16stufiger Frequenzteiler mit Oszillator und Motorantriebsschaltung

Die monolithisch integrierte CMOS-Schaltung SAJ 270 E ist für den Einsatz in Quarz-Armbanduhren bestimmt. Sie enthält eine Oszillatorschaltung, 16 Teilerstufen, einen Impulsformer, eine Motorantriebsschaltung und eine Stellschaltung. Dank der speziellen Low-Threshold-CMOS-Technik arbeitet die Schaltung in einem weiten Bereich der Versorgungsspannung und der Umgebungstemperatur mit extrem geringer Stromaufnahme.

Der Oszillator erfordert neben dem Schwingquarz nur noch einen Trimmkondensator zur Frequenzkorrektur. Alle anderen Schaltelemente des Oszillators sind integriert. Mit einer Oszillatorfrequenz von 32 768 Hz liefert die Brücken-Ausgangsstufe Gegentakt-Impulse mit einer Sekunde Abstand und 23,4 Millisekunden Dauer. Durch den Reset-Kontakt kann der Frequenzteiler definiert angehalten und die Uhr beim Öffnen des Kontaktes auf Sekundenbruchteile genau gestartet werden.

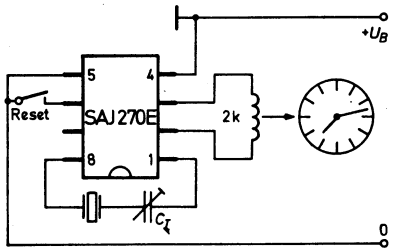
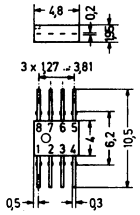


Bild 1: Betriebsschaltung des SAJ 270 E in einer Quarz-Armbanduhr

Bild 2:
SAJ 270 E im Mini-Flat-Pack-Kunststoffgehäuse
Gewicht ca. 0,07 g Maße in mm



Alle Spannungsangaben sind bezogen auf Anschluß 5.

Grenzwerte

Versorgungsspannung	U_B	3	V
Ausgangsstrom	$\|I_2\|, \|I_3\|$	1	mA
Umgebungstemperaturbereich	T_U	−10 . . . +60	°C
Lagerungstemperaturbereich	T_S	−30 . . . +125	°C

Empfohlene Betriebswerte

Versorgungsspannung	U_B	1,2 . . . 1,6	V
Parallelresonanzfrequenz des Quarzes bei $C_L = 8{,}5$ pF	f_p	32 768	Hz
Effektiver Serienwiderstand des Quarzes bei $C_L = 8{,}5$ pF	R'_r	< 60	kΩ
Trimmerkapazität	C_T	6 . . . 47	pF
Lastwiderstand	$R_{2/3}$	2	kΩ

Kennwerte bei $U_B = 1{,}35$ V, Quarz 32 768 Hz, $T_U = 25$ °C

Stromaufnahme ohne Last, Reset-Kontakt offen	I_B	3	µA
Ausgangsfrequenz	f_a	0,5	Hz
Dauer der Ausgangsimpulse	t_a	23,4	ms
Spannungsabfall an der Ausgangsbrücke bei $I_a = 0{,}5$ mA	ΔU_a	150	mV
Reset-Verzögerung	t_R	1	s

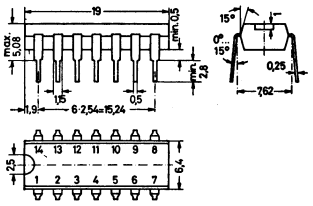
CMOS-HF-Quarzuhrschaltung mit digitalem Abgleich und 1-Hz-Ausgang

Die monolithisch integrierte CMOS-Schaltung SAJ 300 S ist für den Einsatz in Quarzuhren mit einer Versorgungsspannung von 12 V (6 . . .16,5 V) bestimmt.

Der IC enthält eine Oszillatorschaltung, einen festen 4 : 1-Frequenzteiler, einen 21stufigen einstellbaren Frequenzteiler mit einem Einstellbereich von 2^{21} : 1 bis $(2^{21} + 2^{9})$: 1 und eine Motorantriebsschaltung.

