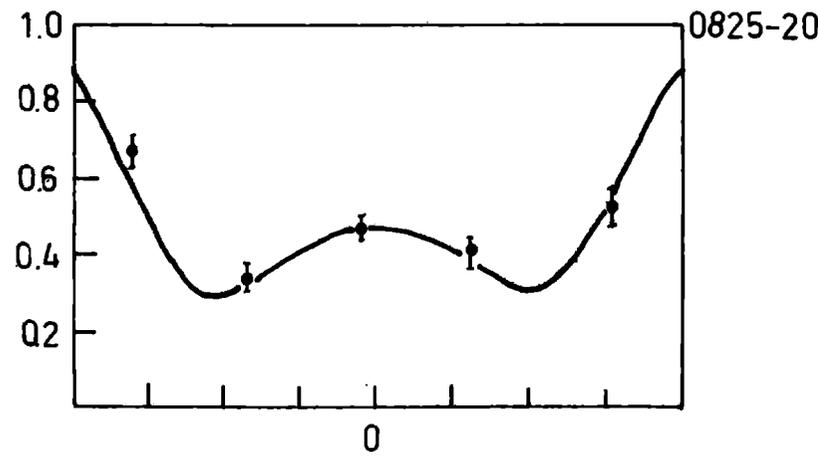
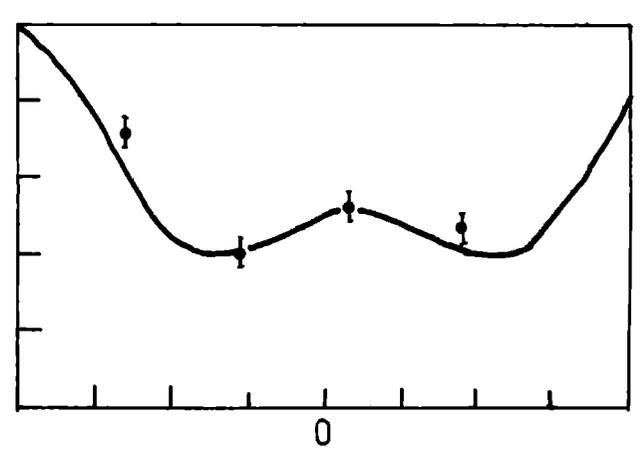
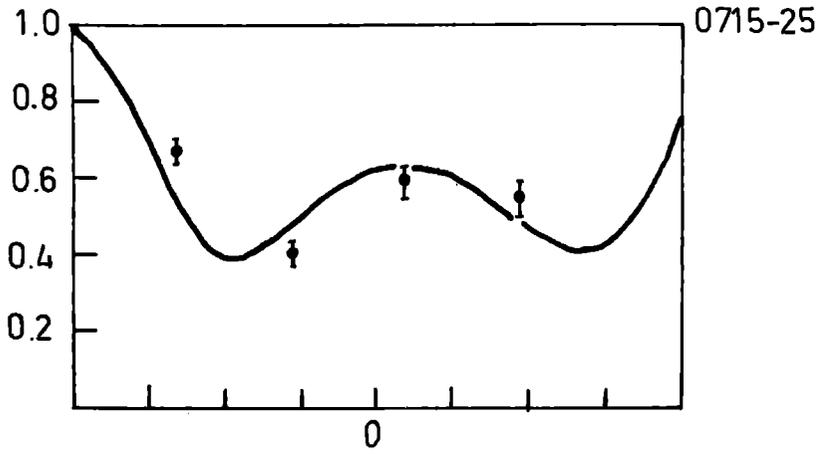


