

ESP32-WROOM-32E mit LiFePo4 und Solar Controller

Übersicht

Dieses Projekt beschreibt die Entwicklung eines ultraeffizienten ESP32-WROOM-32E-basierten Boards mit Solarversorgung und LiFePo4-Akku.

Grundlegende Idee: - Aufbau einer autarken, solarversorgten Sensor- oder Steuerungseinheit mit minimalem Stromverbrauch. - Ziel ist es, eine wartungsarme, robuste Energieversorgung für kleine Embedded-Systeme zu schaffen, die über Jahre hinweg ohne Eingriff funktionieren kann. - Durch die Kombination aus DeepSleep-Technik des ESP32 und der langlebigen Energieversorgung soll maximale Betriebssicherheit erreicht werden.

Warum LiFePo4?

- **Sehr hohe Lebensdauer (2000+ Ladezyklen):** Während klassische Lilon-Akkus oft nur 300–500 Ladezyklen verkraften, sind LiFePo4-Akkus für mehr als 2000 Zyklen ausgelegt. Das bedeutet eine vier- bis sechsmal längere Lebensdauer. Zusammen mit der höheren Betriebssicherheit ist das ein echter Gewinn für DIY-Boards.

- **Höhere Sicherheit:** LiFePo4-Akkus sind chemisch stabiler als Li-Ion Akkus. Sie sind unempfindlicher gegen Überladung, mechanische Beschädigung oder hohe Temperaturen und reduzieren so das Risiko von Bränden oder Explosionen.

- **Stabile Spannungslage:** Die Zellenspannung bleibt über einen großen Bereich des Ladezustands konstant bei etwa 3.2V. Das macht die Auslegung der Elektronik einfacher und sorgt für stabilere Betriebsbedingungen.

- **Einfacheres Lademanagement:** LiFePo4-Zellen benötigen keine komplexe Ladekurve wie Lilon, sondern werden einfach mit einer konstanten Spannung geladen (CV-Ladung auf 3.6V).

Was bringt das?

- **Langzeitstabiler Betrieb:** Die hohe Zyklenfestigkeit und Sicherheit machen LiFePo4 ideal für Daueranwendungen wie Sensoren, Gateways oder Steuerungen.

- **Reduzierter Wartungsbedarf:** Weniger Akkuwechsel bedeutet geringere Kosten und Aufwand.

- **Höhere Robustheit:** Auch in rauen Umgebungen (z.B. außen mit Temperaturfluktuationen) bleibt die Energieversorgung stabil.

Baugruppen

ESP32 Modul

- **Verwendet wird ein ESP32-WROOM-32E mit 8MB Flash.**

1. Das Modul unterstützt WiFi b/g/n sowie Bluetooth Classic und BLE. Damit eignet es sich sowohl für drahtlose Sensorik als auch für Embedded-Steuerungslösungen.
2. 8MB Flash bieten genügend Platz für große Programme, OTA-Updates und Dateisysteme.

3. Durch die CE/FCC Zertifizierung ist das Modul auch für professionelle Anwendungen geeignet.

- **Besondere Merkmale:**

1. Integrierte PCB-Antenne oder über U.FL-Stecker externe Antenne möglich.
2. Sehr kompakt durch Integration von CPU, RAM, WiFi/Bluetooth, Quarz und Flashspeicher.
3. Boot und Reset Pins sind leicht erreichbar für die Programmierung und Debugging.

LiFePo4 Laderegler

- **MCP73123 im DFN-10-Gehäuse.**

1. Dieser IC wurde speziell für das Laden von LiFePo4-Zellen entwickelt.
2. Konstantspannungsladung auf 3.6V garantiert eine vollständige und sichere Aufladung.
3. Dank seines minimalen Ruhestroms ($<1\mu\text{A}$) eignet sich der Chip perfekt für Anwendungen mit sehr niedrigem Energiebedarf im Standby-Modus.
4. Ladezustand kann über die integrierten Statuspins leicht über LEDs oder den ESP32 überwacht werden.

