

Jindřich Svoboda

Tabulková metoda k výpočtu času rytmických signálů

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 58 (1929), No. 1-2, 112--118

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/108943>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1929

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Tabulková metoda k výpočtu času rytmických signálů.

Napsal *Jindřich Svoboda*.

Zdlouhavý výpočet času rytmických signálů z odpozorovaných koincidencí dá se značně zkrátiti užitím tabulky.

Předpokládejme, že čas prvního signálu dle našich hodin jest $t = t_0 + \tau$, kde t_0 jest čas udaný na celé sekundy, který ukazuje sekundová ručička v okamžiku prvního signálu, a τ jest zlomek sekundy, který máme určití pozorováním koincidencí. Je-li S počet všech signálů a H doba (udaná v sekundách) mezi prvním a posledním signálem, jest signálový interval $b = H/(S - 1)$ sek. Když t_x jest pozorovaný čas x -té koincidence a s_x řadové číslo koincidujícího signálu, platí relace

$$\tau = (t_x - t_0) - (s_x - 1) b, \quad (1)$$

kde rozdíl $t_x - t_0$ jest udán v sekundách. Z definice koincidence plyne, že číselně

$$s_x - 1 = (t_x - t_0) / b + x - 1, \quad (2)$$

při čemž jest si uvědomiti, že ani t_x ani s_x nejsou obecně čísla celá; rozdíl $s_x - 1$ značí vlastně počet signálových intervalů mezi prvním signálem a x -tou koincencí, neboť koincidence může nastati uvnitř signálového intervalu. Sluchem můžeme zjistiti koincidence jen na rozhraní intervalu, užijeme-li však zařízení extinkčního,¹⁾ při němž slyšíme jen signály v okolí koincidence, po případě automatického záznamu na chronografu, lze určití časy koincidenčí přesněji.

Je-li C délka koincidenčního intervalu v sekundách, vypočteme z úměry $C : (C + 1) = H : (S - 1)$, že

$$C = \frac{H}{S - H - 1} \text{ sek.}$$

Číslo m (celé) udávající minimální počet koincidenčí, které během celého signálu můžeme vždy odpozorovati, obdržíme z podílu $H : C$.

¹⁾ *Baeschlin*, Uhrvergleichungen auf drahtlosem Wege nach der Koincidenzmethode. *Astronomische Nachrichten*, Bd. 219, str. 269; Kiel, 1923.

Dosadíme-li (2) do (1), dostaneme

$$\tau = (t_x - t_0)(1 - b) - (x - 1)b$$

a pro m po sobě následujících koincencí střední hodnotu

$$\bar{\tau} = \frac{1}{m} \sum_{x=1}^m [(t_x - t_0)(1 - b) - (x - 1)b] = (\bar{t} - t_0)(1 - b) - \frac{1}{2}(m - 1)b,$$

kde $\bar{t} = (t_1 + t_2 + \dots + t_m) : m$. Z toho je patrné, že k určení $\bar{\tau}$ stačí vedle t_0 odpozorovati jen časy koincencí; nepohodlné sledování řadových čísel koincidujících signálů, v některých návodech doporučované,²⁾ jest zcela zbytečné.³⁾

Položíme-li $\bar{t} - t_0 = T$, jest

$$\bar{\tau} = T(1 - b) - \frac{1}{2}(m - 1)b. \quad (3)$$

Sekundový zlomek $\bar{\tau}$ jest tedy funkcí T , neboť m a b jsou konstantami signálu. Z toho plyne, že můžeme si usnadniti výpočet $\bar{\tau}$, pořídíme-li si tabulky této funkce pro argument T . Pro malé změny τ , které vznikají změnou intervalu H , stačí připojiti korekční tabulku vypočítanou z diferenciální formule

$$\Delta\bar{\tau} = -\left(T + \frac{m - 1}{2}\right)\Delta b = -\left(T + \frac{m - 1}{2}\right)\frac{\Delta H}{S - 1}. \quad (4)$$