ANGULO HORARIO

ANGULO HORARIO

CORR # 1

CORR # 2

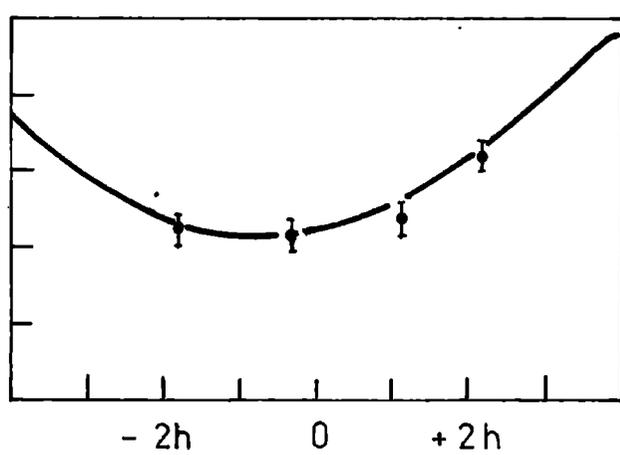
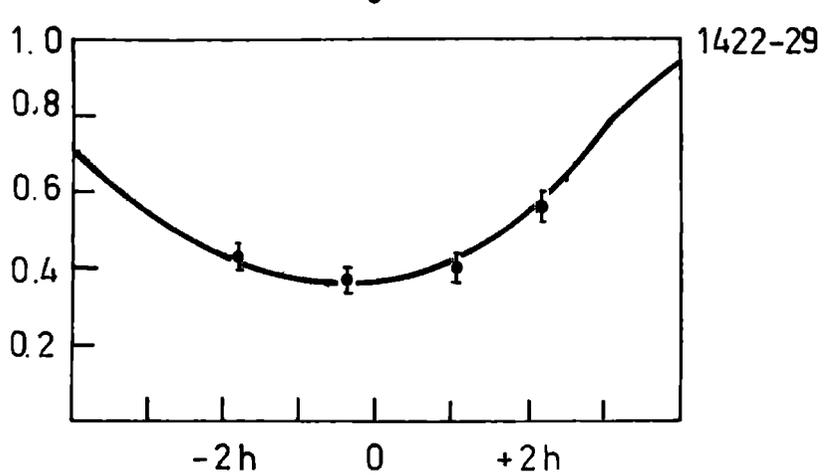
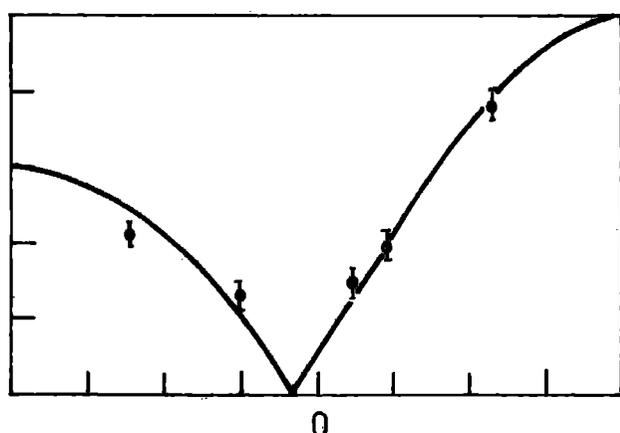
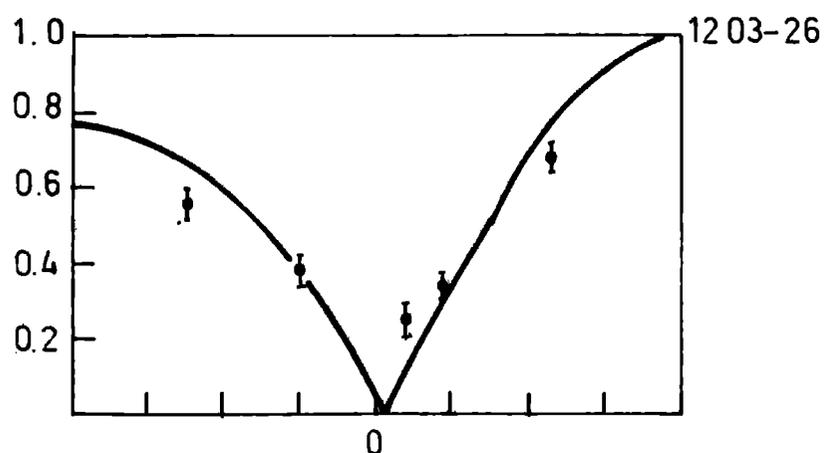
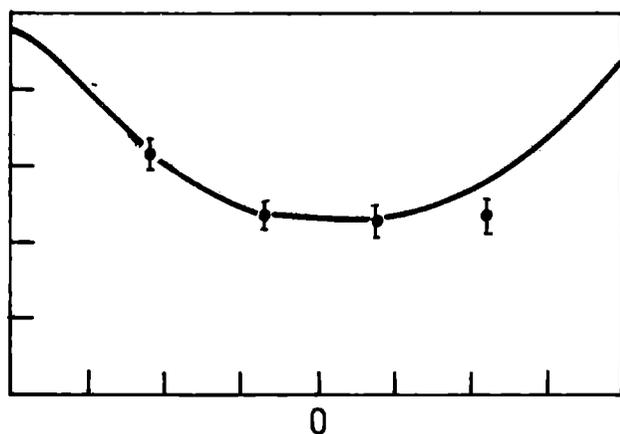
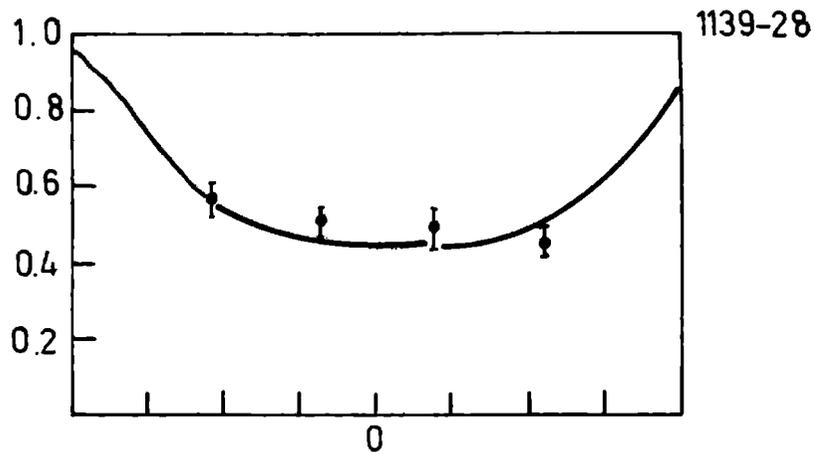
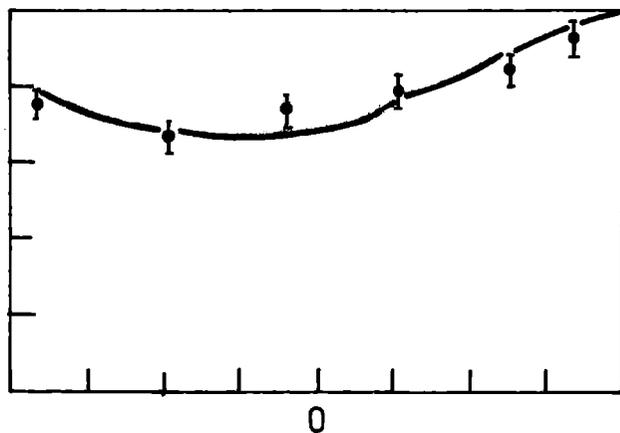
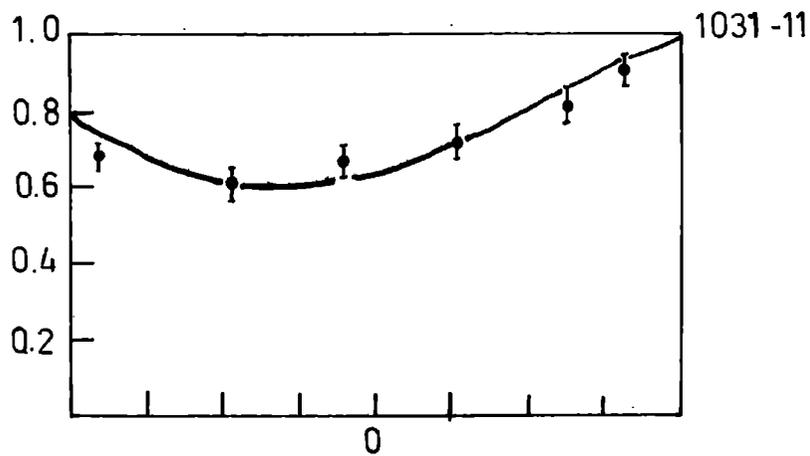


