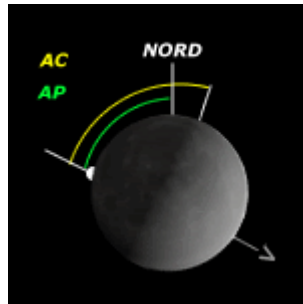


# Osservazioni e previsioni del $\Delta T$ (in secondi) per il periodo dal 1973 al 2010

---



Estratto da:

*“Propedeutica al calcolo delle eclissi e delle occultazioni di stelle”*

A cura di

Pierre Dubochet

In appendice:

*“Dove reperire il valore del  $\Delta T$ ?”* (come utilizzare una radio a Onde corte)

**Indirizzo per le richieste:**

[ephemerides.astronomiques@ifrance.com](mailto:ephemerides.astronomiques@ifrance.com)

File pdf - protetto e posto nel sito Web

<http://digilander.libero.it/occultazioni/>



(E) = Extrapolated value.

(P) = Predicted value.

These predictions are based on all announced leap seconds.

**Last positive leap second was introduced in UTC on 31 December 2008.**  
See notice in the [latest issue](http://hpiers.obspm.fr/eoppc/bul/bulc/bulletinc.36) <http://hpiers.obspm.fr/eoppc/bul/bulc/bulletinc.36> of *IERS Bulletin A*.

*2009 October 1*

\*\*\*\*\*

*Main references:*

**IERS (Bulletin – A). *Rapid Service / Prediction of Earth Orientation.*** 1 October 2009 Vol. XXII, No. 039

<http://www.iers.org/MainDisp.csl?pid=36-25788&prodid=6&PRODUCTVERSIONPAGE=1&all=1>

**Earth Orientation Data.** <http://www.iers.org/MainDisp.csl?pid=36-9>

\*\*\*\*\*

(1 Gennaio	1973	$\Delta T = + 43,374$ )	(E)
2 Gennaio	1973	$\Delta T = + 43,377$	
30 Giugno	1973	$\Delta T = + 43,957$	
1 Gennaio	1974	$\Delta T = + 44,486$	
30 Giugno	1974	$\Delta T = + 44,995$	

1 Gennaio	1975	$\Delta T = + 45,478$
30 Giugno	1975	$\Delta T = + 45,981$
1 Gennaio	1976	$\Delta T = + 46,458$
30 Giugno	1976	$\Delta T = + 46,995$
1 Gennaio	1977	$\Delta T = + 47,522$
30 Giugno	1977	$\Delta T = + 48,032$
1 Gennaio	1978	$\Delta T = + 48,535$
30 Giugno	1978	$\Delta T = + 49,097$
1 Gennaio	1979	$\Delta T = + 49,589$
30 Giugno	1979	$\Delta T = + 50,099$
1 Gennaio	1980	$\Delta T = + 50,540$
30 Giugno	1980	$\Delta T = + 50,973$
1 Gennaio	1981	$\Delta T = + 51,382$
30 Giugno	1981	$\Delta T = + 51,809$
1 Gennaio	1982	$\Delta T = + 52,168$
30 Giugno	1982	$\Delta T = + 52,570$
1 Gennaio	1983	$\Delta T = + 52,957$
30 Giugno	1983	$\Delta T = + 53,432$
1 Gennaio	1984	$\Delta T = + 53,789$
30 Giugno	1984	$\Delta T = + 54,086$

1 Gennaio	1985	$\Delta T = + 54,343$
30 Giugno	1985	$\Delta T = + 54,634$
1 Gennaio	1986	$\Delta T = + 54,871$
30 Giugno	1986	$\Delta T = + 55,112$
1 Gennaio	1987	$\Delta T = + 55,322$
30 Giugno	1987	$\Delta T = + 55,581$
1 Gennaio	1988	$\Delta T = + 55,820$
30 Giugno	1988	$\Delta T = + 56,094$
1 Gennaio	1989	$\Delta T = + 56,301$
30 Giugno	1989	$\Delta T = + 56,570$
1 Gennaio	1990	$\Delta T = + 56,855$
30 Giugno	1990	$\Delta T = + 57,221$
1 Gennaio	1991	$\Delta T = + 57,565$
30 Giugno	1991	$\Delta T = + 57,957$
1 Gennaio	1992	$\Delta T = + 58,309$
30 Giugno	1992	$\Delta T = + 58,740$
1 Gennaio	1993	$\Delta T = + 59,122$
30 Giugno	1993	$\Delta T = + 59,584$
1 Gennaio	1994	$\Delta T = + 59,985$
30 Giugno	1994	$\Delta T = + 60,400$
1 Gennaio	1995	$\Delta T = + 60,786$