Die für eine Frequenz von 4,1948 MHz ausgelegte Oszillatorschaltung benötigt außer dem Quarz kein weiteres Bauelement. Der bisher bei Quarzuhrschaltungen erforderliche Trimmkondensator zur Frequenzkorrektur entfällt, was den Aufbau der Uhr vereinfacht. Anstelle des Trimmkondensators dient der im IC enthaltene einstellbare Frequenzteiler zum Einstellen der genauen Ausgangsfrequenz. Zu diesem Zweck hat der SAJ 300 S sieben Abgleichanschlüsse, durch die sich das Teilerverhältnis mit einer Genauigkeit von $1 \cdot 10^{-6}$ auf den benötigten Wert einstellen läßt. Mit einer Oszillatorfrequenz von 4,194812 MHz liefert die Seriengegentakt-Ausgangsstufe ein symmetrisches Rechtecksignal mit dem Tastverhältnis 0,5 und der Frequenz 0,5 Hz, wenn der einstellbare Frequenzteiler auf Mittelstellung eingestellt ist. Durch die differenzierende Wirkung des Koppelkondensators entstehen daraus Stromimpulse wechselnder Richtung und 1 s Abstand in der Wicklung des Schrittmotors. Der einstellbare Frequenzteiler ist so ausgelegt, daß die maximale Ausgangsfrequenz eingestellt ist, wenn alle Abgleichanschlüsse offen oder mit Anschluß 14 verbunden sind. Verbindet man einen oder mehrere Abgleichanschlüsse mit Masse (Anschluß 13), so wird die Ausgangsfrequenz kleiner. Dabei ermöglicht Anschluß 7 den feinsten Einstellschritt von 1,9 ppm (der eine Genauigkeit von 10^{-6} ermöglicht), Anschluß 6 den nächstgrößeren Schritt von 3,8 ppm und so fort bis zum Anschluß 1, der einen Einstellschritt von 122 ppm bewirkt. Wenn alle Abgleichanschlüsse mit Masse verbunden sind, ist die Ausgangsfrequenz um 242 ppm reduziert. An einem separaten Meßanschluß M (Anschluß 8) kann die durch vier geteilte Oszillatorfrequenz mit Hilfe eines Frequenzmessers rückwirkungsfrei gemessen werden. Die Ausgangsfrequenz und damit die Ganggenauigkeit der Uhr läßt sich dann mit Hilfe des einstellbaren Frequenzteilers an den Anschlüssen 1 . . . 7 justieren.

Bild 1:
SAJ 300 S im Dual-in-Line-Kunststoffgehäuse TO-116 (Dil) 20 A 14 nach DIN 41 866
Gewicht ca. 1,1 g Maße in mm



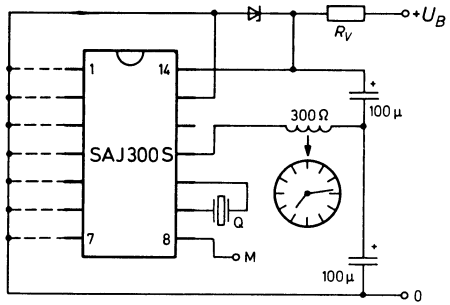


Bild 2: Betriebsschaltung des SAJ 300 S in einer Quarzuhr

Alle Spannungsangaben sind bezogen auf Anschluß 13.

Grenzwerte

Versorgungsspannung	U_{14}	−0,3 . . . +18	V
Ausgangsstrom	$\lvert I_{11}\rvert$	60	mA
Belastung des Meßanschlusses	$\lvert I_8\rvert$	0,1	mA
Gesamtverlustleistung bei $T_U = 25$ °C	P_{tot}	300	mW
Umgebungstemperaturbereich	T_U	−45 . . . +85	°C
Lagerungstemperaturbereich	T_S	−55 . . . +125	°C

Empfohlene Betriebswerte

Versorgungsspannung	U_{14}	6 . . . 16,5	V
Parallelresonanzfrequenz des Quarzes bei $C_L = 16$ pF	f_p	4,194812	MHz
Effektiver Serienwiderstand des Quarzes bei $C_L = 16$ pF	R'_r	< 150	Ω
Lastwiderstand am Ausgang	R_L	> 250	Ω

Kennwerte bei $U_{14} = 12$ V, Quarz 4,194812 MHz, $T_U = 25$ °C

Stromaufnahme bei offenem Ausgang	I_{14}	3	mA
Frequenz am Meßausgang	f_M	1,048703	MHz
Ausgangsfrequenz bei Mittelstellung des einstellbaren Teilers	f_a	0,5	Hz
Einstellbereich der Ausgangsfrequenz	$\Delta f_a/f_a$	± 121	ppm
Einstellgenauigkeit der Ausgangsfrequenz	df_a/f_a	± 0,95	ppm
Dauer der Ausgangsimpulse	t_a	1	s
Ausgangswiderstand bei $U_{14} = 6$ V	r_a	100	Ω

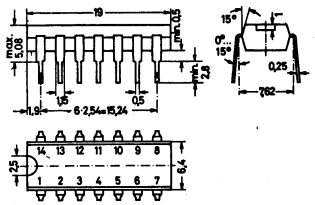
CMOS-HF-Quarzuhrschaltung mit digitalem Abgleich und 64-Hz-Ausgang

Die monolithisch integrierte CMOS-Schaltung SAJ 300 T ist für den Einsatz in Quarzuhren mit einer Versorgungsspannung von 12 V (6 . . . 16,5 V) bestimmt.