-2h 0 +2h  
ANGULO HORARIO

-2h 0 +2h  
ANGULO HORARIO

CORR # 1

CORR #2

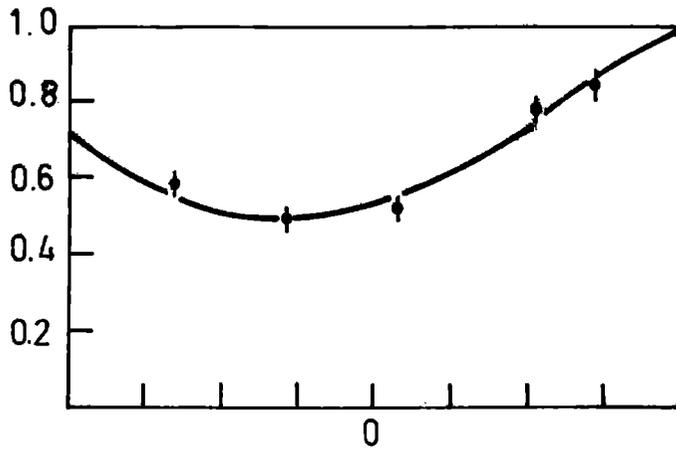
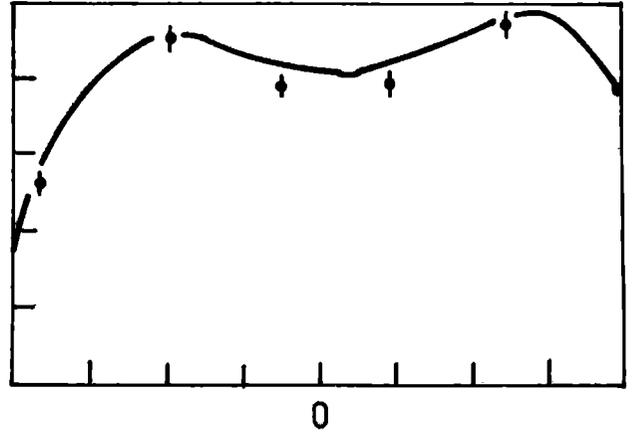
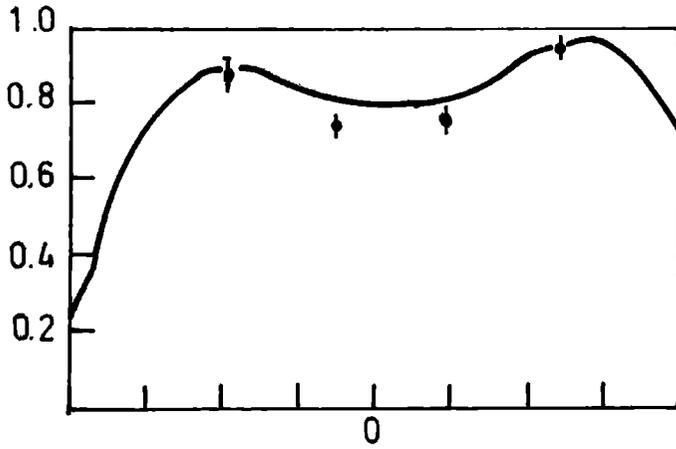


ANGULO HORARIO

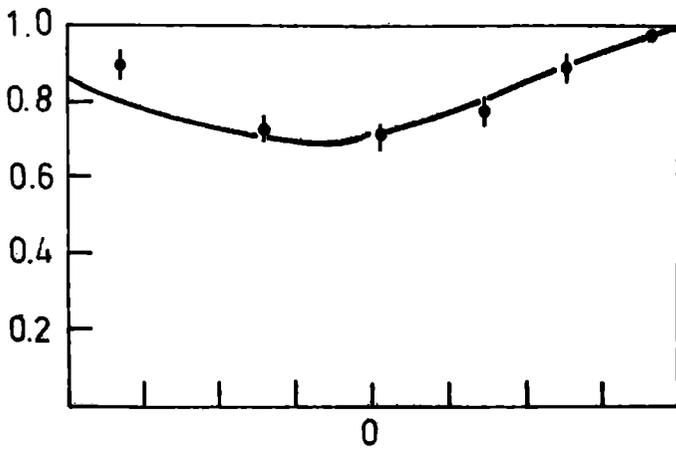
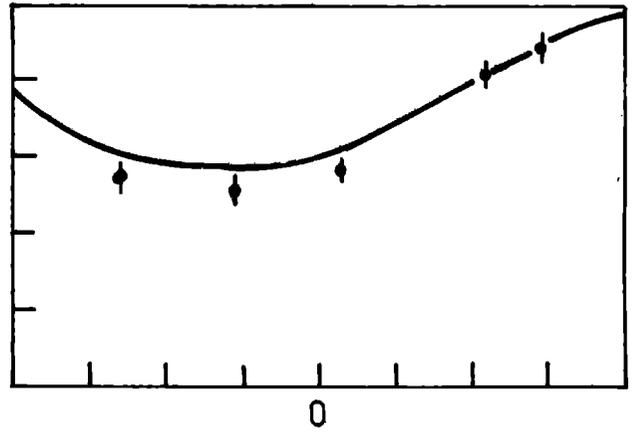
ANGULO HORARIO

CORR # 1

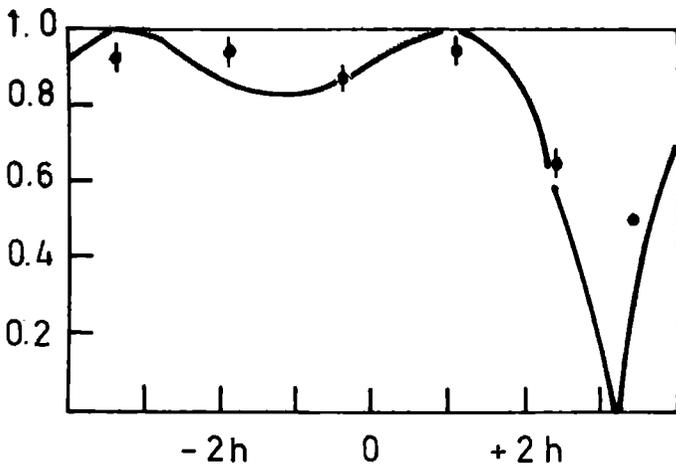
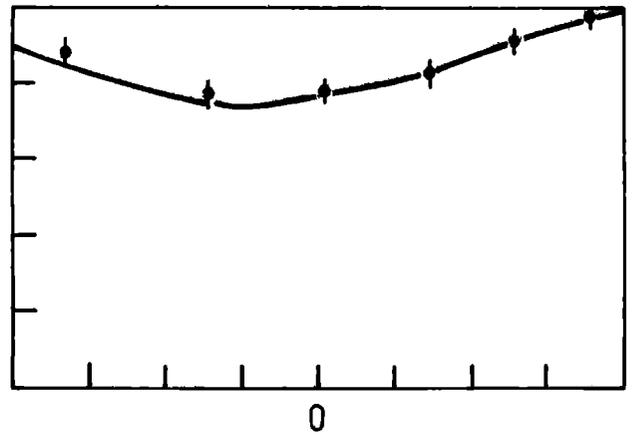
CORR # 2