30 Giugno	1995	$\Delta T = + 61,244$
1 Gennaio	1996	$\Delta T = + 61,629$
30 Giugno	1996	$\Delta T = + 61,996$
1 Gennaio	1997	$\Delta T = + 62,295$
30 Giugno	1997	$\Delta T = + 62,656$
1 Gennaio	1998	$\Delta T = + 62,966$
30 Giugno	1998	$\Delta T = + 63,284$
1 Gennaio	1999	$\Delta T = + 63,467$
30 Giugno	1999	$\Delta T = + 63,664$
1 Gennaio	2000	$\Delta T = + 63,829$
30 Giugno	2000	$\Delta T = + 63,980$
1 Gennaio	2001	$\Delta T = + 64,091$
30 Giugno	2001	$\Delta T = + 64,211$
1 Gennaio	2002	$\Delta T = + 64,300$
30 Giugno	2002	$\Delta T = + 64,413$
1 Gennaio	2003	$\Delta T = + 64,473$
30 Giugno	2003	$\Delta T = + 64,552$
1 Gennaio	2004	$\Delta T = + 64,574$
30 Giugno	2004	$\Delta T = + 64,653$
1 Gennaio	2005	$\Delta T = + 64,688$
30 Giugno	2005	$\Delta T = + 64,800$
1 Ottobre	2005	$\Delta T = + 64,792$

1 Gennaio	2006	$\Delta T = + 64,845$	
1 Aprile	2006	$\Delta T = + 64,917$	
30 Giugno	2006	$\Delta T = + 64,989$	
1 Ottobre	2006	$\Delta T = + 65,037$	
1 Gennaio	2007	$\Delta T = + 65,146$	
1 Aprile	2007	$\Delta T = + 65,249$	
30 Giugno	2007	$\Delta T = + 65,341$	
1 Ottobre	2007	$\Delta T = + 65,371$	
1 Gennaio	2008	$\Delta T = + 65,457$	
1 Aprile	2008	$\Delta T = + 65,545$	
30 Giugno	2008	$\Delta T = + 65,628$	
1 Ottobre	2008	$\Delta T = + 65,676$	
1 Gennaio	2009	$\Delta T = + 65,777$	
1 Aprile	2009	$\Delta T = + 65,860$	
30 Giugno	2009	$\Delta T = + 65,951$	
1 Ottobre	2009	$\Delta T = + 65,984$	
1 Gennaio	2010	$\Delta T = + 66,086$	(P)
1 Aprile	2010	$\Delta T = + 66,189$	(P)
30 Giugno	2010	$\Delta T = + 66,242$	(P)
1 Ottobre	2010	$\Delta T = + 66,264$	(P)





## Grafici e approfondimenti

È disponibile un grafico della variazione del valore del  $\Delta T$  a intervalli di 6 mesi (a partire dal primo gennaio 1988) costruito sulla base dei valori sopra elencati. I file grafici vettoriali si aprono con specifici programmi sia a pagamento che gratuiti.

<http://digilander.libero.it/occultazioni/delta-t.cad>

Disponibile anche nel formato wmf della Microsoft:

<http://digilander.libero.it/occultazioni/delta-t.wmf>

Previsioni a lungo periodo del Delta T con stima dell'errore:

<http://maia.usno.navy.mil/ser7/deltat.preds>

Valori storici del Delta T con stima dell'errore:

[http://maia.usno.navy.mil/ser7/historic\\_deltat.data](http://maia.usno.navy.mil/ser7/historic_deltat.data)