Kdyby koincidenční interval byl stálý a koincidence byly přesně odpozorovány, bylo by

$$T = \bar{t} - t_0 = \frac{t_m - t_1}{2} + t_1 - t_0, \quad (5)$$

kde

$$\frac{t_m - t_1}{2} = \frac{m - 1}{2}C$$

bylo by konstantou signálu. Poněvadž $t_1 - t_0 < C$, stačí vzhledem k (5) vypočítati tabulku pro T v mezích

$$\frac{m - 1}{2}C \quad \text{a} \quad \frac{m + 1}{2}C.$$

Za příklad uvádím tabulky k vypočítání středního času⁴⁾ rytmických signálů soustavy francouzské a německé.

¹⁾ *Mahnkopf*, Die Koinzidenzsignale der Grossfunkstelle Nauen. Sonderdruck aus Nr. 43, 45, 46 u. 49, Jahrg. 1924 der Deutschen Uhrmacher Zeitung.

²⁾ *Fuchs*, Zur Reduktion der Koinzidenzbeobachtungen bei radiotelegraphischen Zeitvergleichen. Astronomische Nachrichten, Bd. 226, str. 229; Kiel, 1926.

⁴⁾ Tabulky pro čas viz: *J. Svoboda*, Sur le calcul des heures des signaux rythmés au moyen d'une table. Astronomische Nachrichten, Bd. 230, str. 375 a násl.; Kiel 1927.

Tabulka soustavy francouzské.

$S = 306$, $H = 300$ sek., $b = 0.9836$ sek., $C = 60$ sek., $m = 5$,
 $(t_m - t_1)/2 = (m - 1) C/2 = 120$ sek.

T	ΔH	$\pm 0^s 01$	$\pm 0^s 02$	$\pm 0^s 03$	$\pm 0^s 04$	$\pm 0^s 05$
	$\bar{\tau}$	$\Delta \bar{\tau}$				
		干	干	干	干	干
120 ^s	0 ^s 000	0 ^s 004	0 ^s 008	0 ^s 012	0 ^s 016	0 ^s 020
121	0 016	0 004	0 008	0 012	0 016	0 020
122	0 033	0 004	0 008	0 012	0 016	0 020
123	0 049	0 004	0 008	0 012	0 016	0 021
124	0 066	0 004	0 008	0 012	0 017	0 021
125	0 082	0 004	0 008	0 012	0 017	0 021
126	0 098	0 004	0 008	0 013	0 017	0 021
127	0 115	0 004	0 008	0 013	0 017	0 021
128	0 131	0 004	0 009	0 013	0 017	0 021
129	0 148	0 004	0 009	0 013	0 017	0 021
130	0 164	0 004	0 009	0 013	0 017	0 022
131	0 180	0 004	0 009	0 013	0 017	0 022
132	0 197	0 004	0 009	0 013	0 018	0 022
133	0 213	0 004	0 009	0 013	0 018	0 022
134	0 230	0 004	0 009	0 013	0 018	0 022
135	0 246	0 004	0 009	0 013	0 018	0 022
136	0 262	0 005	0 009	0 014	0 018	0 023
137	0 279	0 005	0 009	0 014	0 018	0 023
138	0 295	0 005	0 009	0 014	0 018	0 023
139	0 311	0 005	0 009	0 014	0 018	0 023
140	0 328	0 005	0 009	0 014	0 019	0 023
141	0 344	0 005	0 009	0 014	0 019	0 023
142	0 361	0 005	0 009	0 014	0 019	0 024
143	0 377	0 005	0 010	0 014	0 019	0 024
144	0 393	0 005	0 010	0 014	0 019	0 024
145	0 410	0 005	0 010	0 014	0 019	0 024
146	0 426	0 005	0 010	0 015	0 019	0 024
147	0 443	0 005	0 010	0 015	0 020	0 024
148	0 459	0 005	0 010	0 015	0 020	0 025
149	0 475	0 005	0 010	0 015	0 020	0 025
150	0 492	0 005	0 010	0 015	0 020	0 025
151	0 508	0 005	0 010	0 015	0 020	0 025
152	0 525	0 005	0 010	0 015	0 020	0 025
153	0 541	0 005	0 010	0 015	0 020	0 025
154	0 557	0 005	0 010	0 015	0 020	0 026
155	0 574	0 005	0 010	0 015	0 021	0 026
156	0 590	0 005	0 010	0 016	0 021	0 026
157	0 607	0 005	0 010	0 016	0 021	0 026

