

Como perseguir el sol con TI-59

Se propuso en el número anterior del ordenador personal como "situarse" con el Ti 58/59. He aquí un programa concebido para el Ti 59, que a partir de las coordenadas geográficas determina la hora exacta del amanecer y de la puesta del sol. Esto es interesante en vacaciones ya que se podrá aprovechar mejor toda una jornada.

Si se debe admitir que la tierra es "redonda", para determinar la longitud y latitud de un punto situado en el globo terraqueo, se puede también permitir una hipótesis anacrónica para localizar un astro en el espacio: la tierra, centro del mundo.

En efecto, se refiere la posición de un astro en la corteza celeste con respecto a nuestro planeta.

Se supone que se buscan las coordenadas de un astro A visto desde un punto P de la tierra (Fig. 1).

Se trazan dos círculos. El primero con centro en el centro de la Tierra, pasa por P y por los dos polos, es el meridiano de P.

El segundo, con el mismo centro que el primero, pasa por A y por el eje de los 2 polos.

El ángulo formado por los dos planos de estos círculos se llama (*acimut*),

siendo la primera coordenada del astro.

Al igual que la longitud se expresa en grados, minutos y segundos, Este u Oeste.

Se traza ahora una semirecta que pase por el centro de la Tierra, el Ecuador y el círculo que contiene a A. Sea otra semirecta que pase por el centro de la Tierra y el punto A.

El ángulo formado por estas dos semirectas se llama (*declinación*) y como la latitud se expresa en grados, minutos y segundos, Sur o norte. Antes que la declinación, se suele utilizar otra coordenada llamada (*distancia cenital*) que proporciona mejor la posición del astro con respecto a la del punto P. La distancia cenital es el ángulo formado por la vertical de P y la semirecta que pasa por el centro de la Tierra y el astro A (Figura 2). Cuando el acimut es

nulo, el astro está en el meridiano de O. Se tiene entonces que declinación
O distanc

= distancia cenital latitud de P.

En cuanto al sol, visto desde la tierra, la variación del acimut expresa la marcha del sol a lo largo de la jornada. La distancia cenital representa la "distancia" entre el sol y el (*cenit*) (punto ficticio situado en la vertical de P). Al mediodía ésta es pequeña en verano y grande en invierno. ¿Tienen hora? Por supuesto, ¿hora T.U., hora legal, hora civil, local? Basta con elegir.

Se empezará por la más natural. *Hora civil local*, es la hora del sol, es decir, la que indica el mediodía cuando el azimut del sol es cero.

Natural, pero poco práctica. En efecto, para que el reloj marque permanentemente la hora civil local habrá que "cambiarlo de hora" cada vez que se desplacen hacia el Este o hacia el Oeste. *Hora T. U.* (tiempo universal) es la hora civil local de Greenwich (llamada también de forma incorrecta hora G.M.T., Greenwich Mean Time, tiempo medio de Greenwich).

Es la indicadora del horario universal, el cual permite comunicar, hablando la misma hora, cuando es mediodía T.U. es noche cerrada en Tahiti.

La hora legal, la más simple y a la vez la más complicada. La más simple porque es la hora que nos da el reloj. Siendo poco práctica como ya se ha visto la hora civil local, se ha cortado la superficie del globo en *husos horarios* delimitados por meridianos espa-

Algunas explicaciones teóricas

1. Si se introduce:

D.H. = 0 las horas obtenidas son las T.U.

D.H. = λ (longitud convertida en horas sexagesimales). Los resultados obtenidos expresan la "hora civil local" (12 h al paso medio del sol al meridiano del lugar). Ver ejemplo 3.

2. Con latitudes elevadas ($>60^\circ$), cerca del solsticio de verano, el sol no baja más de 6° sobre el horizonte. El crepúsculo de la tarde y el alba del día se solapan. En este caso "comienzo del alba" y "fin del crepúsculo" se indican convencionalmente por "0.0000". Ver ejemplo 3.

3. Se precisa que las horas del amanecer y de la puesta del sol, así como los acimuts al amanecer y a la puesta del sol, se refieren al centro del sol. Si se prefiere que estos resultados se refieran al borde superior del sol basta con reemplazar el valor 0.566, que está en los pasos 85 a 88 del programa y que representa el valor medio de la refracción atmosférica en grados decimales, por el valor 0.733 que representa la suma de la refracción y del radio.