### 1.8.1 Dove reperire il valore di $\Delta T$ ?

La pubblicazione *The Astronomical Almanac* (<http://aa.usno.navy.mil/publications/docs/NewASA.htm>) riporta (almeno fino all'edizione, ultima consultata, per il 2004), nelle pagine K8 e K9 i valori di  $\Delta T$  ritenuti definitivi a partire dall'anno 1620.0 (questa scrittura indica l'inizio dell'anno) fino ai due anni precedenti l'edizione a cui si riferisce – quella per l'anno 2004 riporta il valore relativo a 2002.0. L'Ufficio scientifico che si occupa delle riduzioni delle osservazioni mondiali, dei calcoli e anche della pubblicazione della quantità  $(TT - UT1) = \Delta T$ , è lo **IERS** (<http://www.iers.org/>) (International Earth Rotation and Reference System Service) il quale avverte che sono cessate tanto le pubblicazioni mensili quanto le predizioni a lungo termine proprio di  $\Delta T$  (cfr. la nota aggiornata sul sito ufficiale della U.S. Navy: (<http://maia.usno.navy.mil/bulletin-a.html>)). Detto Ufficio è incaricato della fornitura, per mezzo di Circolari a diffusione rapida, degli EOP (Earth Orientation Parameters): tutto ciò è il frutto di una collaborazione fra lo U.S. Naval Observatory e l'Observatoire de Paris. La formula per ottenere  $\Delta T$  è la seguente:

$$\Delta T = 32^s,184 + (TAI - UTC) - (UT1 - UTC) \quad (22)$$

nella quale  $(TAI - UTC)$  è il numero complessivo di secondi *intercalari* mentre  $(UT1 - UTC)$  è una quantità reperibile nel Bollettino A, aggiornato quotidianamente, con predizioni fino a 90 giorni (<ftp://maia.usno.navy.mil/ser7/mark3.out>). Ci preme evidenziare che dal primo di Gennaio 1999 fino al 31 Dicembre 2004 compreso, la quantità  $(UTC - TAI)$  è rimasta immutata e vale  $-32^s$  esatti, come da Bollettino **C28** (<ftp://hpiers.obspm.fr/iers/bul/bulc/bulletinc.dat>) <sup>(1)</sup>. Questo significa che la decelerazione del moto rotatorio terrestre ha subito e tuttora subisce un decremento: ci eravamo infatti “abituati” ad un secondo intercalare con periodicità quasi annuale.

La formula (22) permetterebbe di rimanere aggiornati sul valore da assegnare a  $\Delta T$  senza fare uso né di Internet né di computer e nemmeno di pubblicazioni specializzate semplicemente utilizzando

---

<sup>1</sup> alla data di revisione parziale (gennaio 2008) si legge: *from 2006 January 1, 0h UTC, to 2009 January 1 0h UTC : UTC-TAI = -33s from 2009 January 1, 0h UTC, until further notice : UTC-TAI = -34s*

una radio ad onde corte munita di oscillatore a battimento di frequenza (BFO). Il metodo può sembrare, di primo acchito, più congeniale ad un Radioamatore con l'hobby della Meccanica celeste ma non è così. In ogni caso occorre una radio capace di sintonizzarsi attorno a 2,5 – 5 – 10 – 15 Mhz dove tuttora esistono alcune stazioni che trasmettono segnali di tempo campione. Per la verità a partire dagli inizi degli anni Novanta, molte emittenti cessarono il servizio: solamente per l'Italia ricordiamo la stazione IBF dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale di Torino che operava in modulazione d'ampiezza su 5 Mhz <sup>(2)</sup> e, da Roma, sulla medesima frequenza, la stazione IAM dell'Istituto Superiore delle Poste e delle Telecomunicazioni.

Il metodo che esponiamo ci è stato suggerito da una cartolina tecnica della stazione DIZ che trasmetteva dalla ex-Germania Orientale su 4525 kHz. Attualmente (Ottobre 2004) sono ancora ricevibili da Bologna le trasmissioni delle russe RWM su 4996 – 9996 – 14996 kHz. Specialmente le ultime due sono ben ascoltabili persino con un modesto radio-ricevitore e antenna all'interno di edifici purché con struttura non in cemento armato: la presenza di eventuali interferenze causate da trasmissioni su quasi iso-frequenze potrebbero, in alcuni casi, sopperire alla mancanza del dispositivo BFO, addirittura (è il tipico caso delle radio "casalinghe"). Una volta all'ascolto, notiamo che è molto semplice distinguere l'inizio del minuto intero dai secondi: quello è più lungo, questi sono più brevi. Il nostro compito si riduce nel *contare* mentalmente i secondi prendendo nota della posizione di quelli marcati con un impulso doppio, anziché singolo, per poi confrontarli con la seguente tabella da noi riadattata allo scopo.