T	ΔH	$\pm 0^{\circ}01$	$\pm 0^{\circ}02$	$\pm 0^{\circ}03$	$\pm 0^{\circ}04$	$\pm 0^{\circ}05$
	$\bar{\tau}$	$\Delta\bar{\tau}$				
158 ^s	0 ^o 623	0 ^o 005	0 ^o 010	0 ^o 016	0 ^o 021	0 ^o 026
159	0 639	0 005	0 011	0 016	0 021	0 026
160	0 656	0 005	0 011	0 016	0 021	0 027
161	0 672	0 005	0 011	0 016	0 021	0 027
162	0 689	0 005	0 011	0 016	0 022	0 027
163	0 705	0 005	0 011	0 016	0 022	0 027
164	0 721	0 005	0 011	0 016	0 022	0 027
165	0 738	0 005	0 011	0 016	0 022	0 027
166	0 754	0 006	0 011	0 017	0 022	0 028
167	0 770	0 006	0 011	0 017	0 022	0 028
168	0 787	0 006	0 011	0 017	0 022	0 028
169	0 803	0 006	0 011	0 017	0 022	0 028
170	0 820	0 006	0 011	0 017	0 023	0 028
171	0 836	0 006	0 011	0 017	0 023	0 028
172	0 852	0 006	0 011	0 017	0 023	0 029
173	0 869	0 006	0 011	0 017	0 023	0 029
174	0 885	0 006	0 012	0 017	0 023	0 029
175	0 902	0 006	0 012	0 017	0 023	0 029
176	0 918	0 006	0 012	0 018	0 023	0 029
177	0 934	0 006	0 012	0 018	0 023	0 029
178	0 951	0 006	0 012	0 018	0 024	0 030
179	0 967	0 006	0 012	0 018	0 024	0 030
180	0 984	0 006	0 012	0 018	0 024	0 030
181	1 000	0 006	0 012	0 018	0 024	0 030

Tabulka soustavy německé.

$S = 301$, $H = 293.11$ sek., $b = 0.9770$ sek., $C = 42.54$ sek., $m = 6$,
 $(m - 1)C/2 = 106.35$ sek.

T	ΔH	$\pm 0^{\circ}01$	$\pm 0^{\circ}02$	$\pm 0^{\circ}03$	$\pm 0^{\circ}04$	$\pm 0^{\circ}05$
	$\bar{\tau}$	$\Delta\bar{\tau}$				
106 ^s	-0 ^o 008	0 ^o 004	0 ^o 007	0 ^o 011	0 ^o 014	0 ^o 018
107	+0 015	0 004	0 007	0 011	0 015	0 018
108	0 038	0 004	0 007	0 011	0 015	0 018
109	0 061	0 004	0 007	0 011	0 015	0 019
110	0 084	0 004	0 008	0 011	0 015	0 019
111	0 107	0 004	0 008	0 011	0 015	0 019
112	0 130	0 004	0 008	0 011	0 015	0 019

