

- Arias, E.F.; Feissel, M.; Lestrade, J.-F. 1988b. BIH Annual Report for 1987, Observatoire de Paris, D-113.
- Arias, E.F.; Feissel, M. 1990. Proc. IAU Symposium 141, Kluwer.
- Carter, W.E.; Robertson, D.S. 1990. IERS Technical Note 5, 25.
- Dickey, J.O. 1989. Reference Frames in Astronomy and Geophysics, p. 310, Kluwer.
- Feisel, M. 1990. IAU Colloquium 127, Reference Systems (in press).
- Herring, T.A. 1990. IAU Colloquium 127, Reference Systems (in press).
- Ma, C.; Ryan, J.W.; Caprette, D.S. 1990. IERS Technical Note 5, 1. 899.
- Steppe, J.A.; Oliveau, S.H.; Sovers, O.J. 1990. IERS Technical Note 5,13.

ANALISIS DE COHERENCIA ENTRE "FRAMES" CELESTES
EXTRAGALACTICOS ELABORADOS CON LA TECNICA VLBI

ANALYSIS OF CONSISTENCY BETWEEN EXTRAGALACTIC CELESTIAL
REFERENCE FRAMES ELABORATED WITH TECHNIQUE OF VLBI

E.F. Arias

Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, U.N.L.P.

CONICET

IERS/CB (Paris, Francia)

RESUMEN. Los cuasares y los núcleos de galaxias son objetos compactos con diámetros angulares del orden del

milésimo de segundo de arco, solamente observables con interferómetros de alta resolución. La mayoría de las radiofuentes extragalácticas se encuentran a distancias de varios miles de MPC y sus corrimientos al rojo son cosmológicos. Como sus movimientos propios están más allá de la precisión actual de las técnicas de medida, podemos considerarlos inexistentes. Esto hace que las radiofuentes extragalácticas sean los objetos mejor adaptados para materializar un sistema de referencia celeste cinemáticamente estable para la astrometría. La técnica de interferometría de muy larga línea de base (Very Long Baseline Interferometry, VLBI) permite acceder a las posiciones de radiofuentes extragalácticas con una precisión de $0.001''$ (Hinteregger, 1972; Whitney, 1974). Las coordenadas ecuatoriales de las radiofuentes extragalácticas definen implícitamente las direcciones de los ejes del "frame" celeste extragaláctico. Si bien en la última década los diferentes grupos que realizan observaciones VLBI han elaborado catálogos de posiciones de cuasares y galaxias lejanas con una precisión del orden del milésimo de segundo de arco (Ma et al. 1981, Fanselow et al. 1981, Fanselow et al. 1984, Robertson et al. 1986) existen aun inconsistencias entre los catálogos independientes que pueden alcanzar varios $0.001''$. Estas inconsistencias están originadas por los modelos adoptados, la distribución de antenas en las redes de estaciones, la distribución de radiofuentes en el cielo, los sistemas de adquisición de datos y los métodos de reducción de observaciones. En este análisis se compararon catálogos elaborados por tres laboratorios VLBI de los Estados Unidos: el Goddard Space Flight Centre (GSFC) (Ryan y Ma, 1985; Ma, 1988), el Jet Propulsion Laboratory (JPL) (Sovers, 1986, 1988) y el U.S. National Geodetic Survey (NGS) (Robertson, Fallon y Carter, 1986). Se estudiaron tres aspectos diferentes:

a) las orientaciones relativas entre frames, b) el análisis de errores en los catálogos de radiofuentes, c) las deformaciones regionales entre frames. En los tres catálogos individuales, el origen arbitrario sobre el plano del ecuador se fijó a partir de la ascensión recta adoptada del quasar 3C273B (1226 + 023) (Hazard et al., 1971). Las coordenadas ecuatoriales de las radiofuentes están dadas en J2000.0 mediante los modelos convencionales IAU 1976 de la precesión e IAU 1980 de la nutación. La comparación astrométrica de estos frames indicó que las direcciones de sus ejes son coherentes a un nivel mejor que 0.0015" (Arias et al. 1988), y que se evidencian deformaciones regionales en ciertas zonas del cielo que pueden alcanzar, en el valor medio, 0.002" (Arias y Lestrade, 1990). En cuanto a la calibración de los errores, los análisis estadísticos muestran una subestimación de los errores formales publicados, siendo este efecto mayor en declinación que en ascensión recta (Arias et al. 1988). La orientación relativa entre ejes de frames individuales podría mejorarse adoptando a) una mejor estrategia para fijar arbitrariamente el origen de las ascensiones rectas (la rotación alrededor del eje polar es la más significativa, y ella representa principalmente la no coincidencia de los equinoccios de catálogo); b) mejores modelizaciones, en especial para la posición del polo celeste, por cuanto se ha demostrado que los modelos convencionales de la IAU presentan inconsistencias que pueden alcanzar varios milésimos de segundo de arco en algunos términos de la nutación (Herring, 1986); y c) una distribución más homogénea de radiofuentes en el cielo. Las deformaciones regionales se originan muy probablemente en la geometría de las redes de antenas, que impone límites a la distribución de objetos y a la precisión de sus posiciones. La mayoría de las redes VLBI tienen estaciones en el hemisferio

norte, y en consecuencia el hemisferio sur celeste cuenta con muy pocos objetos con posiciones precisas. Por otra parte, la falta de líneas de base con largas componentes en la dirección norte-sur (a excepción de la línea de base Australia-California del Deep. Space Network, JPL) hace que las declinaciones de los objetos próximos al ecuador sean de poca precisión.