Der IC enthält eine Oszillatorschaltung, einen festen 4 : 1-Frequenzteiler, einen in 127 Stufen einstellbaren Frequenzteiler mit einem Einstellbereich von 2^{14} : 1 bis $(2^{14} + 2^2)$: 1 und eine Motorantriebsschaltung.

Die für eine Frequenz von 4,1948 MHz ausgelegte Oszillatorschaltung benötigt außer dem Quarz kein weiteres Bauelement. Der bisher bei Quarzuhrschaltungen erforderliche Trimmkondensator zur Frequenzkorrektur entfällt, was den Aufbau der Uhr vereinfacht. Anstelle des Trimmkondensators dient der im IC enthaltene einstellbare Frequenzteiler zum Einstellen der genauen Ausgangsfrequenz. Zu diesem Zweck hat der SAJ 300 T sieben Abgleichanschlüsse, durch die sich das Teilerverhältnis mit einer Genauigkeit von $1 \cdot 10^{-6}$ auf den benötigten Wert einstellen läßt. Mit einer Oszillatorfrequenz von 4,194812 MHz liefert die Seriengegentakt-Ausgangsstufe ein symmetrisches Rechtecksignal mit dem Tastverhältnis 0,5 und der Frequenz 64 Hz, wenn der einstellbare Frequenzteiler auf Mittelstellung eingestellt ist. Durch die differenzierende Wirkung des Koppelkondensators entstehen daraus Stromimpulse wechselnder Richtung und 7,8 ms Abstand in der Wicklung des Synchronmotors. Der einstellbare Frequenzteiler ist so ausgelegt, daß die maximale Ausgangsfrequenz eingestellt ist, wenn alle Abgleichanschlüsse offen oder mit Anschluß 14 verbunden sind. Verbindet man einen oder mehrere Abgleichanschlüsse mit Masse (Anschluß 13), so wird die Ausgangsfrequenz kleiner. Dabei ermöglicht Anschluß 7 den feinsten Einstellschritt von 1,9 ppm (der eine Genauigkeit von 10^{-6} ermöglicht), Anschluß 6 den nächstgrößeren Schritt von 3,8 ppm und so fort bis zum Anschluß 1, der den Einstellschritt von 122 ppm bewirkt. Wenn alle Abgleichanschlüsse mit Masse verbunden sind, ist die Ausgangsfrequenz um 242 ppm reduziert. An einem separaten Meßanschluß M (Anschluß 8) kann die durch vier geteilte Oszillatorfrequenz mit Hilfe eines Frequenzmessers rückwirkungsfrei gemessen werden. Die Ausgangsfrequenz und damit die Ganggenauigkeit der Uhr läßt sich dann mit Hilfe des einstellbaren Frequenzteilers an den Anschlüssen 1 . . . 7 justieren.

Bild 1:
SAJ 300 T im Dual-in-Line-Kunststoffgehäuse TO-116 (Dil) 20 A 14 nach DIN 41 866
Gewicht ca. 1,1 g Maße in mm



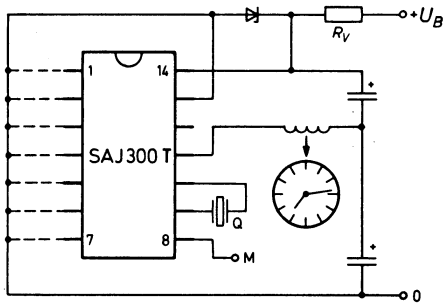


Bild 2: Betriebsschaltung des SAJ 300 T in einer Quarzuhr

Alle Spannungsangaben sind bezogen auf Anschluß 13.

Grenzwerte

Versorgungsspannung	U_{14}	−0,3 . . . +18	V
Ausgangsstrom	$\lvert I_{11}\rvert$	60	mA
Belastung des Meßanschlusses	$\lvert I_8\rvert$	0,1	mA
Gesamtverlustleistung bei $T_U = 25$ °C	P_{tot}	300	mW
Umgebungstemperaturbereich	T_U	−45 . . . +85	°C
Lagerungstemperaturbereich	T_S	−55 . . . +125	°C

Empfohlene Betriebswerte

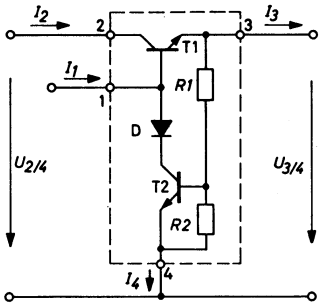
Versorgungsspannung	U_{14}	6 . . . 16,5	V
Parallelresonanzfrequenz des Quarzes bei $C_L = 16$ pF	f_p	4,194812	MHz
Effektiver Serienwiderstand des Quarzes bei $C_L = 16$ pF	R'_r	< 150	Ω
Lastwiderstand am Ausgang	R_L	> 250	Ω