T	ΔH	$\pm 0^s 01$	$\pm 0^s 02$	$\pm 0^s 03$	$\pm 0^s 04$	$\pm 0^s 05$
	$\bar{\tau}$	$\Delta \tau$				
		干	干	干	干	干
113 ^s	+0 ^s 153	0 ^s 004	0 ^s 008	0 ^s 012	0 ^s 015	0 ^s 019
114	0 176	0 004	0 008	0 012	0 016	0 019
115	0 199	0 004	0 008	0 012	0 016	0 020
116	0 222	0 004	0 008	0 012	0 016	0 020
117	0 245	0 004	0 008	0 012	0 016	0 020
118	0 267	0 004	0 008	0 012	0 016	0 020
119	0 290	0 004	0 008	0 012	0 016	0 020
120	0 313	0 004	0 008	0 012	0 016	0 020
121	0 336	0 004	0 008	0 012	0 016	0 021
122	0 359	0 004	0 008	0 012	0 017	0 021
123	0 382	0 004	0 008	0 013	0 017	0 021
124	0 405	0 004	0 008	0 013	0 017	0 021
125	0 428	0 004	0 009	0 013	0 017	0 021
126	0 451	0 004	0 009	0 013	0 017	0 021
127	0 474	0 004	0 009	0 013	0 017	0 022
128	0 497	0 004	0 009	0 013	0 017	0 022
129	0 520	0 004	0 009	0 013	0 018	0 022
130	0 543	0 004	0 009	0 013	0 018	0 022
131	0 566	0 004	0 009	0 013	0 018	0 022
132	0 589	0 004	0 009	0 013	0 018	0 022
133	0 612	0 005	0 009	0 014	0 018	0 023
134	0 635	0 005	0 009	0 014	0 018	0 023
135	0 658	0 005	0 009	0 014	0 018	0 023
136	0 681	0 005	0 009	0 014	0 018	0 023
137	0 704	0 005	0 009	0 014	0 019	0 023
138	0 727	0 005	0 009	0 014	0 019	0 023
139	0 750	0 005	0 009	0 014	0 019	0 024
140	0 773	0 005	0 010	0 014	0 019	0 024
141	0 796	0 005	0 010	0 014	0 019	0 024
142	0 819	0 005	0 010	0 014	0 019	0 024
143	0 842	0 005	0 010	0 015	0 019	0 024
144	0 865	0 005	0 010	0 015	0 020	0 024
145	0 888	0 005	0 010	0 015	0 020	0 025
146	0 911	0 005	0 010	0 015	0 020	0 025
147	0 934	0 005	0 010	0 015	0 020	0 025
148	0 956	0 005	0 010	0 015	0 020	0 025
149	0 979	0 005	0 010	0 015	0 020	0 025
150	1 002					

Výhodnost této tabulkové metody ukážeme na příkladu: Jest určiti korekci chronometru na čas střeoevropský pozorováním signálů FL (Paříž) a POZ (Nauen).

Signály: FL

POZ

Datum: 1927. II. 7. 9^h 31^m 00^s12^h 01^m 00^s 30 str. č. Greenw.

Časy podle srovnávaného chronometru:

$t_0 = 10^h 30^m 59^s$	$t_0 = 13^h 00^m 59^s$
$t_1 = 10 \ 31 \ 3\cdot0$	$t_1 = 13 \ 1 \ 8\cdot0$
$t_2 = \ 32 \ 3\cdot0$	$t_2 = \ 51\cdot0$
$t_3 = \ 33 \ 3\cdot0$	$t_3 = \ 2 \ 33\cdot5$
$t_4 = \ 34 \ 3\cdot5$	$t_4 = \ 3 \ 16\cdot5$
$t_5 = \ 35 \ 3\cdot5$	$t_5 = \ 59\cdot0$
	$t_6 = \ 4 \ 41\cdot0$
$(t_1 + t_5)/2 = 10 \ 33 \ 3\cdot25$	$(t_1 + t_6)/2 = 13 \ 2 \ 54\cdot5$
$(t_2 + t_4)/2 = \ 3\cdot25$	$(t_2 + t_5)/2 = \ 55\cdot0$
$t_3 = \ 3\cdot00$	$(t_3 + t_4)/2 = \ 55\cdot0$
$\bar{t} = 10 \ 33 \ 3\cdot25$	$\bar{t} = 13 \ 2 \ 54\cdot8$
$\bar{T} = \ 124\cdot2$	$\bar{T} = \ 115\cdot8$
$\bar{\tau} = \ 0\cdot069$	$\bar{\tau} = \ 0\cdot217$