4. En latitudes superiores a $23^\circ 27'$, el sol culmina siempre en dirección Sur. En latitudes inferiores a $23^\circ 27'$ culmina siempre en dirección Norte. Entre estas dos latitudes culmina en dirección Norte o Sur según la época del año.

Una distancia cenital positiva indica que el sol culmina en dirección Sur. Una distancia cenital negativa indica que culmina en dirección Norte. Ver ejemplo 3.

5. Por lo que respecta a la exactitud de los resultados, si se comparan con los suministrados con "El Anuario de la Comisión de Longitudes" o con el "Conocimiento del Tiempo" del año considerado, se puede afirmar que:

— El error máximo en el instante de paso por el meridiano es del orden de 2 segundos de tiempo.

— El error máximo sobre el valor de la declinación en un instante determinado es del orden de 12 segundos de arco.

Las horas de salida y puesta del sol, se obtienen por aproximaciones sucesivas.

— En una primera aproximación se calculan en función de la declinación al paso por el meridiano.

— La segunda y definitiva aproximación se recalcula en función de las declinaciones a la hora de salir y de ponerse, anteriormente calculadas.

Los errores máximos en las horas teóricas varían desde 2 segundos de tiempo en el ecuador hasta 10 segundos de tiempo en las latitudes $\pm 65^\circ$.

Los errores máximos en los acimuts varían de 0,2 minutos de arco en el ecuador hasta 1,5 minutos de arco en las latitudes $\pm 65^\circ$.

6. Añadamos que el programa estará en vigor indefinidamente a partir del año 1981.

Explicaciones teóricas definiciones

t tiempo transcurrido en días decimales, desde las 0 de Enero (31 de Diciembre a las 00 TU).

t. t en el instante de paso del sol en su perigeo

Ω la longitud del perigeo

T tiempo que separa dos pasos consecutivos del sol en su perigeo o "año anomalístico" $T = 365$ días, 25964

n 2π

— radianes = 0,98560 grados decimales

T

ω inclinación de la elíptica sobre el ecuador

L longitud del sol

d declinación del sol

c excentricidad de la elíptica = 0.0167

E ecuación del tiempo

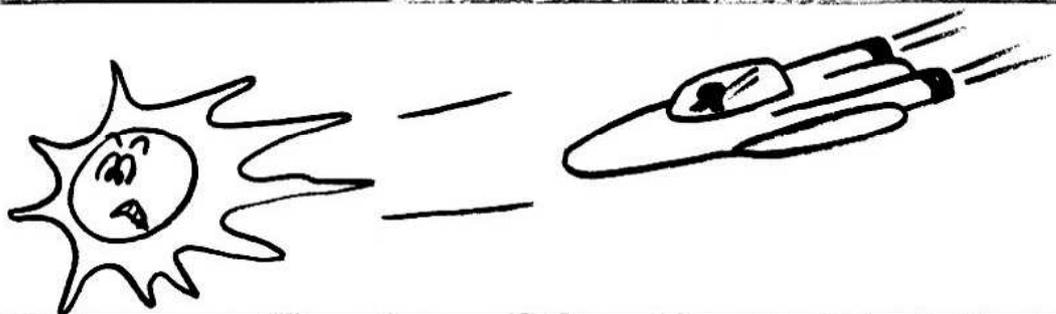
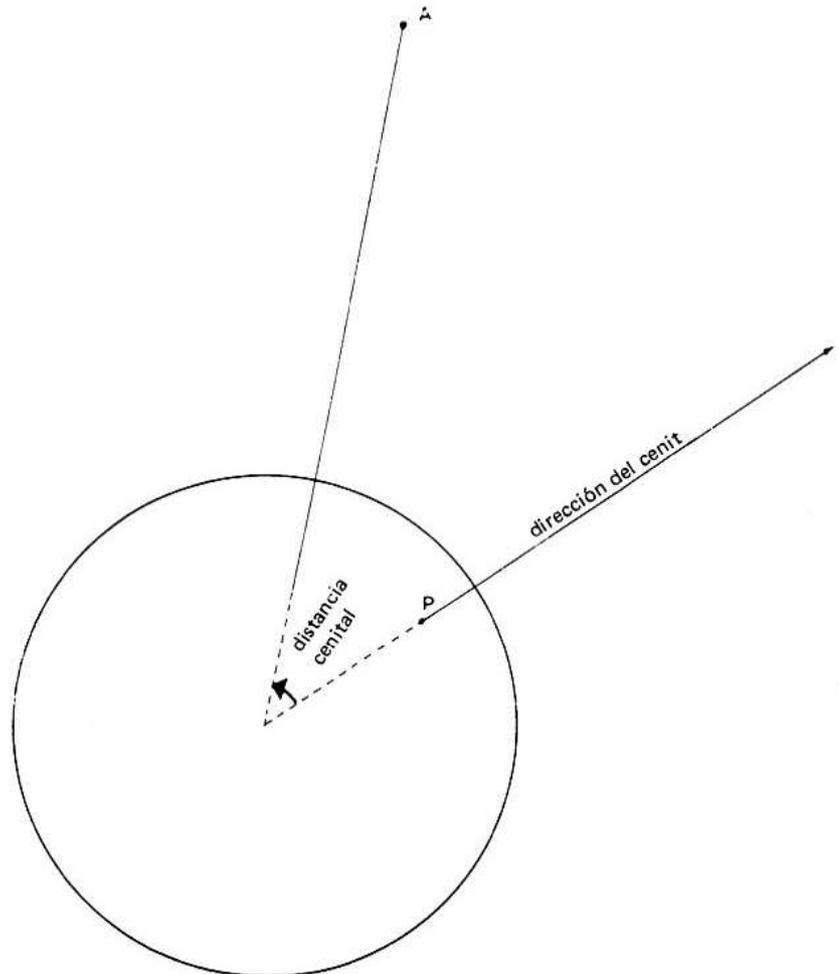
R refracción atmosférica al levantarse y en la puesta del sol. Aquí se toma 0.56 grados decimales en valor absoluto.

