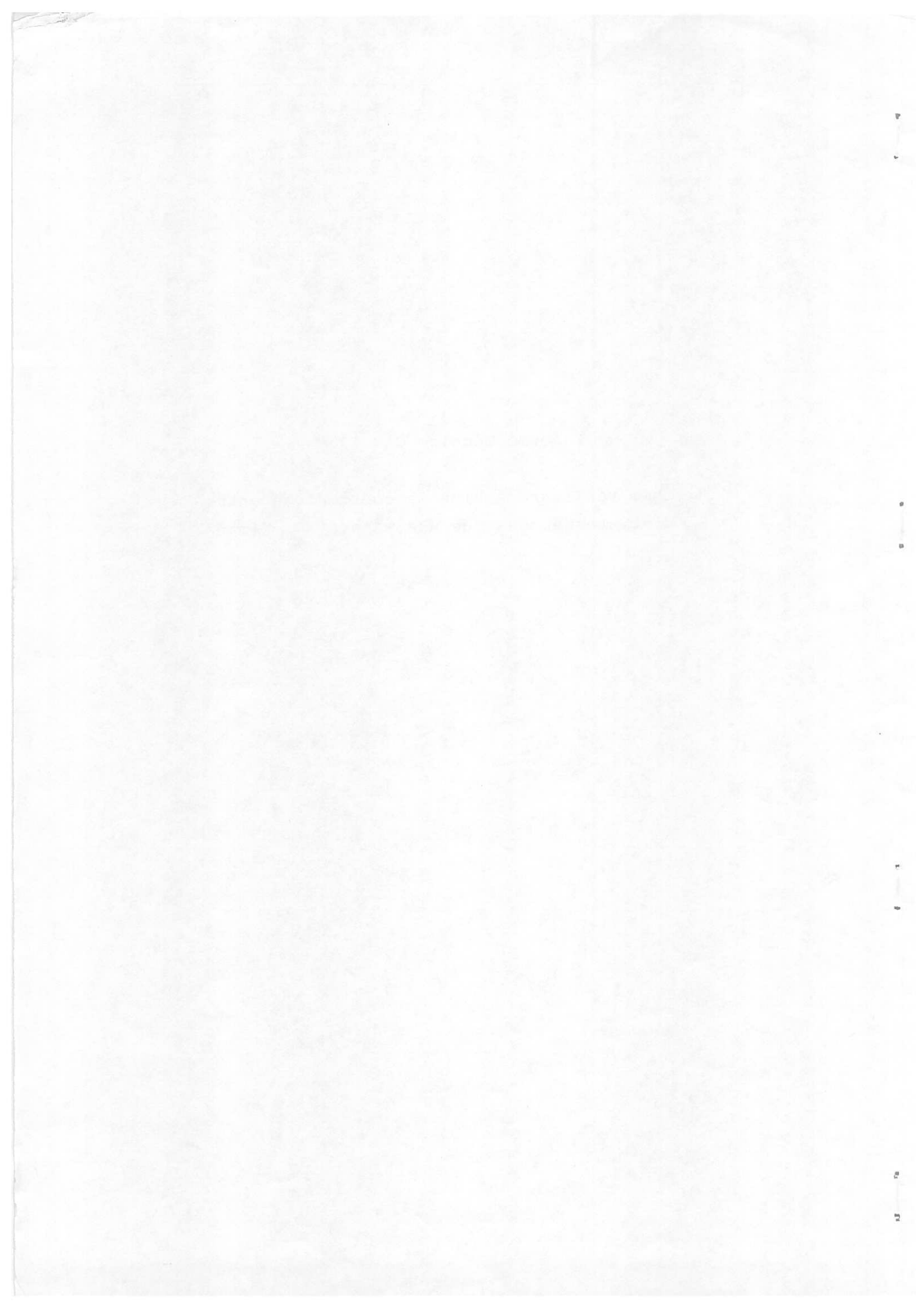


Informe Técnico CAY 1988-3

Cómo realizar cambios de coordenadas entre
distintas épocas de una manera aproximada

P. Planesas



CAMBIOS DE COORDENADAS ENTRE DISTINTAS EPOCAS

Cuando se dispone de las coordenadas (α, δ) referidas a una época, se dan de tal manera que para pasarlas a otra época sólo hay que tener en cuenta el efecto de la precesión y el de los movimientos propios (para estrellas cercanas). La nutación no es tenida en cuenta en tales coordenadas y tiene que ser calculada sólo cuando se desea disponer de las coordenadas verdaderas, como también resulta necesario calcular la paralaje ánuo y la aberración debida al movimiento de la Tierra. Es decir, las coordenadas referidas a una época dada son unas coordenadas medias, no las realmente utilizadas en una observación.