Kennwerte bei $U_{14} = 12$ V, Quarz 4,194812 MHz, $T_U = 25$ °C

Stromaufnahme bei offenem Ausgang	I_{14}	3	mA
Frequenz am Meßausgang	f_M	1,048703	MHz
Ausgangsfrequenz bei Mittelstellung des einstellbaren Teilers	f_a	64	Hz
Einstellbereich der Ausgangsfrequenz	$\Delta f_a/f_a$	± 121	ppm
Einstellgenauigkeit der Ausgangsfrequenz	df_a/f_a	± 0,95	ppm
Dauer der Ausgangsimpulse	t_a	7,8	ms
Ausgangswiderstand bei $U_{14} = 6$ V, $R_L = 300$ Ω	r_a	100	Ω

1,1-V-Stabilisierungsschaltung für Batterie-Großuhren

Monolithisch integrierte Schaltung, z. B. für den spannungsstabilisierten Antrieb von Uhrwerken oder zur Arbeitspunktstabilisierung in Transistorschaltungen. Die Schaltung enthält den Arbeitstransistor T1 (siehe Bild 1) sowie eine Regelschaltung zur Stabilisierung der Ausgangsspannung $U_{3/4}$ auf 1,1 V.



T 1: Arbeitstransistor

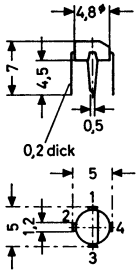
T 2: Regeltransistor

D: Sperrdiode

R1, *R2*: Spannungsteiler

Bild 1: Innenschaltung des TAA 780, zugleich Meßschaltung

Bild 2:
TAA 780 im Kunststoffgehäuse
50 B 4 nach DIN 41 867
Gewicht ca. 0,1 g Maße in mm



Alle nachfolgend angegebenen Kenn- und Grenzwerte beziehen sich auf die Meßschaltung Bild 1. Die Ziffer 0 im Index einiger Parameter deutet an, daß dabei jeweils alle anderen Anschlüsse offen sind. Es gelten die Definitionen

$$S_{U3/4} = \frac{\Delta U_{2/4} \cdot U_{3/4}}{\Delta U_{3/4} \cdot U_{2/4}} \quad \text{sowie} \quad \alpha_{U3/4} = \frac{\Delta U_{3/4}}{U_{3/4} \cdot \Delta T_U}$$

Grenzwerte

Kollektor-Basis-Spannung	$U_{2/1/0}$	3	V
Kollektor-Emitter-Spannung bei $R_{1/3} = 5\ k\Omega$ (extern)	$U_{2/3\,R}$	2	V
Emitter-Basis-Spannung	$U_{3/1/0}$	2	V
Substrat-Basis-Spannung	$U_{4/1/0}$	2	V
Kollektorstrom	I_2	15	mA
Stabilisierungsstrom	I_1	1	mA
Umgebungstemperaturbereich	T_U	−20 . . . +40	°C
Lagerungstemperaturbereich	T_S	−20 . . . +125	°C

Kennwerte bei $T_U = 25$ °C

Kollektor-Basis-Stromverhältnis des Transistors T 1 bei $U_{2/3} = 1{,}5$ V, $I_2 = 0{,}3$ mA, $I_4 = 0$	$B_{0,3}$	250 (> 120)	
Kollektor-Sättigungsspannung des Transistors T 1 bei $I_2 = 3{,}5$ mA, $I_1 = 35\ \mu$A, $I_4 = 0$	$U_{2/3\,sat}$	0,1 (< 0,12)	V
Basis-Sättigungsspannung des Transistors T 1 bei $I_2 = 3{,}5$ mA, $I_1 = 35\ \mu$A, $I_4 = 0$	$U_{1/3\,sat}$	0,7	V
Gesamtwiderstand des Spannungsteilers	$R1 + R2$	15 (> 10)	kΩ
stabilisierte Spannung bei $U_{2/4} = 1{,}5$ V, $I_1 = 250\ \mu$A, $I_3 = 3{,}5$ mA	$U_{3/4}$	1,1 ± 0,06	V
Spannungsstabilisierungsfaktor bei $U_{2/4} = 1{,}3 \ldots 1{,}7$ V, $I_1 = 250\ \mu$A $I_3 = 3{,}5$ mA	$S_{U3/4}$	−200	
Temperaturkoeffizient der stabilisierten Spannung bei $U_{2/4} = 1{,}5$ V, $I_1 = 250\ \mu$A, $I_3 = 3{,}5$ mA	$\alpha_{U3/4}$	$-2{,}8 \cdot 10^{-3}$	K^{-1}
Kleinsignalstromverstärkung des Transistors T 1 in Emitterschaltung bei $U_{2/3} = 1{,}5$ V, $I_2 = 0{,}3$ mA, $I_4 = 0$	h_{21e}	250	

Bild 3:
Änderung der Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der Eingangsspannung, bezogen auf $T_U = 25\ °C$, $U_{3/4} = 1{,}1\ V$