---

<sup>2</sup> cessò le trasmissioni il primo di Novembre del 1991. Franco Cordara dello IEN, nella comunicazione privata del 24 Marzo 1992 diretta a (...), evidenziava come ancora attiva la stazione radio IAM. Vedi poco oltre.

## 1.8.2 Calcolo della quantità UT1 – UTC con la precisione di 1 / 50 di secondo

Raddoppio al secondo...

<b>1</b>	
da <b>2</b> a <b>7</b>	...nel caso in cui $n > 0$
<b>9</b>	
da <b>10</b> a <b>15</b>	...nel caso in cui $n < 0$
<b>21</b>	
da <b>22</b> a <b>25</b>	...nel caso in cui $m > 0$
<b>31</b>	
da <b>32</b> a <b>35</b>	...nel caso in cui $m < 0$

La formula è la seguente:

$$UT1 - UTC = (n \times 0^s,1) + (m \times 0^s,02).$$

Nella quale deve essere ben chiaro che  $m$  e  $n$  individuano solo e semplicemente la *quantità* di secondi marcati con un doppio impulso. Ecco un esempio pratico.

Il 28 Ottobre 2004 a 9<sup>h</sup> 41<sup>m</sup> UT su 14 996 kHz furono ascoltati i seguenti secondi marcati doppi: 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 21.

## *Soluzione*

$$UT1 - UTC = (-5 \times 0^s,1) + (+1 \times 0^s,02)$$

$$UT1 - UTC = -0^s,48 \quad \text{e siccome è conosciuto il valore di:}$$

$$TAI - UTC = +32^s \quad (\text{valore ufficiale valido dal primo gennaio 1999 alla "data" del rilievo})$$

possediamo già tutti gli elementi per risolvere la (22):

$$\Delta T = 32^s,184 + 32^s - (-0^s,48) \quad \text{e infine:}$$

$$\Delta T = +64^s,664 \pm 0^s,01.$$

Desideriamo eseguire una verifica per mezzo della Rete telematica.

1) IERS Bulletin *D90*. "From the 29 April 2004, 0<sup>h</sup> UTC until further notice, the value of DUT1 to be disseminated with the time signals will be  $DUT1 = -0,5^s \dots$  (*omissis*)."  
(<ftp://hpiers.obspm.fr/iers/bul/buld/bulletind.dat>). Noi, all'ascolto di RWM, abbiamo decodificato:  $\Delta UT1 = -0^s,48$  in cui  $\Delta UT1 = DUT1 = (UT1 - UTC)$  e l'accordo è elevato ma non totale. A tal proposito la Circolare riportata sopra menziona l'uscita del Bollettino successivo, *D91*, per il Luglio 2004 ma non risultava reperibile nella Rete.

2) Earth Orientation Center – L'Observatoire de Paris. "2004 10 28 15:54:29  
 $UT1 - UTC = -0^s,4688$ ." (<http://hpiers.obspm.fr/eop-pc/mission.php>). Anche in questa verifica l'accordo pur non essendo totale se ne discosta di circa  $0^s,01$ .