A acimut del sol, contando de 0° a 360° a partir del Norte y hacia el Este.

a latitud del lugar

P ángulo en el polo Sur

Figura 1



Sin entrar en detalles, se resalta que el programa se basa en las siguientes relaciones.

$$1. L = \bar{\omega} + n(t - t_0) + 2e \left(1 - \frac{e^2}{8}\right) \bullet \text{sen } n(t - t_0) + 5 \left(\frac{e}{2}\right)^2 \bullet \text{sen } 2n(t - t_0) + \frac{26}{3} \left(\frac{e}{2}\right)^3 \text{sen } 3n(t - t_0)$$

Despreciando los términos e^4 y posteriores.

$$2. E = L - \bar{\omega} - n(t - t_0) - t g^2 \frac{\omega}{2}$$

$$2L + \frac{1}{2} \text{tg}^4 \frac{\omega}{2} \text{sen } 4L.$$

Despreciando los términos $\text{tg}^6 \frac{\omega}{2}$ y posteriores.

$$3. \text{Sen } \alpha = \text{sen } \omega \text{ sen } L$$

$$4. \text{Cos } P = \frac{-\text{sen } R - \text{sen } \varphi \bullet \text{sen } \alpha}{\text{cos } \varphi \text{ cos } \alpha}$$

Para el ángulo en el polo a la salida y puesta del sol aparentemente

$$5. \text{Cos } = \frac{-\text{sen } 6^\circ - \text{sen } \varphi \bullet \text{sen } \alpha}{\text{cos } \varphi \bullet \text{cos } \alpha}$$

Para el ángulo en el polo al principio del alba y final del crepúsculo.

$$6. \text{Cos } A = \frac{\text{sen } d + \text{sen } \varphi \text{ sen } R}{\text{cos } \varphi \text{ cos } R}$$