Čas:

1. sign. = 9 31 00·05⁶)
 306. sign. = 36 00·06

1. sign. = 12 01 00·25⁷)
 301. sign. = 05 53·37

	h	m	s
$H + \Delta H =$			300·01
$\Delta H =$		+	0·01
$\Delta \tau =$		-	0·004
$\tau_{\text{kor}} =$			0·065
$t = 10 \ 30 \ 59\cdot065$			
$\Delta t =$		+	0·99 ⁸)

	h	m	s
$H + \Delta H =$			293·12
$\Delta H =$		+	0·01
$\Delta \tau =$		-	0·004
$\tau_{\text{kor}} =$			0·213
$t = 13 \ 00 \ 59\cdot213$			
$\Delta t =$		+	1·04 ⁸)

Použijeme-li k porovnání koincidence extinkčního zařízení, známe čas první koincidence t_1 s takovou přesností, že z rozdílu $t_1 - t_0$ pomocí rovnice (5) obdržíme již velmi přesné výsledky; výpočet se v tom případě redukuje na minimum. Tak v našem případě, kde

$$\begin{aligned} (m - 1)C/2 &= 120 \text{ sek.} && 106\cdot35 \text{ sek.} \\ t_1 - t_0 &= 4 \text{ sek.} && 9 \text{ sek.} \\ \bar{T} &= 124 \text{ sek.} && 115 \text{ sek.,} \end{aligned}$$

dostaneme z tabulky

$$\tau = 0\cdot066 \text{ sek.} \qquad 0\cdot207 \text{ sek.,}$$

což od hodnoty $\bar{\tau}$ odvozené ze všech koincidence liší se jen o

$$+0\cdot003 \text{ sek.} \qquad +0\cdot010 \text{ sek.}$$

⁶) t_3 má poloviční váhu než předešlé dva průměry.

⁷) Středního času Greenwichského podle zítřejšího hlášení.

⁸) Středního času Greenwichského podle Beobachtungs-Zirkular der A. N. Nr. 8, 1927, str. 15.

⁹) Korekce chronometru na čas středoevropský.

Sur les tables pour le calcul des heures des signaux rythmés.

(Extrait de l'article précédent.)

On peut effectuer très rapidement le calcul de l'heure du 1^{er} signal en employant des tables.

Supposons que l'heure de notre pendule, correspondant au 1^{er} signal, soit $t = t_0 + \tau$, où t_0 est l'heure (en secondes) que montre l'aiguille des secondes au moment du 1^{er} signal, et τ est une fraction de la seconde que nous devons déterminer par coïncidences. Soit S le nombre des signaux, H l'espacement en secondes entre le premier et le dernier signal et $b = H/(S - 1)$ la valeur d'intervalle des signaux; si t_x désigne l'heure de la x^{me} coïncidence, nous avons pour m coïncidences observées la valeur moyenne

$$\bar{\tau} = (\bar{t} - t_0) (1 - b) - \frac{1}{2}(m - 1) b,$$

où

$$\bar{t} = (t_1 + t_2 + \dots + t_m)/m.$$

En posant $\bar{t} - t_0 = T$ on a $\bar{\tau} = T(1 - b) - \frac{1}{2}(m - 1) b$. Donc, la quantité $\bar{\tau}$ est fonction de T . Il en résulte qu'on peut faciliter le calcul de $\bar{\tau}$ en dressant une table des valeurs de $\bar{\tau}$ en fonction de T . Pour de petites variations de $\bar{\tau}$, provenant de la variabilité de l'intervalle H ou b , il suffit d'ajouter une table de correction dressée en vertu de la formule

$$\Delta\bar{\tau} = - [T - \frac{1}{2}(m - 1)] \Delta H / (S - 1).$$

Les tables de l'article précédent sont dressées pour le pendule qui donne l'heure moyenne. On trouvera des tables pour le temps sidéral dans un article de l'auteur, publié dans A. N. Bd. 230, p. 375, Kiel, 1927.