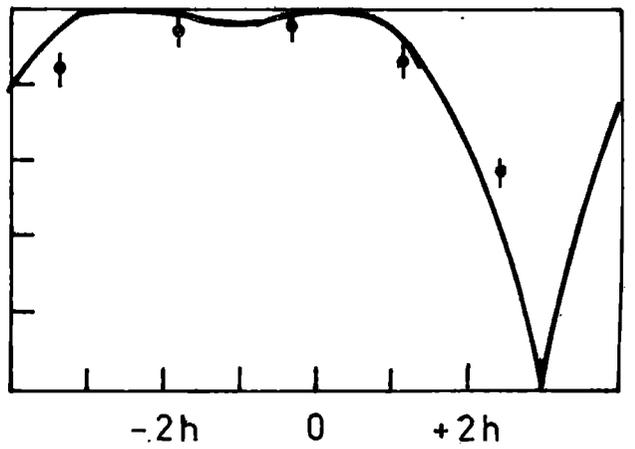
1643-22



1938-15



2025-15

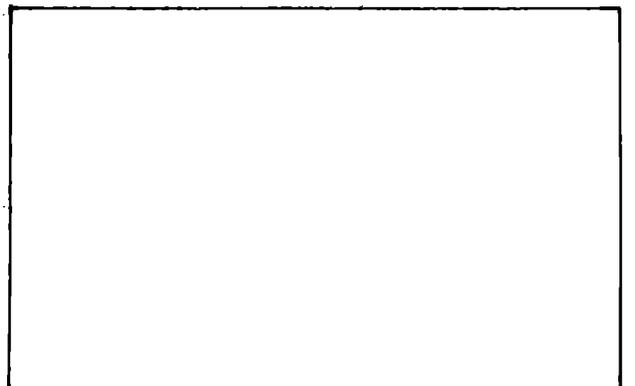
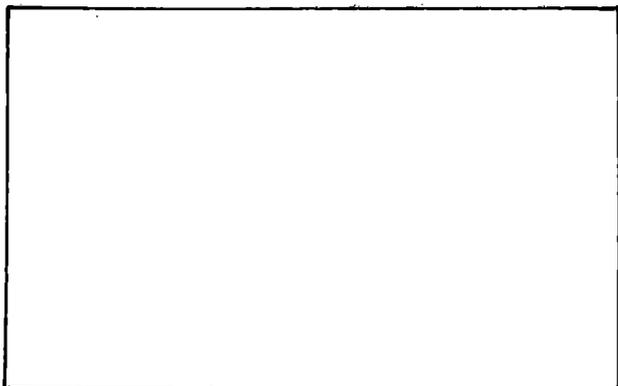
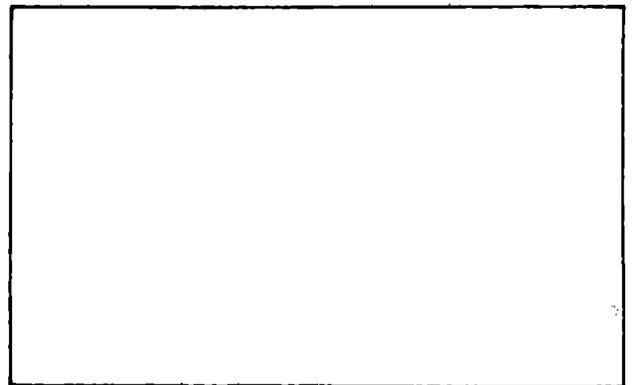
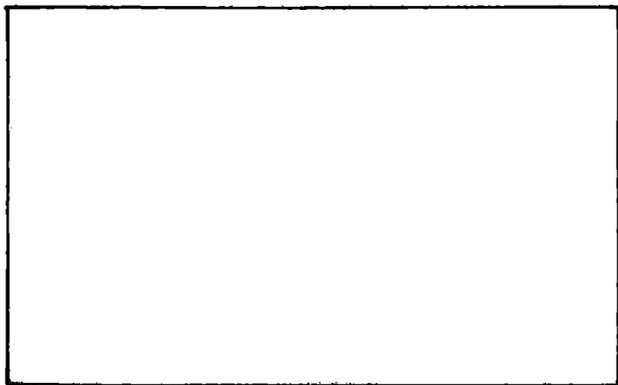
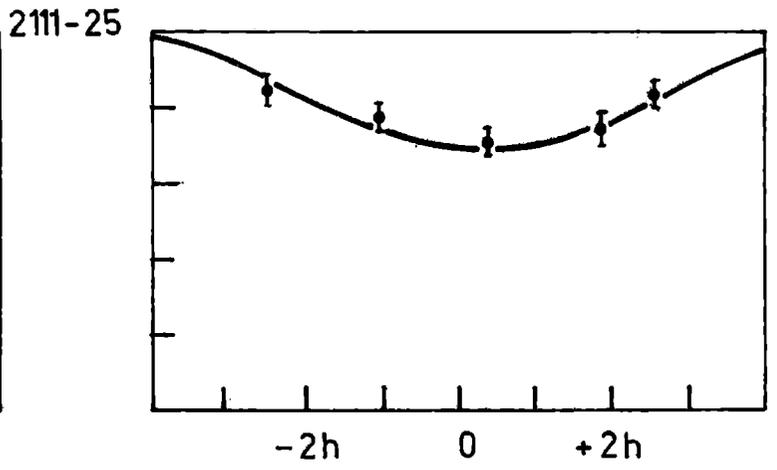
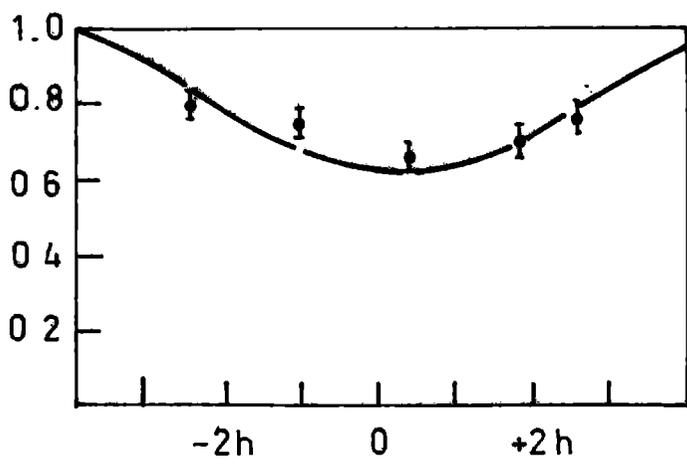
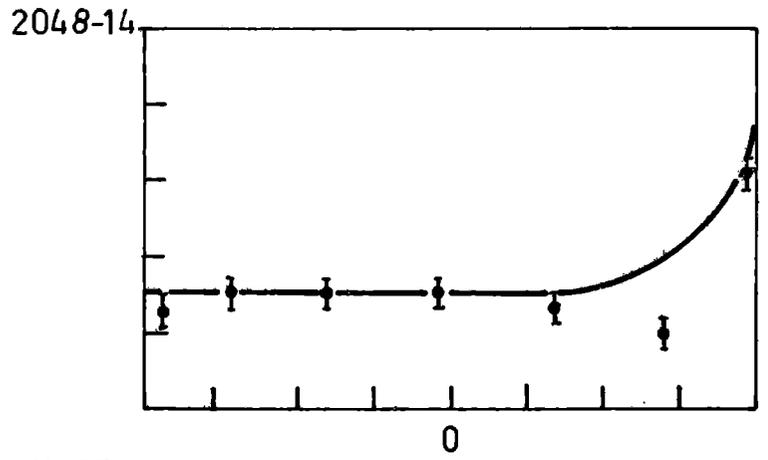
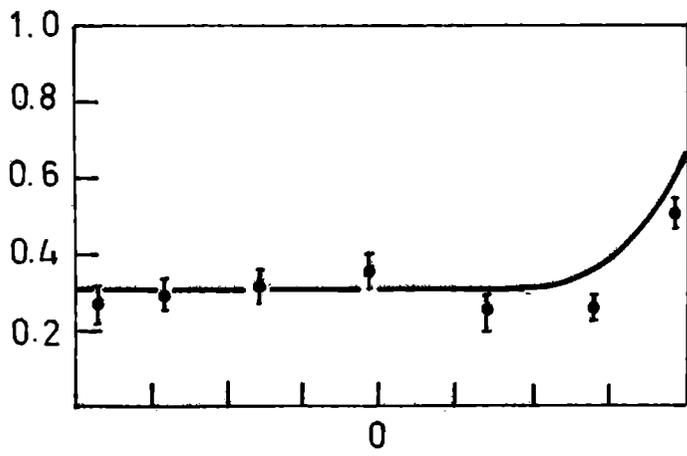