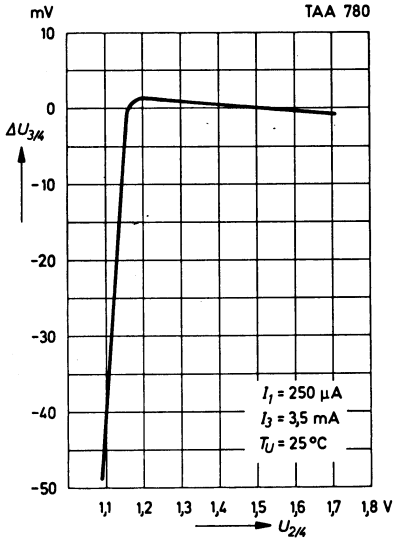


Bild 4:
Änderung der Ausgangsspannung in Abhängigkeit vom Stabilisierungsstrom, bezogen auf $I_1 = 250\ \mu A$, $U_{3/4} = 1{,}1\ V$

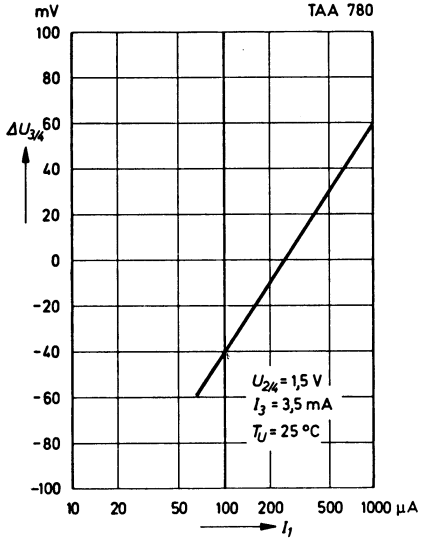
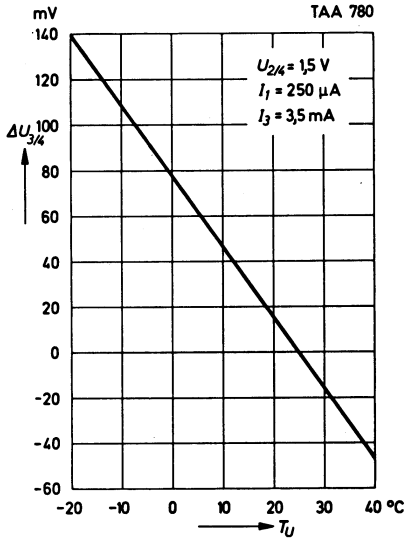


Bild 5:
Änderung der Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur, bezogen $T_U = 25\ °C$, $U_{3/4} = 1{,}1\ V$



Einspulen-Antriebsschaltung für Armbanduhren

Monolithisch integrierte Schaltung in Bipolartechnik zum Antrieb von Armbanduhren mit Einspulen-Unruh-System.

Der TBA 840 benötigt außer der Antriebsspule nur noch einen externen Kondensator und ermöglicht daher einen extrem raumsparenden Aufbau der Uhr-Elektronik. Für Schwingungssysteme mit ausreichender induzierter Spannung ist Selbstanlauf gewährleistet. Die mechanische Schwingungsamplitude ist stabilisiert gegen äußere Einflüsse. Die Amplitudenabweichung im Umgebungstemperaturbereich beträgt nur wenige Grad.

Für die Versorgung ist die übliche Quecksilber- oder Silberoxidzelle vorgesehen. Der Eigenverbrauch der Antriebsschaltung ist gering.

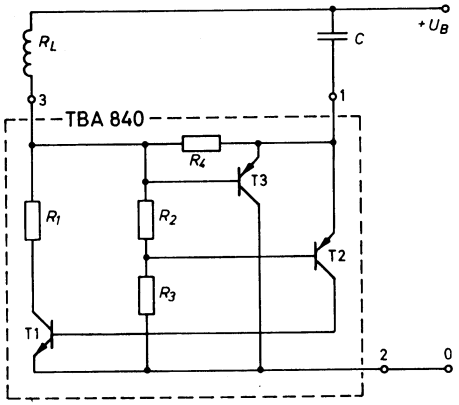
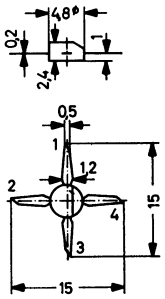


Bild 1: Innenschaltung des TBA 840 und Betriebsschaltung

Bild 2:
TBA 840 im Kunststoffgehäuse
50 B 4 nach DIN 41 867
Gewicht ca. 0,1 g Maße in mm



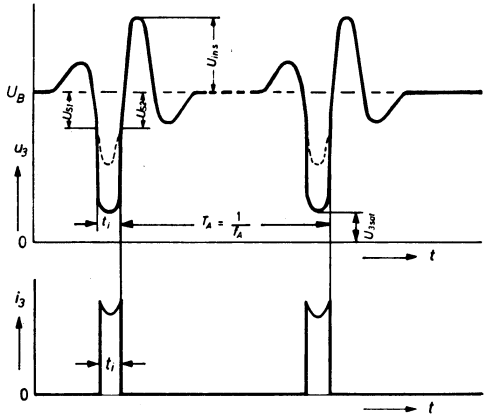


Bild 3: Zeitlicher Verlauf der Spannung u_3 und des Stromes i_3 bei einem Dreimagnet-Unruh-System

Alle Spannungsangaben sind bezogen auf Anschluß 2.