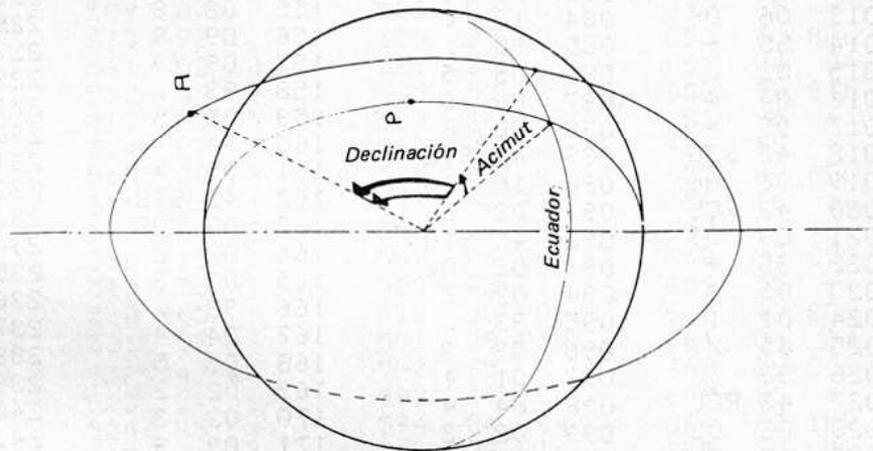
Aparentemente, para el acimut a la salida y puesta del sol.

$$7. \bar{\omega} = 281,22083 + 0,017199 \times (AAAA - 1889,5) \text{ en grados decimales}$$

= valor medio de ω para el año considerado (AAAA).
 $\omega = 23,45229 - 0,00013 \times (AAAA - 1900) \text{ en grados decimales}$
 $t_0 = 2,314243 + (AAAA - 1901) \times 0,25964 - \frac{(AAAA - 1901)}{4} \text{INT}$

A resaltar que los tres últimos parámetros ($\bar{\omega}$, ω , t_0) son funciones del milésimo (AAAA). Los valores $\bar{\omega}$ y ω se han extraído de las relaciones de Newcomb, de las que se han cogido las partes lineales.

Referencia: "CONSTANTES ASTRONOMICAS" que figuran en "EL CONOCIMIENTO DE LOS TIEMPOS".



Utilización del programa solar para el TI 59

Válido para todos los puntos comprendidos entre las latitudes $\pm 65^\circ$ - Partición: 3 OP 17

EXPLICACIONES	INTRODUCIR (7)	PULSAR	EN PANTALLA	IMPRESORA
Introducción de datos En caso de error en la Introducción de un dato pulsar OP 30 y volver a introducir el dato	año AAAA mes MM día DD latitud φ sex (1) latitud λ sex (2) D.H. (3)	A A A A A A	AAAA MM DD φ dec λ dec D. H.	AAAA MM DD φ sex. λ sex D. H.
Comienzo cálculos en pantalla "Comienzo del alba" 1 min. 1/2 aprox. Después de pulsar B Resultado en horas, minutos, segundos de tiempo legal		B R/S R/S R/S R/S	Comienzo del alba (4) salida (5) pasaje intermedio puesta del sol (5) fin crepúsculo civil (4)	comienzo del alba salida pasaje intermedio puesta del sol fin crepúsculo
Resultados en grados, minutos, segundos de arco		R/S R/S R/S R/S	Acimut al salir Acimut en la puesta sol Declinación en el instante del pasaje medio Distancia cenital durante el pasaje	Acimut al salir Acimut en la puesta sol declinación en el instante del pasaje medio Distancia cenital durante el pasaje

(1) + Si Norte; - Si Sur
 \circ Sex, grados sexagesimales; \circ dec, grados decimales

(2) + Si Este; - Si Oeste

(3) D. H.: Cambio de hora

hora legal - hora TU

En Francia: +1 en invierno

+ 2 en verano

Si D. H. no es igual a una hora exacta, introducirle en "horas sexagesimales".

Ver nota complementaria núm. 1.

(4) Se trata del comienzo del alba y fin del crepúsculo civil. Sol a 6° sobre el horizonte y visibilidad. Ver nota complementaria n $^\circ$ 2.

(5) Salida y puesta del sol aparentes del centro del sol, en condiciones ideales de horizonte y visibilidad. Ver nota complementaria n $^\circ$ 3.

(6) Distancia cenital en el instante del paso del sol por el meridiano del lugar. Ver nota complementaria n $^\circ$ 4.

(7) En caso de utilizar el programa varias veces, pulsad:

INVFIX - CMS - RST, antes de introducir nuevos datos.