ABSTRACT. Quasars and galactic nuclei are compact object with angular diameters at the level of the milliarsecond. They can only be observed with high-resolution interferometers. Most of the extragalactic radio sources are at distances of several thousands of MPc and their redshifts are cosmological. The proper motions are beyond the precision of the modern observational techniques, and therefore they can be considered as inexistent. The extragalactic radio sources are the best adapted objects to materialize a celestial reference system kinematically stable for astrometry. The technique of Very Long Baseline Interferometry (VLBI) permits to determine positions of extragalactic radio sources precise at the level of 0.001" (Hinteregger, 1972; Whitney, 1974). The ecuatorial coordinates of the extragalactic radio sources implicitly define the directions of the axes of the extragalactic celestial reference frame. During the last ten years the different VLBI groups have elaborated catalogues of positions of qasars and distant galaxies with a precision of the milliarcsecond (Ma et al. 1981, Fanselow et al. 1981, Fanselow et al. 1984, Robertson et al. 1986). However, there still exist some inconsistencies between the independent realizations of the extragalactic frame which can reach some 0.001". These inconsistencies arise from the adopted models, the distribution of stations in the networks, the

distribution of radio sources in the sky, the data acquisition systems and the methods of reduction of observations. We have compared catalogues elaborated at three VLBI laboratories in the USA: the Goddard Space Flight Centre (GSFC) (Ryan and Ma, 1985; Ma, 1988), the Jet Propulsion Laboratory (JPL) (Sovers, 1986, 1988) and the U.S. National Geodetic Survey (NGS) (Robertson, Fallon y Carter, 1986). We have analysed three different aspects: a) the relative orientation between frames, b) the calibration of formal errors, c) the regional deformations between frames. In the frames, the arbitrary origin on the equator has been fixed by the adopted right ascension of the quasar 3C273B (1226 + 023) (Hazard et al., 1971). The equatorial coordinates of the radio sources are in J2000.0 by means of the conventional models IAU 1976 of the precession and IAU 1980 of the nutation. The astrometric comparison of these frames indicates that the direction of axes of the different realizations are consistent at a level better than 0.0015" (Arias et al. 1988), and detects relative regional deformations in some zones of the sky which can reach, in mean, 0.002" (Arias and Lestrade, 1990). Concerning the calibration of errors, the analysis show that formal errors in the individual catalogues have been subestimated, and that this effect is larger in declination than in right ascension (Arias et al. 1988). The relative orientation between individual frames could be diminished by adopting a) a better strategy to fix the right ascension origin (it must be noted that the rotation around the polar axis, which implies a misalignment of the catalogue equinoxes, is the most significative of the three angles); b) more precise models, particularly to determine the celestial pole position (the IAU conventional models have inaccuracies which can amount a few milliarcseconds in some terms of

the nutation series, as has been shown by Herring, 1986); and c) a more homogeneous distribution of radio sources in the sky. The regional deformations are most probably originated in the geometry of the networks, limiting the spatial distribution of objects and the precision of their positions. Most of the VLBI networks operates stations in the Northern hemisphere, and as a consequence, the Southern sky has a few objects with precise positions. On the other hand, the lack of baselines with long components in the North-South direction (except for the baseline Australia-California of the Deep Space Network of the JPL) give a low precision determination of declinations of radio sources near the equator.

References

- Arias, E.F. 1990. Doctoral Thesis, Observatoire de Paris.
- Arias, E.F.; Feissel, M.; Lestrade, J.-F. 1988. Comparison of VLBI celestial reference frames, *Astron. Astrophys.* **199**, 357, 363.
- Arias, E.F.; Lestrade, J.-F. 1990. Global and regional astrometric comparison between two dense VLBI extragalactic reference frames, *Astron. Astrophys.* (submitted for pub.)
- Fanselow, J.L.; Sovers, O.B.; Thomas, J.B.; Bletzacker, F.R.; Kearns, T.J.; Cohen, E.J.; Purcell, G.H.; Rogstad, D.H.; Skjerve, L.J.; Young, L.E. 1981. IAU Colloquium 56, Reference Coordinate Systems for Earth Dynamics, Gaposchkin and Kolaczek (eds.), Reidel, 351.
- Fanselow, J.L.; Sovers, O.J.; Thomas, J.B.; Purcell, G.H.; Cohen, E.J.; Rogstad, D.H.; Skjerve,

- L.J.; Spitzmesser, D.J.; 1984. *Astron. J.* **89**, 897.
- Hazard, C.; Sutton, J.; Argue, A.N.; Kenworthy, C.M.; Morrison, L.V.; Murray, C.A. 1971. *Nature* **233**, 89.
- Hinteregger, H.F. 1972. Ph D Thesis.
- Ma, C.; Clark, T.A.; Shaffer, D.B. 1981. *Bull. Am. Astr. Soc.* **13**, 899.
- Ma, C. 1988. Private communication.
- Robertson, D.S.; Fallon, F.W.; Carter, W.E. 1986. *Astron. J.* **91**, 6.
- Ryan, J.W.; Ma, C. 1985. Crustal Dynamics Project Data Analyis, NASA Technical Memorandum 86229.
- Sovers, O.J. 1986. Private communication.
- Sovers, O.J. 1988. Private communication.
- Whitney, A.R. 1974. Ph D Thesis.

UN NUEVO METODO DE ANALISIS Y REDUCCION DE
OBSERVACIONES VLBI

A NEW METHOD OF ANALYSIS AND REDUCTION OF VLBI
OBSERVATIONS

E.F. Arias^{1,2,3}; M.S. De Biasi^{1,2}

1. Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, U.N.L.P.

2. CONICET

3. IERS/CB (Paris, Francia)