Grenzwerte

Versorgungsspannung	U_B	3	V
Strom in Anschluß 1	I_1	1	mA
Umgebungstemperaturbereich	T_U	−10 . . . +60	°C

Empfohlene Betriebswerte

Nenn-Versorgungsspannung	U_B	1,35 oder 1,5	V
Frequenz der Antriebsimpulse	f_A	2,5 . . . 12	Hz
Tastverhältnis (siehe Bild 3)	t_i/T_A	0,03 . . . 0,1	
Spulenwiderstand	R_L	1,5 . . . 3,5	kΩ
Kondensator	C	0,5 . . . 4	µF

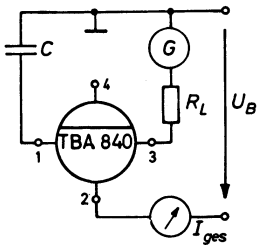


Bild 4: Meßschaltung

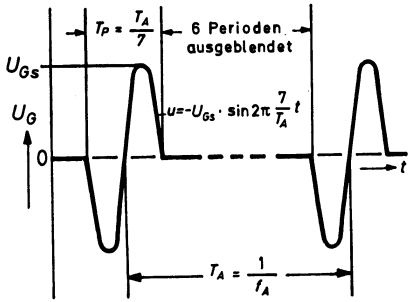


Bild 5: Nachbildung der induzierten Spulenspannung

Meßbedingungen für die Kennwerte

Die Kennwerte werden in der Meßschaltung Bild 4 unter nachstehenden Bedingungen gemessen. Die induzierte Spulenspannung, die bei Ein- und Dreimagnetwerken beim Hin- und beim Rückschwung der Unruh gleichen Spannungsverlauf hat, wird bei der Messung mit einem Funktionsgenerator durch eine periodische Signalspannung nach Bild 5 nachgebildet.

Versorgungsspannung	U_B	1,5	V
Lastwiderstand	R_L	2,5	kΩ
Signalspannung (siehe Bild 5)	U_{Gs}	0,9	V
Frequenz der Antriebsimpulse	f_A	6	Hz
Kondensator	C	1	µF

Kennwerte bei $T_U = 25\ °C$

Siehe hierzu die vorstehenden Meßbedingungen.

Stromaufnahme, arithm. Mittelwert	I_{ges}	8,5	µA
Verhältnis von Antriebsstrom für den Schwinger zu Gesamtstrom	I_A/I_{ges}	0,9	
Dauer der Antriebsimpulse	t_i	7,8	ms
Tastverhältnis der Antriebsimpulse	t_i/T_A	0,05	
Sättigungsspannung	$U_{3\,sat}$	0,3	V
Ausgangs-Serienwiderstand (siehe Bild 1)	R_1	1	kΩ
Spitzenwert des Antriebsstromes	I_{3s}	$\frac{U_B - U_S}{R_L + R_1}$	
Schaltschwellen	$U_{S1} = U_{S2}$	0,5	V

Hinweise zur Dimensionierung von Schaltungen mit dem TBA 840

Die optimale Lage für den Antriebsimpuls liegt dann vor, wenn die Einschaltschwelle U_{S1} und die Ausschaltschwelle U_{S2} gleich groß sind. Diese Einstellung hängt sowohl von der gewählten Kapazität C ab als auch von den Eigenschaften des Uhrwerks, wie induzierte Spulenspannung $U_{in\,s}$, Antriebsfrequenz f_A, Tastverhältnis t_i/T_A und Spulenwiderstand R_L.

Weil beim Zweimagnet-System die Polarität der induzierten Spannung mit der Schwingungsrichtung wechselt, ist bei der Dimensionierung der äußeren Beschaltung darauf zu achten, daß ein Antriebsimpuls nur einmal je Vollschwingung abgegeben wird.

Die Schaltschwelle wird von der induzierten Spulenspannung mitgesteuert. Bei optimaler Impulseinstellung, nämlich $U_{S1} = U_{S2}$, ist die Schaltschwelle nur noch vom induzierten Spannungsmaximum abhängig.

Der Selbstanlauf eines Schwingsystems hängt vorwiegend von den Eigenschaften des Schwingers und der Spule ab. Die Anlaufzeit ist bestimmt durch das Trägheitsmoment der Unruh, das Magnetsystem, die Höhe der induzierten Spulenspannung und durch den Spulenwiderstand.