ANGULO HORARIO

ANGULO HORARIO

CORR # 1

CORR # 2



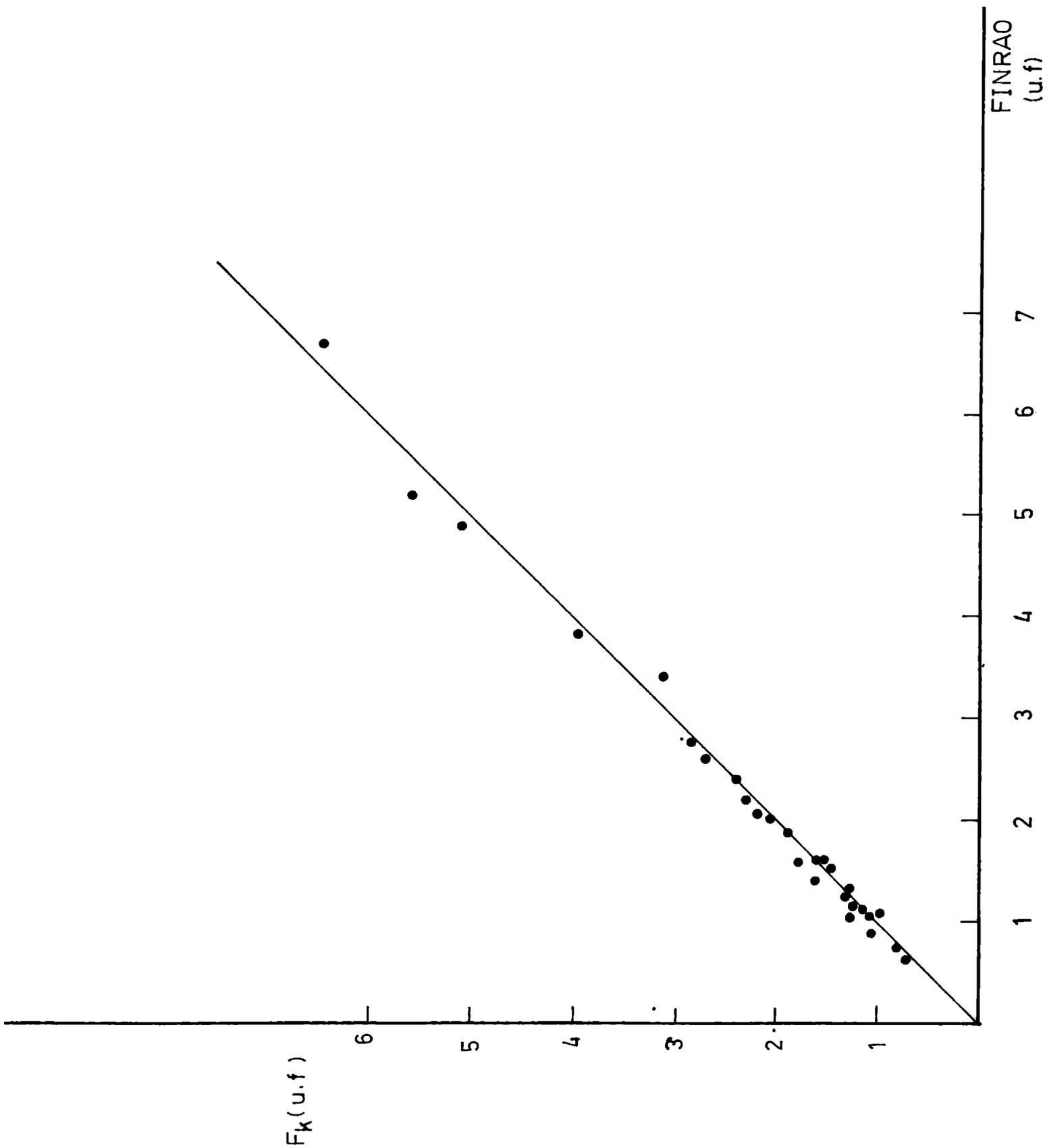


