

Echtzeituhr mit Quarz, Back-up-Batterie und seriellem Interface

Grenzwerte

Parameter	Kurzzeichen	min.	max.	Einheit
Betriebsspannung	U_B	-0,3	7	V
Eingangsspannung	U_E	-0,3	$U_B+0,3$	V
Ausgangsspannung	U_A	-0,3	$U_B+0,3$	V
Ausgangsstrom	I_A		20	mA
Verlustleistung	P_V		1	W

Kennwerte ($U_B = 2,7 \dots 5,5$ V, $\vartheta_B = 0 \dots 70$ °C)

Parameter	Kurzzeichen	min.	typ.	max.	Einheit
Betriebsspannung	U_B	2,5		5,5	V
Betriebsstrom	I_B			300	μ A
Betriebsruhestrom	I_{B0}			70	μ A
Lastkapazität	C_L		100		pF
I ² C-Bus					
Taktfrequenz	f_{SCL}	0		400	kHz
Taktperiode Low	t_{SCLL}	1,3			μ s
Taktperiode High	t_{SCLH}	600			ns
Startbedingung	t_{Start}	600			ns
Stoppbedingung	t_{Stopp}	600			ns
Pull-up-Spannung für Anschluss FT/OUT					
	U_{PU}			5,5	V
Spannungsausfallerkennung					
Erkennungsschwelle	U_{PFD}	2,5	2,6	2,7	V
Hysterese	ΔU_{PFD}		25		mV
Batterieumschaltspannung					
bei $U_{BAT} < U_{PFD}$	U_U		U_{BAT}		V
bei $U_{BAT} > U_{PFD}$	U_U		U_{PFD}		V
erwartete Aufbewahrungszeit	t_A	10			Jahre
Betriebstemperatur	ϑ_B	0		70	°C

Blockschaltbild

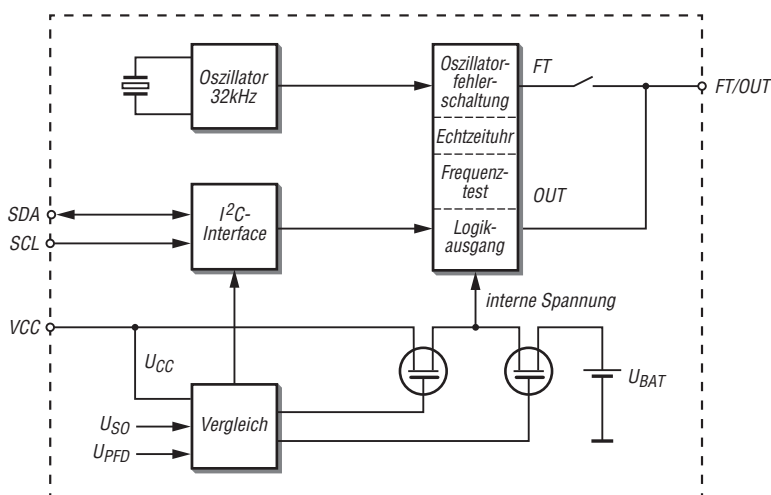


Bild 1: Blockschaltbild des M41T00CAP

Kurzcharakteristik

- Betriebsspannung 2,7 bis 5,5 V
- geringer Betriebsstrom 300 μ A
- interne Batterie zum Stützen der Betriebsspannung
- Zähler für Sekunde, Minute, Stunde, Tag, Monat, Jahr, Jahrhundert
- serielle Datenübertragung und Steuerung via I²C-Bus
- im PCDIP24-Gehäuse verfügbar

Beschreibung

Der M41T00CAP ist eine Echtzeituhr, die sich über den I²C-Bus abfragen und einstellen lässt. Ein Quarz zur Taktung und eine Lithium-Batterie als Back-up-Stromversorgung sind bereits enthalten. Der IC lässt eine nachträgliche Kalibrierung der Oszillatorfrequenz zu.

Hersteller

STMicroelectronics, www.st.com

Bezugsquellen

Conrad Electronic SE, www.conrad.de

Digi-Key, www.digikey.de

Mouser Electronics, www.mouser.de

Anschlussbelegung

- Pin 1:11: nicht belegt
- Pin 12: Masse (VSS)
- Pin 13: reserviert für Herstellungsprozess, unbelegt lassen (DU)
- Pin 14: serieller Dateneingang/Datenausgang (SDA)
- Pin 15: serieller Takt (SCL)
- Pin 16...22: nicht belegt
- Pin 23: Frequenztest/Ausgangstreiber (FT/OUT), Open-Drain-Ausgang
- Pin 24: Betriebsspannung (VCC)

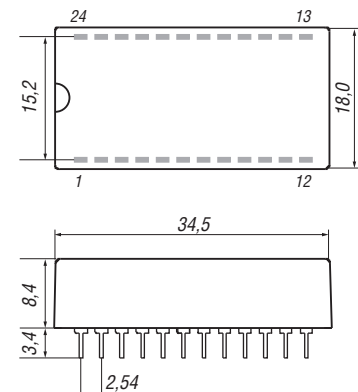


Bild 2: Abmessungen und Pinbelegung (PCDIP-24)

Wichtiges Diagramm

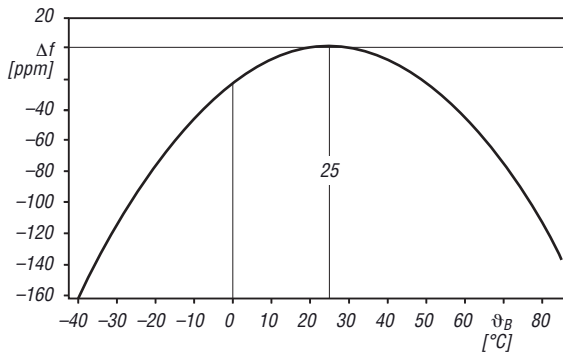


Bild 3: Frequenzabweichung Δf in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur θ_B

Funktionen

Einstellungen im IC werden über einen I²C-Bus vorgenommen. Kenntnisse über das dabei zur Anwendung kommende Protokoll werden vorausgesetzt.