Bild 6:
Diagramm zur Ermittlung der Kapazität des Kondensators C. Es gelten die „Meßbedingungen für die Kennwerte"

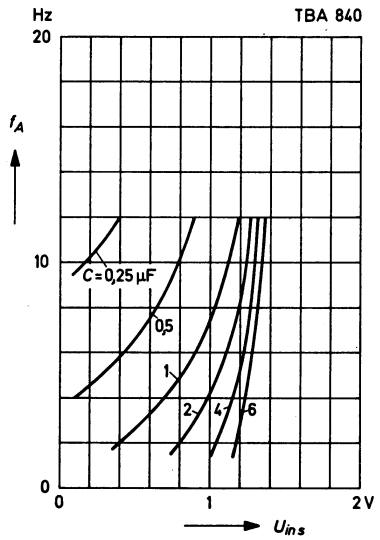
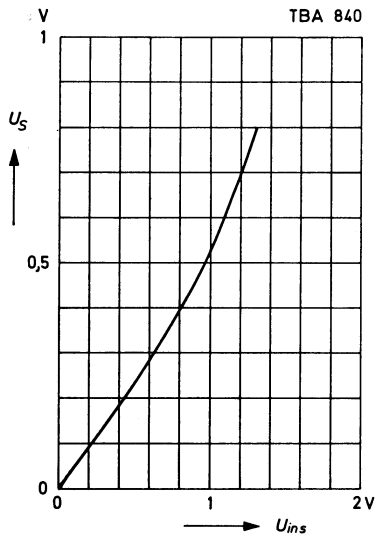


Bild 7:
Schaltschwelle in Abhängigkeit von der induzierten Spulenspannung



Einspulen-Antriebsschaltung für Großuhren

Monolithisch integrierte Schaltung in Bipolartechnik zum Antrieb von Großuhren mit Einmagnet-Einspulen-Unruh-System.

Der TCA 860 ermöglicht neben dem einfachen Aufbau der Uhr-Elektronik eine Stabilisierung der mechanischen Schwingungsamplitude sowohl gegen äußere mechanische Einflüsse als auch gegen Änderungen der Versorgungsspannung.

Zur Stromversorgung ist eine handelsübliche Batterie vorgesehen. Der Eigenverbrauch der Schaltung ist gering.

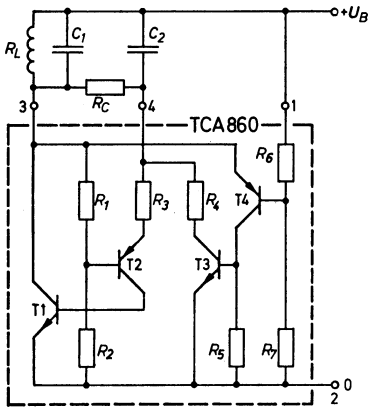
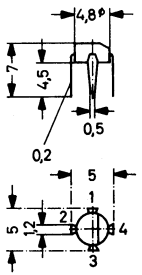


Bild 1: Innenschaltung des TCA 860 und Betriebsschaltung

Bild 2:
TCA 860 im Kunststoffgehäuse
50 B 4 nach DIN 41 867
Gewicht ca. 0,1 g Maße in mm



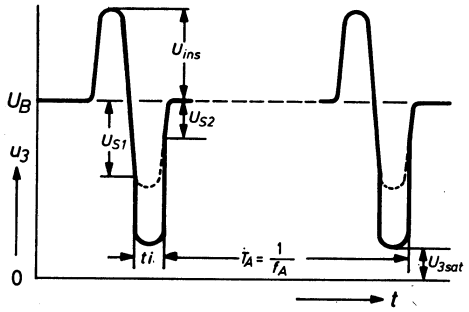


Bild 3: Zeitlicher Verlauf der Spannung u_3 bei einem Einmagnet-Unruh-System

Alle Spannungsangaben sind bezogen auf Anschluß 2.

Grenzwerte

Versorgungsspannung	U_B	3	V
Ströme	I_1, I_3, I_4	10	mA
Umgebungstemperaturbereich	T_U	−10 . . . +60	°C

Empfohlene Betriebswerte

Versorgungsspannung	U_B	1,5 (1,1 . . . 1,65)	V
Frequenz der Antriebsimpulse	f_A	5 (2 . . . 8)	Hz
Kondensator	$C1$	0,22 (0,1 . . . 0,33)	µF
	$C2$	15 (10 . . . 22)	µF
induzierte Spannung bei Nennamplitude	U_{ins}	550	mV
Spulenwiderstand	R_L	250 (200 . . . 300)	Ω
Entladewiderstand	R_C	180	kΩ

Meßbedingungen für die Kennwerte

Für die Messung der Schaltungsparameter wird ein Meßverfahren gewählt, das unabhängig von den Daten eines speziellen Uhrwerkes die Eigenschaften der integrierten Schaltung beschreibt. Hierfür eignet sich das Eigenmultivibrierverhalten der Antriebsschaltung, das in der Meßschaltung Bild 4 gemessen wird. Das Zeitverhalten der Relaxationsschwingung (Bild 5) ist direkt proportional zur Kapazität des Relaxationskondensators C_2. Sein Wert wird so gewählt, daß die Messung mit automatischen Meßeinrichtungen durchgeführt werden kann.