fig. 9

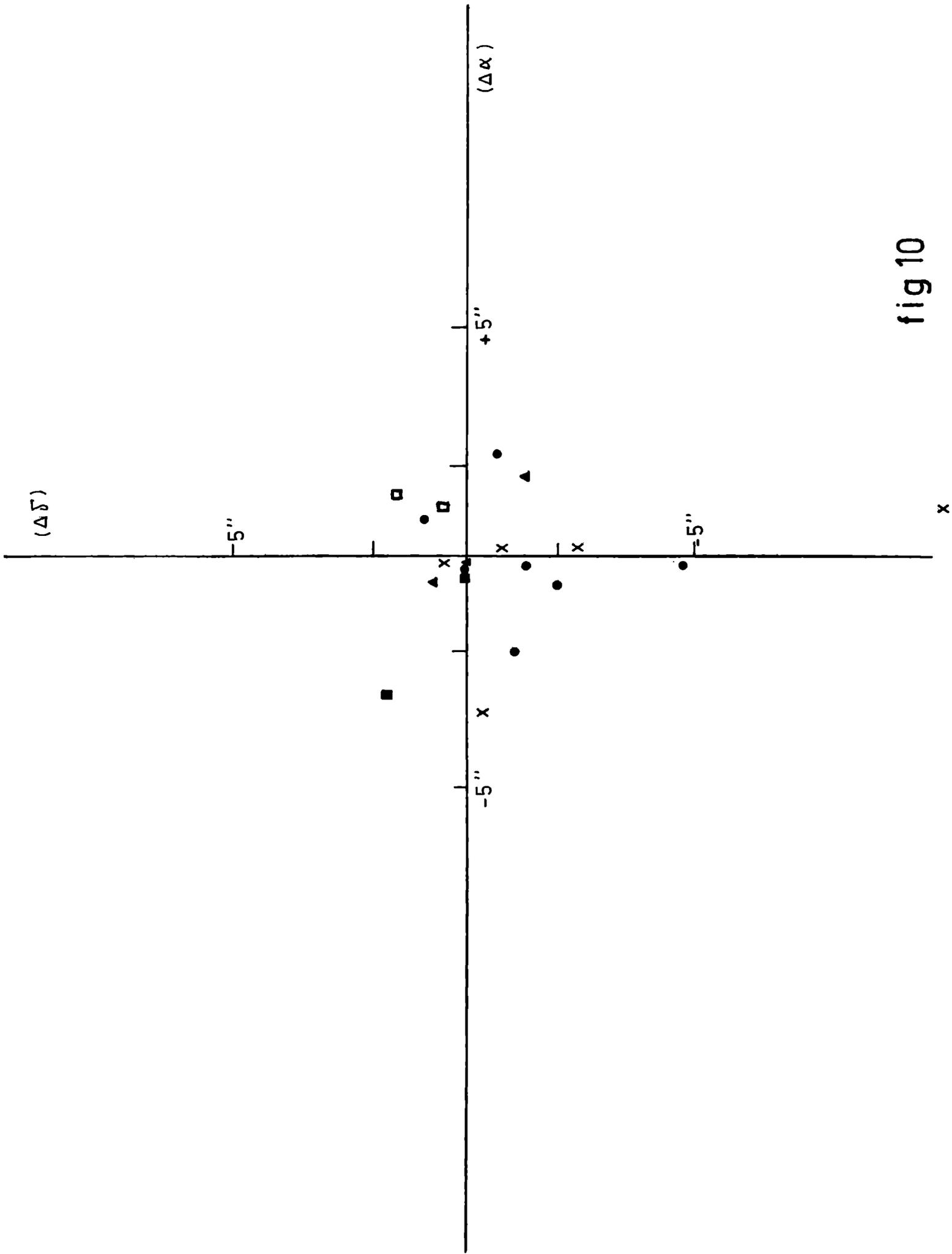


fig 10

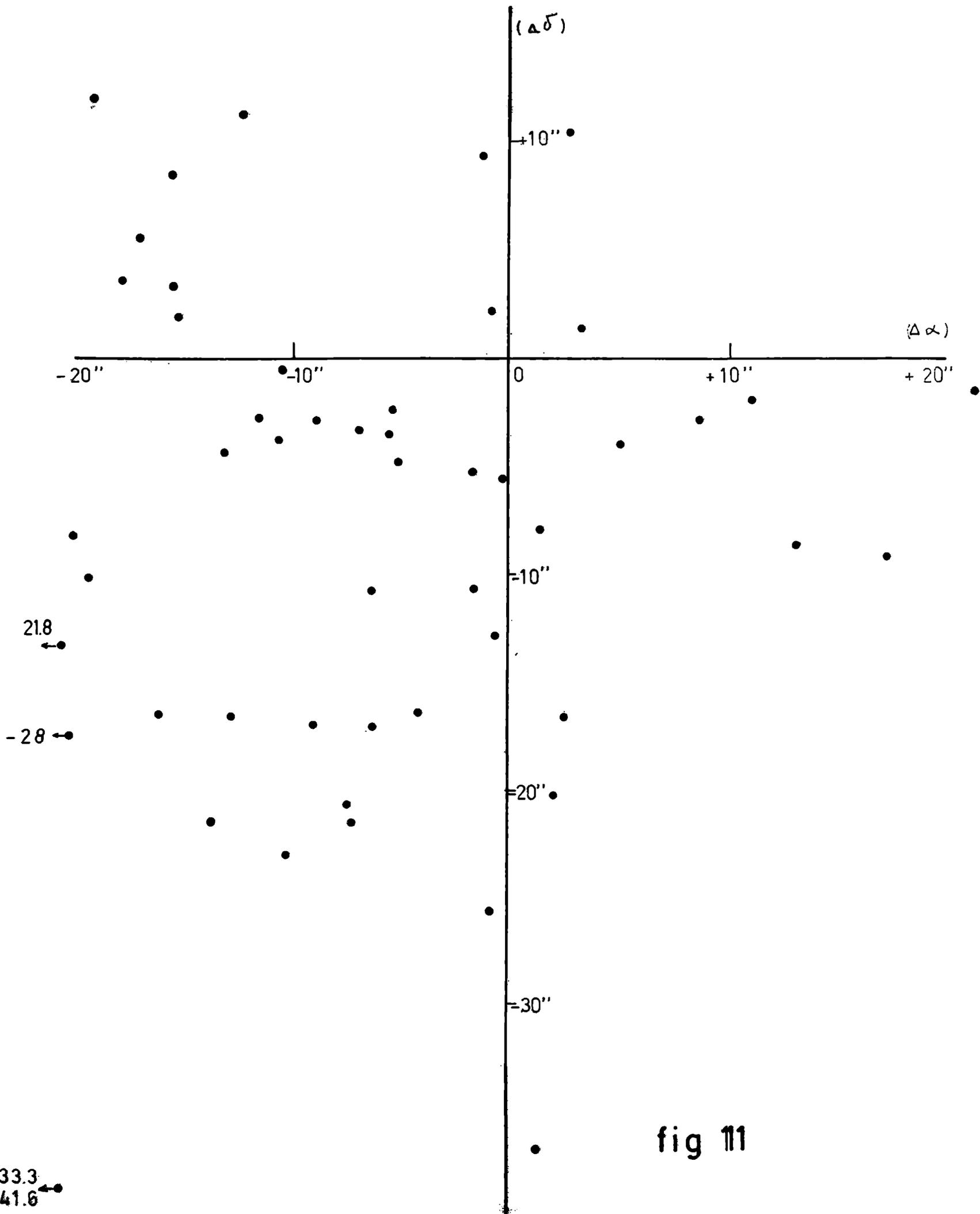