Ein Satz aus acht 8-Bit-Registern dient zur Speicherung der Uhrzeit und des Datums sowie zur Kalibrierung des Quarzgenerators und für weitere Einstellungen.

Register Adresse 00h:

- D7 → Stopp-Bit (ST)
- D6 ... D4 → Sekunden (Zehner)
- D3 ... D0 → Sekunden (Einer)

Register Adresse 01h:

- D7 → Oszillator-Fehlerbit (OF)
- D6 ... D4 → Minuten (Zehner)
- D3 ... D0 → Minuten (Einer)

Register Adresse 02h:

- D7 → Jahrhundert-Freigabebit (CEB)
- D6 → Jahrhundert-Bit (CB)
- D5 ... D4 → Stunden (Zehner)
- D3 ... D0 → Stunden (Einer)

Register Adresse 03h:

- D7 ... D3 → Low (0)
- D2 ... D0 → Wochentag

Register Adresse 04h:

- D7 ... D6 → Low (0)
- D5 ... D4 → Tag (Zehner)
- D3 ... D0 → Tag (Einer)

Register Adresse 05h:

- D7 ... D5 → Low (0)
- D4 → Monat (Zehner)
- D3 ... D0 → Monat (Einer)

Register-Adresse 06h:

- D7 ... D4 → Jahr (Zehner)
- D3 ... D0 → Jahr (Einer)

Register-Adresse 07h:

- D7 → Ausgangspegel (OUT)
- D6 → Frequenz-Testbit (FT)
- D5 → Vorzeichen (S)
- D4 ... D0 → Kalibrierung

Die Uhrzeit wird in den Registern 00h bis 02h gespeichert, das Datum in den Registern 04h bis 06h.

Jedes Setzen des Jahrhundert-Freigabebits im Register 02h auf CEB = 1 schaltet den Wert des Jahrhundert-Bits CB um. Ist CEB = 0, wird CB nicht umgeschaltet. CB markiert den Jahrhundertwechsel, da in der im IC gespeicherten Jahreszahl nur Einer und Zehner berücksichtigt sind.

Ist das Stopp-Bit im Register 00h auf ST = 1 gesetzt, wird der Quarz-Oszillator am Schwingen gehindert. Wird es auf 0 gesetzt, beginnt er seine Arbeit wieder. Das Oszillator-Fehlerbit im Register 01h wird dann auf OF = 1 gesetzt, wenn die Echtzeituhr das erste Mal mit Spannung versorgt wird, der Oszillator via Stopp-Bit ST = 1 gestoppt wurde oder die vorhandene interne Spannung zu niedrig ist.

Ist das Frequenz-Testbit im Register 07h nicht gesetzt, also FT = 0, gibt der Pegel am Ausgang FT/OUT den Inhalt des Bits D7 wieder. Sind OUT = 0 und FT = 0, liegt FT/OUT auf 0.

Register 07h ist das Kalibrierungs-Register. Bei korrekter Einstellung sollte die Frequenzabweichung innerhalb ± 2 ppm bei $\theta_B = 25$ °C liegen. Die Taktfrequenz ändert sich jedoch etwas mit der Betriebstemperatur, siehe Bild 3, sodass bei größeren Abweichungen von 25 °C eine Kalibrierung erforderlich sein kann. Werden Zeitimpulse ausgeblendet (Vorzeichen S = 1), so verlangsamt sich der interne Takt, bei der Teilung von Zeitimpulse (Vorzeichen S = 0) beschleunigt er sich.

Jeder Kalibrierzyklus umfasst 64 min. In den ersten 62 min des Zyklus kann ein Sekundenimpuls auf 128 Oszillatorimpulse verkürzt oder auf 256 verlängert werden. Der im Register 07h in den Bits D4 bis D0 gespeicherte Wert gibt an, in wie vielen Minuten innerhalb des 64-minütigen Zyklus eine Kalibrierung erfolgen soll. Während der Kalibrierung ist dafür Rechnung zu tragen, weder Uhrzeit noch Datum auszulesen.

Nach dem erstmaligen Zuschalten der Betriebsspannung sind OUT = 1, FT = 1, ST = 0 und OF = 0. Alle anderen Register sind auf Zufallswerte gesetzt. Beim nachfolgenden Zuschalten der externen Versorgungsspannung bleiben die Inhalte der Bits ST, OUT und OF unverändert, jedoch wird FT = 0 gesetzt.

Sinkt die extern am Anschluss VCC zugeführte Betriebsspannung U_B unter die Spannung U_{BAT} der internen Lithium-Batterie ab, wird der IC aus der Batterie versorgt. Steigt U_B wieder an, erfolgt die Versorgung des IC erneut aus der externen Spannungsquelle.

Applikationsschaltung

Da der M41T00CAP lediglich über die I²C-Schnittstelle eingestellt und abgefragt werden muss, ist die Einbindung in eigene Projekte simpel. Zusammen mit der zusätzlich noch erforderlichen

Spannungsversorgung sind lediglich vier Anschlüsse erforderlich. Ein Anwendungsbeispiel ist die in [1] vorgestellte LED-Uhr mit unterbrechungsfreier Stromversorgung.

Literatur

- [1] Cina, M.: LED-Uhr mit unterbrechungsfreier Stromversorgung. FUNKAMATEUR 65 (2016) H. 8, S. 830–832