000	76	LBL	071	67	EQ	142	93	.	213	95	=	284	44	SUM
001	11	A	072	39	CDS	143	00	0	214	42	STD	285	94	+/-
002	69	DP	073	13	C	144	01	1	215	03	03	286	85	+
003	20	20	074	76	LBL	145	07	7	216	18	C'	287	43	RCL
004	99	PRT	075	39	CDS	146	01	1	217	19	D'	288	03	03
005	88	DMS	076	43	RCL	147	09	9	218	71	SBR	289	85	+
006	72	ST*	077	03	03	148	09	9	219	25	CLR	290	43	RCL
007	00	00	078	85	+	149	65	X	220	42	STD	291	06	06
008	91	R/S	079	01	1	150	53	(	221	10	10	292	95	=
009	76	LBL	080	95	=	151	43	RCL	222	71	SBR	293	71	SBR
010	12	B	081	42	STD	152	01	01	223	43	RCL	294	22	INV
011	98	ADV	082	03	03	153	75	-	224	42	STD	295	22	INV
012	43	RCL	083	76	LBL	154	01	1	225	13	13	296	88	DMS
013	06	06	084	13	C	155	08	8	226	94	+/-	297	42	STD
014	55	+	085	93	.	156	09	9	227	85	+	298	21	21
015	02	2	086	05	5	157	09	9	228	43	RCL	299	76	LBL
016	04	4	087	06	6	158	93	.	229	03	03	300	14	D
017	95	=	088	06	6	159	05	5	230	95	=	301	43	RCL
018	42	STD	089	42	STD	160	54	)	231	18	C'	302	12	12
019	06	06	090	16	16	161	95	=	232	19	D'	303	71	SBR
020	43	RCL	091	02	2	162	42	STD	233	71	SBR	304	44	SUM
021	03	03	092	42	STD	163	08	08	234	25	CLR	305	85	+
022	85	+	093	02	02	164	02	2	235	42	STD	306	43	RCL
023	03	3	094	02	2	165	03	3	236	11	11	307	03	03
024	01	1	095	93	.	166	93	.	237	71	SBR	308	85	+
025	65	X	096	03	3	167	04	4	238	43	RCL	309	43	RCL
026	53	(	097	01	1	168	05	5	239	94	+/-	310	06	06
027	43	RCL	098	04	4	169	02	2	240	85	+	311	95	=
028	02	02	099	02	2	170	02	2	241	43	RCL	312	71	SBR
029	75	-	100	04	4	171	09	9	242	03	03	313	22	INV
030	01	1	101	03	3	172	75	-	243	85	+	314	22	INV
031	54	)	102	85	+	173	93	.	244	43	RCL	315	88	DMS
032	95	=	103	53	(	174	00	0	245	06	06	316	42	STD
033	42	STD	104	43	RCL	175	00	0	246	95	=	317	25	25
034	03	03	105	01	01	176	00	0	247	71	SBR	318	76	LBL
035	03	3	106	75	-	177	01	1	248	22	INV	319	15	E
036	32	XIT	107	01	1	178	03	3	249	22	INV	320	43	RCL
037	43	RCL	108	09	9	179	65	X	250	88	DMS	321	11	11
038	02	02	109	00	0	180	53	(	251	42	STD	322	71	SBR
039	77	GE	110	01	1	181	43	RCL	252	22	22	323	61	GTO
040	38	SIN	111	54	)	182	01	01	253	43	RCL	324	22	INV
041	13	C	112	42	STD	183	75	-	254	13	13	325	88	DMS
042	76	LBL	113	00	00	184	01	1	255	85	+	326	42	STD
043	38	SIN	114	65	X	185	09	9	256	43	RCL	327	26	26
044	43	RCL	115	93	.	186	00	0	257	03	03	328	43	RCL
045	03	03	116	02	2	187	00	0	258	95	=	329	12	12
046	75	-	117	05	5	188	54	)	259	18	C'	330	71	SBR
047	53	(	118	09	9	189	95	=	260	19	D'	331	61	GTO
048	43	RCL	119	06	6	190	42	STD	261	71	SBR	332	94	+/-
049	02	02	120	04	4	191	09	09	262	25	CLR	333	85	+
050	65	X	121	75	-	192	43	RCL	263	42	STD	334	03	3
051	93	.	122	53	(	193	03	03	264	42	STD	335	06	6
052	04	4	123	43	RCL	194	85	+	265	12	12	336	00	0
053	85	+	124	00	00	195	93	.	266	71	SBR	337	95	=
054	02	2	125	55	+	196	05	5	267	43	RCL	338	22	INV
055	93	.	126	04	4	197	75	-	268	85	+	339	88	DMS
056	03	3	127	54	)	198	43	RCL	269	43	RCL	340	42	STD
057	54	)	128	59	INT	199	05	05	270	03	03	341	27	27
058	59	INT	129	95	=	200	55	+	271	85	+	342	76	LBL
059	95	=	130	42	STD	201	55	+	272	43	RCL	343	42	STD
060	42	STD	131	07	07	202	03	3	273	06	06	344	58	FIX
061	03	03	132	02	2	203	06	6	274	95	=	345	04	04
062	00	0	133	08	8	204	00	0	275	71	SBR	346	43	RCL
063	32	XIT	134	08	8	205	95	=	276	22	INV	347	21	21
064	43	RCL	135	01	1	206	42	STD	277	22	INV	348	99	PRT
065	01	01	136	03	03	207	03	03	278	88	DMS	349	91	R/S
066	55	+	137	18	C'	208	02	2	279	42	STD	350	43	RCL
067	04	4	138	19	D'	209	02	2	280	24	24	351	22	22
068	95	=	139	10	E'	210	00	0	281	24	CE	352	99	PRT
069	22	INV	140	08	8	211	85	+	282	43	RCL	353	91	R/S
070	59	INT	141	03	3	212	03	RCL	283	11	11	354	43	RCL
				85	+		03	03		71	SBR	355	03	03