Stepup/Down Converter

- **ADP2503ACPZ-3.3-R7 (Festspannung 3.3V).**

1. Dieser Schaltregler wandelt effizient die Zellenspannung (2.3V bis 5.5V) auf stabile 3.3V.
2. Der geringe Ruhestrom ($<40\mu\text{A}$) stellt sicher, dass auch im DeepSleep-Modus die Energieverluste minimal sind.
3. Kombiniert mit hochwertigen Bauteilen wie einer $1.5\mu\text{H}$ Induktivität (LQM2HPN1R5MG0L) und einem $100\mu\text{F}$ Tantal-Polymer Kondensator erreicht man eine saubere Ausgangsspannung mit minimalem Ripple.
4. **Warum ist der ADP2503 unbedingt notwendig?** Der ESP32 benötigt eine stabile 3.3V Versorgungsspannung. Da die Zellenspannung eines LiFePo4-Akkus je nach Ladezustand zwischen etwa 2.5V und 3.6V schwankt, könnte ein direkter Anschluss zu instabilem oder fehlerhaftem Betrieb führen. Ein einfacher Low-Dropout-Regler (LDO) scheidet aus, da er bei 2.5V Eingangsspannung bereits nicht mehr korrekt regeln kann. Der ADP2503 hingegen arbeitet als Buck-Boost-Regler und kann sowohl Spannungen oberhalb als auch unterhalb der Zielspannung effizient verarbeiten. Damit bleibt die 3.3V Versorgung jederzeit stabil – egal ob der Akku fast leer oder vollgeladen ist. Zudem reduziert der geringe Ruhestrom die Energieverluste erheblich, was für batteriebetriebene Systeme essenziell ist.

Weitere Schaltungsdetails

- **P-Channel MOSFET (IRLML6402):**

1. Sorgt für eine automatische Priorisierung zwischen Solarstrom und Akkuversorgung ohne aktive Schaltung.
2. Das Gate wird über die Solarspannung gesteuert, sodass bei vorhandenem Solarbetrieb der Akku abgetrennt wird.

- Schottky-Diode (BAT54):

1. Verhindert einen unerwünschten Rückstrom ins Solarpanel bei Dunkelheit oder Ausfall der Solarversorgung.

- N-Channel MOSFET (IRLML6344):

1. Schaltet die Versorgung von angebundenen Sensoren nur bei Bedarf ein.
2. Spart enorm Strom, da Sensoren bei Nichtbenutzung hart abgeschaltet werden können.

- I2C Pullup-Widerstände:

1. Über Jumper zuschaltbar, falls externe Sensoren den Bus bereits terminieren.
2. Erhöht die Flexibilität und reduziert unnötige Strombelastung bei wenigen Devices.

- Testpads:

1. Erlauben einfaches Debugging der wichtigsten Spannungen (Solar, Akku, 3.3V) ohne umständliches Auflöten.

Schaltbild

(Platzhalter für Schaltplan-Bild oder .pdf Datei)

Hier wird der finale Schaltplan eingefügt, sobald Layout und Routing abgeschlossen sind. Eine saubere Dokumentation der Signalflüsse wird helfen, das Board leichter zu debuggen und zu erweitern.

Layout und Bestückungsplan

(Platzhalter für PCB-Top/Bottom Ansicht + Bestückungstabelle)

Hier werden die fertigen Gerber-Vorschauen, Top- und Bottom-Layer-Ansichten sowie die Bauteilplatzierungen dokumentiert. Ziel ist ein kompaktes, EMV-optimiertes Layout mit bestmöglicher Energieeffizienz.

From:

<http://projects.dj0abr.de/> - **DJ0ABR Projects**

Permanent link:

<http://projects.dj0abr.de/doku.php?id=de:esp32lifepo4>

Last update: **2025/04/25 23:57**