fig 11

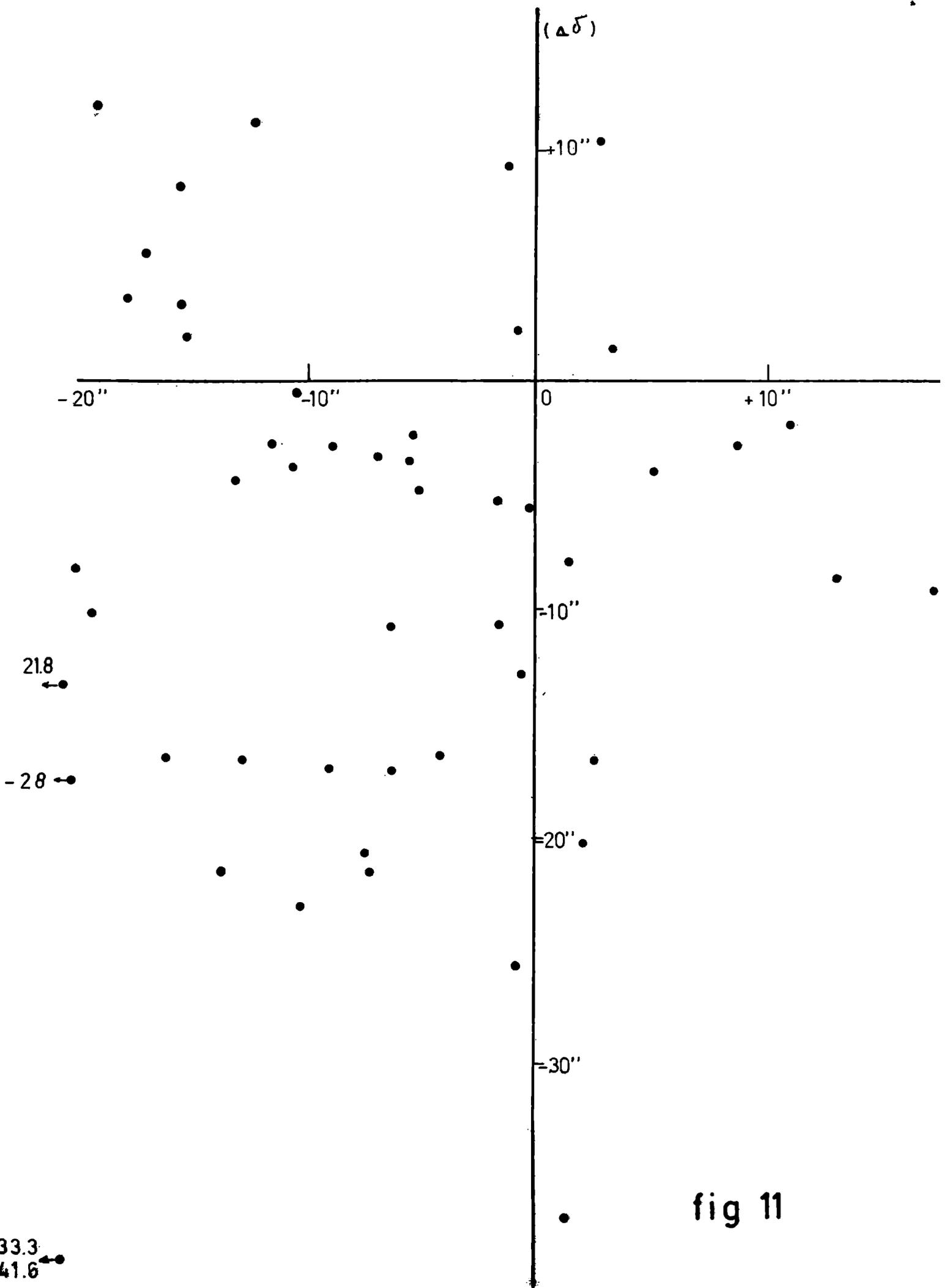
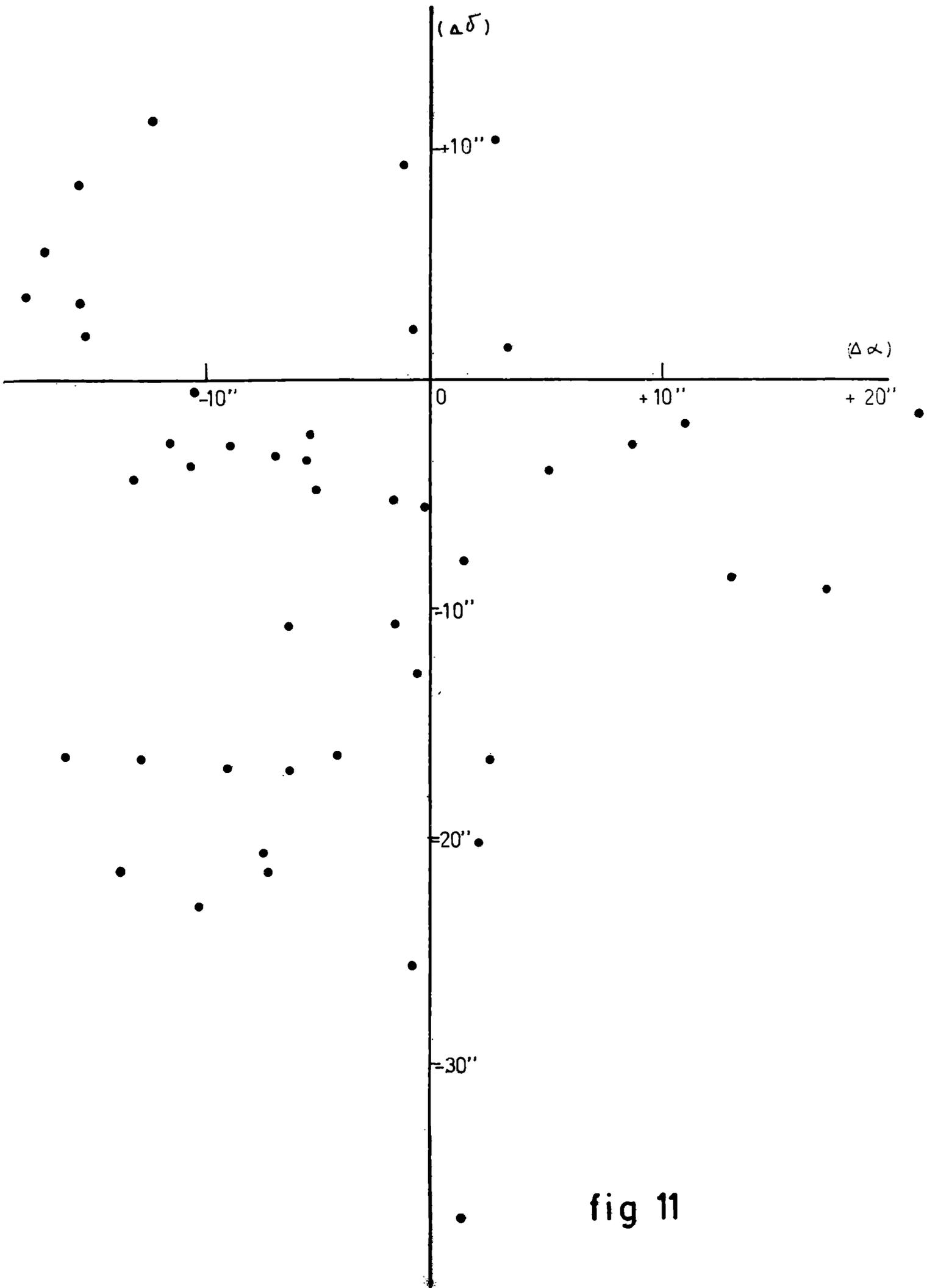


