

Schaltzentrale:
Der Coprocessor arbeitet mit einem stromsparenden Ultra-Low-Power-Management und steuert die Aktivität des Hauptprozessors.

wohl der ULP Co-Prozessor als auch die CPU zugreifen, daher wird er zum Speichern von Instruktionen für den ULP und zum Austausch von Daten zwischen ULP und CPU verwendet. Dabei hat der ULP auch Zugriff auf nahezu alle Module des RTCs, entweder über entsprechende Instruktionen oder über RTC-Register. Der ULP kann mittels Software gestartet werden oder periodisch durch einen Timer, die Programmausführung endet schließlich durch eine HALT-Instruktion.

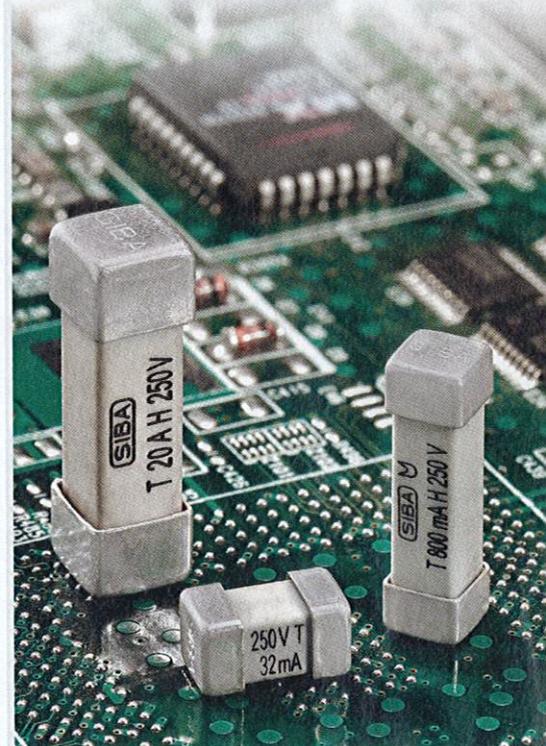
Kurzes Programm versetzt ESP32 in den Tiefschlaf

Für unsere Verbrauchsmessungen haben wir ein Programm aus dem ESP32-IDF-Repository verwendet. Es versetzt den Controller für 20 Sekunden in den Deep-Sleep-Mode und weckt ihn über Timer oder Tastendruck wieder auf. Wahlweise kann auch konfiguriert werden, das SoC bei einem Temperaturanstieg über 5 °C zu wecken. Compiliert wurde die nur etwa 300 Zeilen lange Software innerhalb der Espressif-Entwicklungsumgebung. Unsere Messungen ergaben einen durchschnittlichen Stromverbrauch von 175 µA auf der 3,3-Volt-Schiene zum Modul. Dieses Ergebnis ist auch im Einklang mit Messungen anderer User aus der Espressif-Community, die noch etwas niedriger, nämlich bei etwa 150 µA liegen. Die Ursache dieser Differenz dürfte im aktiven Wakeup-Timer liegen, der zum regelmäßigen Aufwachen aus dem Deep-Sleep Mode notwendig ist. Das PSRAM des ESP32-Wrover-Modules scheidet als Ursache aus, das es genau wie das serielle FLASH im Deep-Sleep-Mode über einen Schaltausgang des ESP32 von der Stromversorgung getrennt wird. In der Software ist auch die Abfrage des Temperatursensors über ADC deaktiviert. Dieser Schritt senkt den Stromverbrauch um etwa 25 µA gegenüber einem ersten Messwert von ca. 200 µA.

Um nun eine Abschätzung zum Einsatz des ESP32 in einer batteriebetriebenen Anwendung geben zu können, gehen wir vom Einsatz einer kompakten Lithium-Batterie vom Typ CR123 mit einer Kapazität von 1.500 mAh aus. Dieser Batterietyp hat eine sehr geringe Selbstentladung von weniger als 1 % pro Jahr, so dass dieser Effekt vernachlässigt werden kann. Weniger elegant ist der Umstand, dass dieser Batterietyp 3 V Nennspannung besitzt und bis zum Ende der Standzeit auf etwa 1,8 V absinkt. Deswegen ist für den Batteriebetrieb auf jeden Fall ein Dual-Mode Spannungsregler nötig, etwa ein Ricoh RP600. Dieser gewährleistet eine konstante Versorgungsspannung unabhängig von der Eingangsspannung. Wir setzen für diese Umsetzung einen Wirkungsgrad von 90 % an. Die effektiv verfügbare Batteriekapazität sinkt auf 1.350 mAh (bei 22 °C).

Zum Abschätzen des Energieverbrauchs bei der WiFi-Übertragung gehen wir von einer stündlichen Datenübertragung mit einer Dauer von jeweils 1 Sekunde und einem Stromverbrauch von 140 mA aus. Grundsätzlich können solche WiFi-Bursts mit wenigen 100 Bytes einschließlich des Bootens eines RTOS (Echtzeit-Betriebssystems) innerhalb von etwa 100 ms durchgeführt werden. Wir nehmen jedoch für diese Abschätzung ein Worst-Case-Szenario an. Nun ergibt sich für den Deep-Sleep-Betrieb pro Tag $175 \mu\text{A} \cdot 24 \text{ h} = 4,2 \text{ mAh}$, für die Sendebursts $140 \text{ mA} \cdot 1 \text{ s} / 3600 \text{ s/h} \cdot 24 = 0,93 \text{ mAh}$, in Summe also 5,13 mAh je Tag. Angesichts der gegebenen Batteriekapazität ergibt sich daraus eine Standzeit von 263,16 Tagen. Ein WiFi-Sensorknoten auf Basis eines ESP32 lässt sich also in diesem Modell etwa ein Dreivierteljahr mit einer Lithium CR123 Zelle betreiben – ein durchaus akzeptabler Wert. // ME

Macnica



Kleine Maße, große Leistung

Breites Portfolio: SMD-Sicherungen mit hohem Schaltvermögen.

- Bemessungsstrom 32 mA bis 20 A
- Bemessungsspannung bis zu 277 V AC / 250 V DC
- Schaltvermögen 1500 A
- Kleine Abmessungen:
Von 2,6 x 6,1 mm bis 5,8 x 20 mm

GUDECO ELEKTRONIK

Wir liefern elektronische und elektromechanische Bauelemente führender Hersteller

Sofort ab Lager

WWW.GUDECO.DE

GUDECO Elektronik Handelsgesellschaft mbH
Daimlerstraße 10 | D-61267 Neu-Anspach | +49 6081 4040

Berlin +49 30 29369777 | Nürnberg +49 911 5399230 | AUT +43 1 2901800

✉ info@gudeco.de