356	85	+	426	92	RTN	496	33	X ²	566	43	RCL	636	76	LBL
357	43	RCL	427	76	LBL	497	42	STD	567	16	16	637	35	1/X
358	06	06	428	19	D'	498	15	15	568	38	SIN	638	42	STD
359	95	=	429	42	STD	499	65	x	569	95	=	639	25	25
360	71	SBR	430	00	00	500	53	(	570	55	+	640	15	E
361	22	INV	431	85	+	501	43	RCL	571	43	RCL	641	91	R/S
362	22	INV	432	43	RCL	502	14	14	572	00	00	642	76	LBL
363	88	DMS	433	08	08	503	65	x	573	39	CDS	643	61	GTO
364	99	PRT	434	85	+	504	02	2	574	55	+	644	38	SIN
365	42	STD	435	43	RCL	505	54	)	575	43	RCL	645	85	+
366	23	23	436	00	00	506	38	SIN	576	04	04	646	43	RCL
367	91	R/S	437	38	SIN	507	65	x	577	39	CDS	647	16	16
368	43	RCL	438	65	x	508	05	5	578	95	=	648	38	SIN
369	24	24	439	01	1	509	07	7	579	22	INV	649	65	x
370	99	PRT	440	93	.	510	93	.	580	39	CDS	650	43	RCL
371	91	R/S	441	09	9	511	02	2	581	55	+	651	04	04
372	43	RCL	442	01	1	512	09	9	582	03	3	652	38	SIN
373	25	25	443	03	3	513	05	5	583	06	6	653	95	=
374	99	PRT	444	06	6	514	07	7	584	00	0	654	55	+
375	91	R/S	445	08	8	515	08	8	585	95	=	655	43	RCL
376	98	ADV	446	85	+	516	85	+	586	92	RTN	656	16	16
377	43	RCL	447	53	(	517	43	RCL	587	76	LBL	657	94	+/-
378	26	26	448	02	2	518	15	15	588	44	SUM	658	39	CDS
379	99	PRT	449	65	x	519	33	X ²	589	42	STD	659	55	+
380	91	R/S	450	43	RCL	520	65	x	590	00	00	660	43	RCL
381	43	RCL	451	00	00	521	53	(	591	38	SIN	661	04	04
382	27	27	452	54	)	522	43	RCL	592	65	x	662	39	CDS
383	99	PRT	453	38	SIN	523	14	14	593	43	RCL	663	95	=
384	91	R/S	454	65	x	524	65	x	594	04	04	664	22	INV
385	98	ADV	455	93	.	525	04	4	595	38	SIN	665	39	CDS
386	43	RCL	456	00	0	526	54	)	596	95	=	666	92	RTN
387	10	10	457	01	1	527	38	SIN	597	94	+/-	667	76	LBL
388	22	INV	458	09	9	528	65	x	598	75	-	668	22	INV
389	88	DMS	459	09	9	529	02	2	599	06	6	669	22	INV
390	99	PRT	460	07	7	530	08	8	600	38	SIN	670	59	INT
391	42	STD	461	85	+	531	93	.	601	95	=	671	65	x
392	28	28	462	53	(	532	06	6	602	55	+	672	02	2
393	91	R/S	463	03	3	533	04	4	603	43	RCL	673	04	4
394	43	RCL	464	65	x	534	07	7	604	00	00	674	95	=
395	04	04	465	43	RCL	535	09	9	605	39	CDS	675	92	RTN
396	75	-	466	00	00	536	95	=	606	55	+			
397	43	RCL	467	54	)	537	55	+	607	43	RCL			
398	10	10	468	38	SIN	538	03	3	608	04	04			
399	95	=	469	65	x	539	06	6	609	39	CDS			
400	22	INV	470	93	.	540	00	0	610	95	=			
401	88	DMS	471	00	0	541	95	=	611	22	INV			
402	99	PRT	472	00	0	542	92	RTN	612	39	CDS			
403	42	STD	473	00	0	543	76	LBL	613	69	DP			
404	29	29	474	02	2	544	25	CLR	614	19	19	001	11	A
405	91	R/S	475	09	9	545	38	SIN	615	87	IFF	010	12	B
406	98	ADV	476	95	=	546	65	x	616	07	07	043	38	SIN
407	98	ADV	477	92	RTN	547	43	RCL	617	89	π	075	39	CDS
408	02	2	478	76	LBL	548	09	09	618	55	+	084	13	C
409	42	STD	479	10	E'	549	38	SIN	619	03	3	300	14	D
410	02	02	480	42	STD	550	95	-	620	06	6	319	15	E
411	61	GTO	481	14	14	551	22	INV	621	00	0	342	42	STD
412	42	STD	482	75	-	552	38	SIN	622	95	=	414	18	C'
413	76	LBL	483	43	RCL	553	92	RTN	623	92	RTN	428	19	D'
414	18	C'	484	00	00	554	76	LBL	624	76	LBL	479	10	E'
415	75	-	485	75	-	555	43	RCL	625	89	π	544	25	CLR
416	43	RCL	486	43	RCL	556	42	STD	626	24	CE	555	43	RCL
417	07	07	487	08	08	557	00	00	627	00	0	588	44	SUM
418	95	=	488	75	-	558	38	SIN	628	22	INV	625	89	π
419	65	x	489	53	(	559	65	x	629	97	DSZ	637	35	1/X
420	93	.	490	43	RCL	560	43	RCL	630	02	02	643	61	GTO
421	09	9	491	09	09	561	04	04	631	35	1/X	668	22	INV
422	08	8	492	55	+	562	38	SIN	632	42	STD			
423	05	5	493	02	2	563	95	=	633	21	21			
424	06	6	494	54	)	564	94	+/-	634	14	D			
425	95	=	495	30	TAN	565	75	-	635	91	R/S			