fig 11



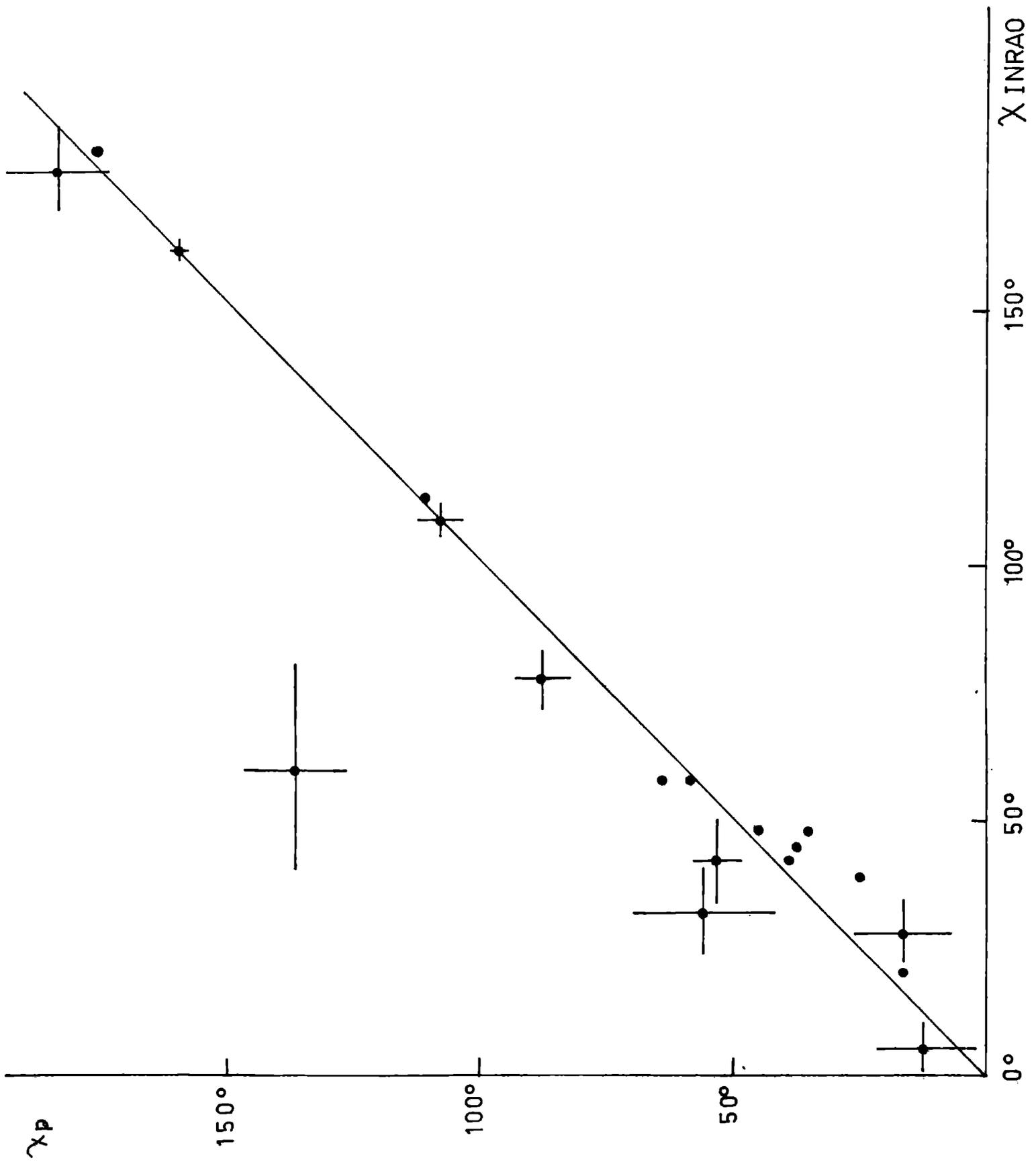
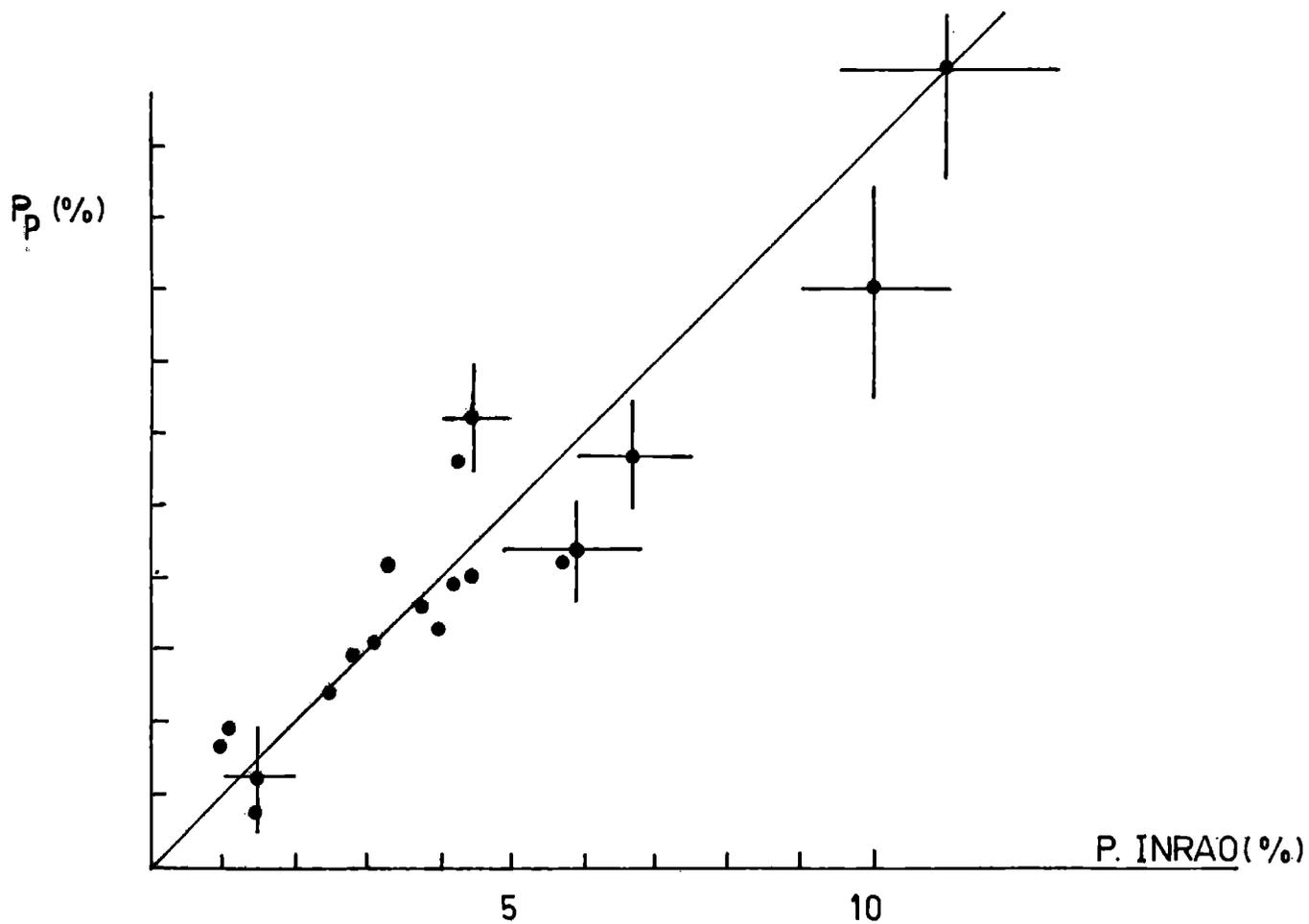


fig. 12



~~13-2852~~

fig 13

Reg. no 3544