Se suele utilizar como época el inicio del año besseliano y, en este caso, se designa con un ".0" al final (ejemplo: 1988.0). Las épocas típicas a las que están referidas las coordenadas de los objetos astronómicos son:

nombre	código	dia juliano	fecha
Standard	1900.0	2415020	31 dic 1899 a las 12 ^h TU
1950.0	B1950	2433282.423	31 dic 1949 a las 22 ^h 9 ^m TU
2000.0	J2000	2451545	01 ene 2000 a las 12 ^h TU

En este informe mostramos cómo llevar a cabo distintos cambios de época de una manera rápida y suficientemente aproximada para nuestras necesidades (precisión $\sim 0.1''$). Este tipo de transformación se instalará en el futuro programa de observación a fin de admitir épocas distintas de la utilizada en Radioastronomía (1950.0).

1. Cálculo de las coordenadas 1950.0 de un astro partiendo de las coordenadas referidas a otra época anterior a 1984

Para pasar de una época 19xx.0 a la época 1950.0 habrá que corregir por los movimientos propios, según:

$$\left. \begin{aligned} \alpha' &= \alpha_{19xx} - \mu_{\alpha} T \\ \delta' &= \delta_{19xx} - \mu_{\delta} T \end{aligned} \right\} [1]$$

donde $\mu_{\alpha}, \mu_{\delta}$ vienen expresados en "/siglo y T es el número de siglos trópicos transcurridos desde 1950.0 hasta 19xx.0 y cuya expresión general es:

$$T = \frac{\text{JD} - 2433282.423}{36524.22} [2]$$

Para el inicio de un año besseliano es simplemente:

$$T = \frac{19xx - 1950}{100}$$

Para corregir por la precesión es necesario evaluar dos parámetros:

$$\left. \begin{aligned} M &= 1^{\circ}280\ 5267\ T + 0^{\circ}000\ 3875\ T^2 + 0^{\circ}000\ 0100\ T^3 \\ N &= 0^{\circ}556\ 7376\ T - 0^{\circ}000\ 1183\ T^2 - 0^{\circ}000\ 0117\ T^3 \end{aligned} \right\} [3]$$

(Comprobación: debe ser $N \sim 0.434 M$). A continuación se calculan las coordenadas (α_m, δ_m) para la época media:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_m &= \alpha' - \frac{1}{2} (M + N \sin \alpha' \tan \delta') \\ \delta_m &= \delta' - \frac{1}{2} N \cos \alpha' \end{aligned} \right\} [4]$$

y a partir de las coordenadas 19xx.0 y de la época media se calculan las coordenadas 1950.0 mediante:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{1950} &= \alpha' - (M + N \sin \alpha_m \tan \delta_m) \\ \delta_{1950} &= \delta' - N \cos \alpha_m \end{aligned} \right\} [5]$$

La precisión de este cálculo es de algunas décimas de segundo de arco.

Precaución: en los cálculos hay que expresar las ascensiones rectas en grados (o en radianes).

Si se parte de coordenadas referidas a una época posterior a 1984.0 hay que realizar dos pasos: (1) referirlas a la época J2000 (apartado §3) y (2) pasar estas últimas a 1950.0 según se describe en el apartado §4.

2. Cálculo de las coordenadas referidas a una época dada a partir de las coordenadas 1950.0

Se utilizan las fórmulas [1], [4] y [5], pero cambiando los signos negativos por positivos.

Lo desarrollamos con un ejemplo: La estrella α Centauri tiene las siguientes coordenadas y movimientos propios:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{1950} &= 14^{\text{h}} 36^{\text{m}} 11^{\text{s}}250 & \mu_{\alpha} &= -49.042 \text{ s/cy} \\ \delta_{1950} &= -60^{\circ} 37' 48''85 & \mu_{\delta} &= +71.20 \text{ "/cy} \end{aligned} \right\}$$

Se trata de calcular sus coordenadas para 1981.0. Para este instante:

$$\begin{aligned} T &= 0.310\ 000 \\ M &= 0^{\circ}397\ 001 \\ N &= 0^{\circ}172\ 577 \end{aligned}$$

Corrección por movimientos propios:

$$\left. \begin{aligned} \alpha' &= \alpha_{1950} + \mu_{\alpha} T = 218^{\circ}983\ 529 \\ \delta' &= \delta_{1950} + \mu_{\delta} T = -60^{\circ}624\ 105 \end{aligned} \right\} [1']$$

Cálculo de las coordenadas para la época media:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_m &= \alpha' + \frac{1}{2} (M + N \sin \alpha' \tan \delta') = 219^{\circ}278\ 463 \\ \delta_m &= \delta' + \frac{1}{2} N \cos \alpha' = -60^{\circ}619\ 179 \end{aligned} \right\} [4']$$

Cálculo de las coordenadas para la época 1981.0:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{1981} &= \alpha' + (M + N \sin \alpha_m \tan \delta_m) = 14^h\ 38^m\ 18^s\ 037 \\ \delta_{1981} &= \delta' - N \cos \alpha_m = -60^{\circ}\ 45'\ 27''\ 70 \end{aligned} \right\} [5']$$

(El error respecto del cálculo exacto es del orden de 0.1" en cada coordenada.)