Ejemplos de datos de entrada y resultados tal y como aparecen en la impresora		
EJEMPLO 1	EJEMPLO 2	EJEMPLO 3
<i>Lugar:</i> París (observatorio)	<i>Lugar:</i> La Plata (observatorio) Argentina	<i>Lugar:</i> Punto arbitrario
<i>Fecha:</i> 15 Agosto 1981	<i>Fecha:</i> 18 Diciembre 1978	<i>Fecha:</i> 20 Junio 1982
<i>Latitud:</i> 48° 50' 11" Norte	<i>Latitud:</i> 34° 54' 32" Sur	<i>Latitud:</i> 64° 30' Norte
<i>Longitud:</i> 2° 20' 14" Este	<i>Longitud:</i> 57° 55' 55" Oeste	<i>Longitud:</i> 26° 14' Oeste
<i>D. H.:</i> + 2 h (hora legal de verano)	<i>D. H.:</i> -3 h (hora legal)	<i>D. H.:</i> -1H 45' (tiempo civil local)
1981	1978	1982
8.	12.	6.
15.	18.	20.
48.5011	-34.5432	64.3
2.2014	-57.5555	-26.15
2.	-3.	-1.45
6.0756	5.0345	0.0000
6.4440	5.3454	1.2522
13.5506	12.4819	12.0127
21.0435	20.0147	22.3743
21.4114	20.3257	0.0000
67.3547	119.2355	19.1052
292.0622	240.3447	340.5152
13.5942	-23.2332	23.2614
34.5029	-11.3100	41.0346