3) Abbiamo consultato il Bollettino *A* dello IERS, già citato a proposito delle predizioni a 90 giorni di  $(UT1 - UTC)$  ma, come ci attendevamo, si tratta di un valore *predicted* cioè di una stima:  $UT1 - UTC = -0^s,470\ 52$ . Anche con questa verifica lo scarto si mantiene nell'ordine di  $0^s,01$ . Per un approfondimento su come valutare queste incertezze si leggano le sez. 1.8.3 e 3.4, rispettivamente. Il secondo intercalare (sia esso presente oppure no) è annunciato, con un anticipo di varie settimane, tramite il [Bollettino C](ftp://hpiers.obspm.fr/iers/bul/bulc/bulletinc.dat) (<ftp://hpiers.obspm.fr/iers/bul/bulc/bulletinc.dat>) dello IERS presente sulla Rete telematica; è anche richiedibile, tramite posta ordinaria, a:

U. S. Naval Observatory, EO Dept. Attn: ser 7  
3450 Massachusetts Avenue NW  
Washington, DC 20392-5420.

Esiste un espediente molto semplice per verificare se è stato inserito un secondo intercalare ma occorre una certa tempestività in quanto ciò si potrebbe verificare solamente in due giorni dell'anno (1 Gennaio o 1 Luglio). Ci dobbiamo premunire di un buon orologio – non radio controllato! – che sincronizzeremo manualmente con un segnale affidabile (per es. della RAI) nei seguenti giorni: 31 Dicembre e 30 Giugno. Se nei due giorni successivi (1 Gennaio e 1 Luglio) l'orologio anticiperà di 1 secondo ciò significa che è stato aggiunto 1 secondo in una delle seguenti posizioni:

31 Dicembre 23:59:59 UTC  
30 Giugno 23:59:59 UTC.

### 1.8.3 Le radio non sono tutte uguali (stazioni di tempo campione)

Non tutte le radio stazioni adottano il sistema sopra descritto. In pratica potrebbero presentarsi due situazioni: 1) l'emittente non fornisce affatto la codifica per ottenere la quantità UT1 – UTC; 2) l'emittente fornisce la codifica per regolazioni a  $0^s,1$  e quindi con una incertezza di  $0^s,05$ . In precedenza riferimmo che nel caso delle occultazioni lunari la nostra posizione deve essere nota con una incertezza non maggiore di 10 – 15 metri. Ora affermiamo che è più corretto esprimere la conoscenza del “punto” nel corrispondente valore in arco, al centro della Terra (<sup>3</sup>), il quale a sua volta viene imposto dalla peggiore incertezza con cui sono noti (o conoscibili) i tempi sul punto medesimo. In definitiva occorre trovare una correlazione fra il tempo cronometrico  $t$  (noto o conoscibile) e una misura di distanza  $s$  (incognito spostamento ad Est o ad Ovest rispetto al meridiano del punto) conoscendo la velocità angolare,  $\omega$ , della Terra. Se scriviamo:

$$s = \omega t$$

e vi sostituiamo i valori numerici:

$$s = 7,292\ 115\ 10 \times 10^{-5} \text{rad s}^{-1} \times 0^s,05 \quad \text{otteniamo infine:}$$

$$s = 3,646 \times 10^{-6} \text{rad.}$$

La corrispondente misura lineare dell'arco la ricaviamo moltiplicando per il valore del semiasse maggiore,  $a$ , della Terra (sistema IAU 1976):

$$s = 3,646 \times 10^{-6} \times 6\ 378\ 140 \quad \text{vale a dire:} \quad s \approx 23 \text{ m}$$

e questo vale per un punto sull'Equatore. La convergenza dei meridiani fa sì che a mano a mano ci

---

<sup>3</sup> se due stazioni, ancorché “vicine”, non appartengono allo stesso fuso UTM non è più possibile stabilire una relazione biunivoca esprimibile in termini di Geometria elementare ma solo con complesse formule di Geodesia geometrica. Si tratta, di fatto, di un limite insito nel sistema chilometrico UTM. Vedi oltre nel presente lavoro.

spostiamo verso i Poli la lunghezza dell'arco di parallelo che resta individuato da due meridiani prestabiliti diminuisce con legge *cosinusoidale*, cosicché:

$$s = 23 \cos \varphi.$$

A una latitudine intermedia di  $|45|$  gradi,  $s = 16$  metri. Possiamo così riassumere: se la stazione radio fornisce la decodifica per ottenere UT1 – UTC fino a  $0^s,1$  allora la massima incertezza è pari a:  $\pm 0^s,05$  il che corrisponde ad uno spostamento di  $0'',75$  in longitudine e questo per il *solo ed esclusivo* effetto insito nella conoscenza di UT1 – UTC.