3. Cálculo de las coordenadas J2000 a partir de las coordenadas para una época dada posterior a enero de 1984

Como en el caso anterior (§2), deben ser usadas las ecuaciones [4] y [5] con signos positivos. Al cambiar el origen y la unidad de tiempos, las ecuaciones [3] resultan alteradas ligeramente. Hay que realizar algunas correcciones adicionales relativas a los términos E de aberración y al tiempo sidéreo (véase la ecuación [6]).

Los cálculos a realizar son:

1) Siglos julianos transcurridos hasta J2000:

$$T = \frac{JD-2451545}{36525} \quad [6]$$

Para una época 19xx.z dada, se tiene de manera suficientemente aproximada

$$T = \frac{19xx.z-2000.0}{100}$$

2) Corrección por movimientos propios:

$$\left. \begin{aligned} \alpha' &= \alpha_{19xx} + \mu_{\alpha} T \\ \delta' &= \delta_{19xx} + \mu_{\delta} T \end{aligned} \right\} [7]$$

3) Parámetros M y N :

$$\left. \begin{aligned} M &= 1^{\circ}281\ 2323\ T + 0^{\circ}000\ 3879\ T^2 + 0^{\circ}000\ 0101\ T^3 \\ N &= 0^{\circ}556\ 7530\ T - 0^{\circ}000\ 1185\ T^2 - 0^{\circ}000\ 0116\ T^3 \end{aligned} \right\} [8]$$

(De manera aproximada $N \sim 0.434 M$).

4) Cálculo de las coordenadas para la época media:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_m &= \alpha' - \frac{1}{2} (M + N \sin \alpha' \tan \delta') \\ \delta_m &= \delta' - \frac{1}{2} N \cos \alpha' \end{aligned} \right\} [9]$$

5) Cálculo de las coordenadas J2000 aproximadas:

$$\alpha'_2 = \alpha' - (M + N \sin \alpha_m \tan \delta_m) \quad [10]$$

$$\delta'_2 = \delta' - N \cos \alpha_m$$

Si se parte de coordenadas anteriores a 1984, hay que transformarlas a las coordenadas J2000 en dos pasos: (1) pasar a la época 1950.0 (apartado §1) y (2) transformar éstas a J2000 según acabamos de describir, tomando $T = -0.5000 \ 0211$. Además hay que efectuar las siguientes correcciones adicionales:

$$\Delta T = 0^s 078 + 0^s 085 T$$

$$\alpha_{2000} = \alpha'_2 + 0^s 0227 \sin(\alpha'_2 + 11^h 25) / \cos \delta'_2 - \Delta T \quad [11]$$

$$\delta_{2000} = \delta'_2 + 0'' 341 \cos(\alpha'_2 + 11^h 25) \sin \delta'_2 + 0'' 029 \cos \delta'_2$$

Ejemplo:

Paso de las coordenadas de 3C84 para 1950.0 a J2000 :

$$\alpha_{1950} = 3^h 16^m 29^s 657$$

$$\delta_{1950} = 41^\circ 19' 51'' 90$$

Número de siglos julianos transcurridos:

$$T = (2433282.423 - 2451545) / 36525 = -0.5000 \ 0211$$

$$M = -0^\circ 640 \ 5231$$

$$N = -0^\circ 278 \ 4058$$

Coordenadas J2000 obtenidas (incluyendo las correcciones adicionales):

$$\alpha_{2000} = 3^{\text{h}} 19^{\text{m}} 48^{\text{s}}181$$

$$\delta_{2000} = 41^{\circ} 30' 42''18$$

El error en cada una de las coordenadas es menor de 0.3".

4. Cálculo de las coordenadas 1950.0 a partir de las coordenadas J2000

Se trata de hacer a la inversa los cálculos descritos en el apartado anterior (§3). Es decir:

- 1) Número de siglos julianos: $T = -0.5000\ 0211$
- 2) Deducir la corrección expresada en las ecuaciones [11], es decir tomar con signo contrario los sumandos que en ella aparecen.
- 3) Corrección por los movimientos propios (ecuaciones [7] con signos negativos).
- 4) Cálculo de las coordenadas para la época media (ecuaciones [9] con signos positivos) y para la época 1950.0 (ecuaciones [10] con signos positivos).

BIBLIOGRAFIA:

Se ha utilizado básicamente información contenida en los Astronomical Almanac de 1981 y 1984.

ANEXO:

Para el cálculo de la velocidad LSR a partir de la velocidad heliocéntrica, se puede usar de manera aproximada la ecuación:

$$V_{\text{lsr}} = V_{\text{hel}} + 10 [\sin \delta - \sqrt{3} \cos \delta \sin (\alpha - 0^{\circ}48)]$$

donde las coordenadas α y δ corresponden a 1950.0.
Precaución: hay que expresar α en grados.