Nº Instruc.	EXPLICACIONES
0- 08	Introducción de datos
09- 19	Conversión D. H. en fracción decimal de día.
20- 82	Cálculo de t a OOTU del día en cuestión, teniendo en cuenta los años bisiestos.
83- 90	Refracción al salir y en la puesta del sol.
91- 93	Contador de bucles (2) en memoria 02, en lugar del mes (ver paso 630)
94-131	Cálculo de t ₀
132-163	Cálculo de $\bar{\omega}$
164-191	Cálculo de ω
192-206	Cálculo de t en el instante del paso del sol medio por el meridiano del lugar.
207-215	Cálculo de t en el instante del paso del sol verdadero por el meridiano del lugar
216-221	Cálculo de la declinación en el instante del paso del sol verdadero por el meridiano del lugar.
222-230	Cálculo de t en el instante de la salida del sol (primera aproximación)
231-236	Cálculo de la declinación (α) en el instante t del paso anterior
237-252	Cálculo de la hora de la salida del sol, en tiempo legal
253-264	Cálculo de t en el instante de la puesta del sol encontrado en la primera aproximación.
265-279	Cálculo de la hora definitiva de la puesta del sol en tiempo legal
281-298	Cálculo del principio del alba en tiempo legal, en función de la declinación en el momento de la salida del sol.
299-317	Cálculo fin de crepúsculo en tiempo legal en función de la declinación al ponerse el sol
318-327	Cálculo del acimut al salir el sol, en función de la declinación en ese momento
338-341	Cálculo acimut al ponerse el sol, en función de la declinación en ese momento.
342-405	Recapitulación, visualización en pantalla e impresión en coma fija
406-412	
413-426	Subetiqueta C'. Subprograma de cálculo n(t-t ₀) en función de t.
427-477	Subetiqueta D'. Subprograma de cálculo de L en función n(t-t ₀)
478-542	Subetiqueta E'. Subprograma de cálculo de la ecuación del tiempo (E) en fracción decimal de día, en función de L.
543-553	Etiqueta CLR. Subprograma cálculo de declinación (α) en función de L.
554-586	Etiqueta RCL. Subprograma de cálculo del ángulo en el polo (P), en fracción decimal de día, al salir y en la puesta del sol, en función de la declinación (α).
587-641	Etiqueta SUM. Subprograma de cálculo del ángulo en el polo (P), en fracción decimal de día, al comienzo del alba y final del crepúsculo en función de α a la salida y a la puesta del sol, en caso de que el sol no baje más de 6° sobre el horizonte.
642-666	Etiqueta GTO. Subprograma de cálculo de acimut en función de la declinación.
667-675	Etiqueta INV. Subprograma de conversión de t en hora decimal de día.

ciados de 15° en 15° de longitud. La mitad del gajo o es el meridiano de Greenwich. 15° hacia el Este, se encuentra la mitad del huso 1 y así hasta el huso 23.

En la realidad, el meridiano ignora los límites fronterizos y reparte, a veces de forma arbitraria, países de poca extensión. Imaginad que haya que avanzar el reloj en una hora yendo de Malaga a Barcelona.

Ahora viene la complicación, en países con poca extensión, se tiene la misma hora legal en todo el territorio. Esta hora legal no siempre coincide con la del huso. Por razones económicas algunos países, por ejemplo España, cambian la hora en función de las estaciones.

España, en su mayor parte esta situada en el huso 0. No obstante en invierno se vive con TU -1 hora y en ve-

rano con TV 2 horas. En países con variaciones de longitud importante de un punto a otro, es posible tener más de una hora legal, ya que en general se respeta el corte de los husos.

Cuando uno se acerca a los polos, un simple paseo andando se convierte en un verdadero rompecabezas.

Juan Scheidecker