Eigenmultivibrierverhalten

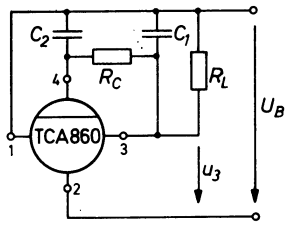


Bild 4: Meßschaltung

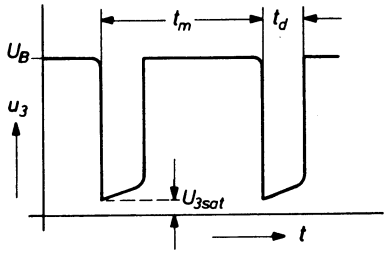


Bild 5: Spannungsverlauf u_3

Kennwerte bei $U_B = 1{,}5$ V, $R_L = 330\ \Omega$, $R_C = 180$ kΩ, $C_1 = 0{,}1\ \mu$F, $C_2 = 1\ \mu$F, $T_U = 25$ °C

Periodendauer	t_m	40 . . . 90	ms
Pulsdauer	t_d	4,5 . . . 16	ms
Sättigungsspannung	$u_{3\,sat}$	< 250	mV

Hinweise zur Dimensionierung von Schaltungen mit dem TCA 860

Die optimale Lage für den Antriebsimpuls liegt dann vor, wenn dieser beendet ist, ehe die induzierte Spannung gegen Null geht. Diese Einstellung hängt sowohl von der gewählten Kapazität C_2 und dem Entladewiderstand R_C ab, als auch von den Eigenschaften des Uhrwerkes, wie induzierte Spannung $U_{in\,s}$ Antriebsfrequenz f_A, Tastverhältnis t_i/T_A und Spulenwiderstand R_L.

Die Kapazität des Abblockkondensators C_1 ist so zu wählen, daß im stationären Betrieb die durch die Spuleninduktivität verursachten Schaltspitzen kleiner als der Maximalwert der Spulenspannung u_3 (Bild 3) sind.

Für ein optimales Amplitudenregelverhalten der Antriebsschaltung ist ein Verlauf der induzierten Spulenspannung entsprechend Bild 3 vorzusehen — positiver Spannungsimpuls vor negativem Spannungsimpuls.

Der Selbstanlauf eines Schwingsystems hängt vorwiegend von den Eigenschaften des Schwingers und der Spule ab. Die Anlaufzeit ist bestimmt durch das Trägheitsmoment der Unruh, das Magnetsystem, die Höhe der induzierten Spulenspannung und durch den Spulenwiderstand.

Bild 6:
Unruh-Amplitude
in Abhängigkeit von der
Versorgungsspannung

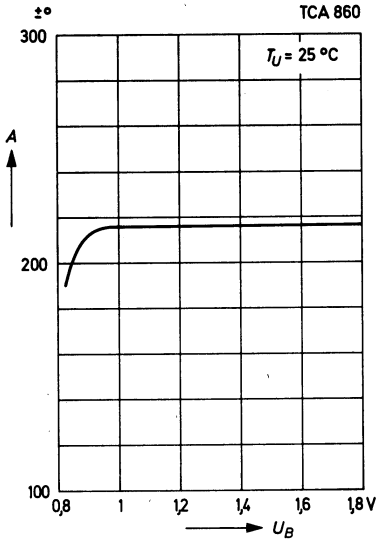
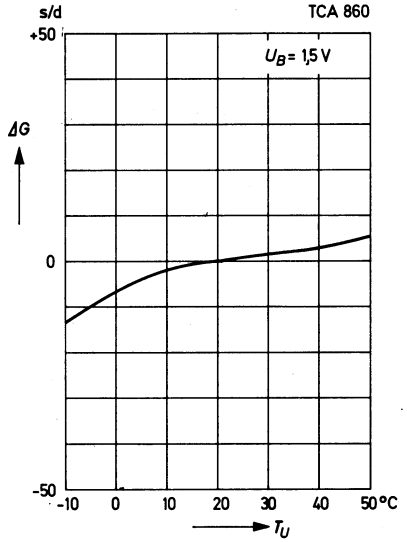


Bild 7:
Gangabweichung
in Abhängigkeit von der
Umgebungstemperatur



Diese beiden Kurven wurden an einem typischen Uhrwerk ermittelt.