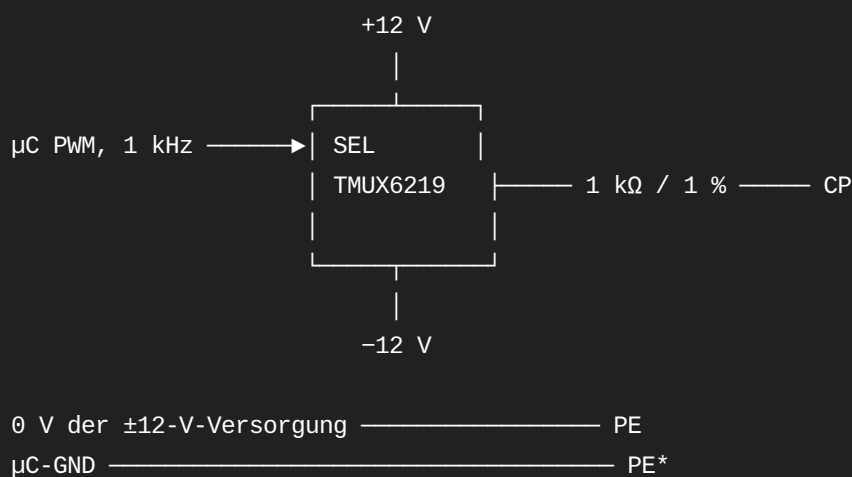


wie würdest Du das CPSignal Wallbox $\pm 12\text{V}$ mit einem μC erzeugen?

23s nachgedacht

Ich würde das **nicht mit zwei GPIOs und Transistoren improvisieren**, sondern den μC nur das 1-kHz-PWM erzeugen lassen und damit einen analogen Umschalter zwischen **$+12\text{ V}$ und -12 V** ansteuern.

Empfohlene Schaltung



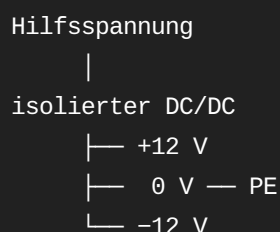
Der **TMUX6219-Q1** beziehungsweise **TMUX7219** ist dafür nahezu ideal: Er kann mit $\pm 12\text{ V}$ versorgt werden, versteht direkt 1,8-/3,3-/5-V-Logik und schaltet den Ausgang zwischen $+12\text{ V}$ und -12 V um. Texas Instruments nennt die Erzeugung des EVSE-Control-Pilot-Signals ausdrücklich als Anwendung.

Texas Instru... +1

* Bei einer isolierten Steuerung wird natürlich nur die CP-seitige Masse mit PE verbunden; der μC kann über einen Digitalisolator getrennt bleiben.

Versorgung

Aus einer vorhandenen 12- oder 24-V-Hilfsspannung würde ich ein kleines **isoliertes $\pm 12\text{-V-DC/DC-Modul}$** verwenden:



Benötigt werden nur wenige Milliampere. Die maximale CP-Belastung liegt wegen des 1-kΩ-Widerstands ungefähr in dieser Größenordnung:

$$12\text{ V} / 1\text{ k}\Omega = 12\text{ mA}$$

Ein Modul mit beispielsweise **1 W** ist daher bereits ausreichend. Wichtig ist eine einigermaßen genaue Spannung. Ich würde die ±12-V-Schienen gegebenenfalls mit 12-V-LDOs oder passenden Referenz-/Zenerstufen nachregeln.

Betriebszustände

Der µC erzeugt:

Zustand	CP-Ausgabe
Wallbox ausgeschaltet / Fehler	Umschalter deaktivieren oder CP hochohmig
Zustand A, kein Fahrzeug	dauerhaft +12 V
Fahrzeug erkannt	1 kHz, +12/−12 V PWM
Freigabe Laden	PWM entsprechend zulässigem Strom
Fehler	−12 V oder CP deaktivieren, abhängig von Fehlerbehandlung

Das Fahrzeug belastet die positive Halbwelle über Widerstände und eine Diode. Dadurch sieht die Wallbox typischerweise:

CP-Spitze positiv	Zustand
ungefähr +12 V	A – kein Fahrzeug
ungefähr +9 V	B – Fahrzeug angeschlossen
ungefähr +6 V	C – Fahrzeug ladebereit
ungefähr +3 V	D – Lüftungsanforderung
ungefähr 0 V	Fehler/Kurzschluss

Die negative Halbwelle muss ungefähr bei **−12 V** bleiben. Daran erkennt die Wallbox unter anderem die Diode im Fahrzeug. Das ist ein Grund, weshalb ein normales 0/12-V-PWM nicht genügt.

Stromvorgabe per PWM

Im üblichen Bereich von 10 bis 85 % gilt:

$$\text{Maximalstrom [A]} = \text{Tastgrad [\%]} \times 0,6$$

Beispiele:

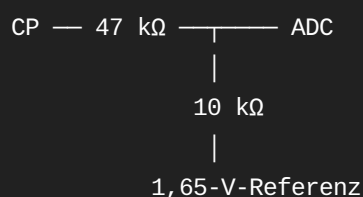
Maximalstrom	Tastgrad
6 A	10 %
10 A	16,7 %
16 A	26,7 %
20 A	33,3 %
32 A	53,3 %

Oberhalb 85 % gilt eine andere Kennlinie. 5 % ist für High-Level-Kommunikation reserviert und sollte nicht als normale Stromvorgabe verwendet werden.

CP-Rückmessung

Zusätzlich muss der μC die positive und negative CP-Spitze messen. Ich würde das Signal **vorzugsweise vor dem 1-k Ω -Widerstand treiben, aber hinter dem Widerstand am CP-Anschluss messen**.

Eine einfache ADC-Aufbereitung:



So wird das bipolare Signal auf den ADC-Bereich verschoben. Die exakten Werte müssen so dimensioniert werden, dass auch Überspannungen sicher unterhalb der ADC-Grenze bleiben. Zusätzlich:

ADC-Eingang:

- etwa 1 k Ω Serienwiderstand
- Schottky-Klemmdioden zu 0 V und 3,3 V
- kleiner Kondensator, etwa 1–4,7 nF

Besser und robuster sind zwei Komparatorpfade beziehungsweise ein geeigneter bipolarer Operationsverstärker:

- positive Spitze während der +12-V-Phase abtasten,
- negative Spitze während der −12-V-Phase abtasten,
- Plausibilitätsprüfung der Fahrzeugdiode,
- Kurzschluss und PE-Fehler erkennen.

Das Abtasten sollte zeitlich etwa in der Mitte der jeweiligen PWM-Halbwellen erfolgen, nicht direkt an der Schaltflanke.

Fail-safe-Ansteuerung

Ich würde den Schalter so beschalten, dass bei:

- μ C-Reset,
- offenem GPIO,
- fehlender 3,3-V-Versorgung,

keine Ladefreigabe entstehen kann. Sinnvoll wäre:

EN des TMUX:

Pull-down → Ausgang abgeschaltet

SEL:

definierter Pull-down

Der μ C muss somit aktiv **EN** setzen. Ein Watchdog sollte bei Programmstillstand zusätzlich die Leistungsschütze abschalten.

Alternative mit Operationsverstärker

Man kann auch einen schnellen, kurzschlussfesten OPV mit ± 15 V Versorgung als Komparator/Verstärker verwenden:

μ C-PWM 0/3,3 V

|

Pegelverschiebung auf ± 12 V

|

Leistungs-OPV

|

1 k Ω

|

CP

Das ist aber aufwendiger. Der OPV muss:

- bis nahe an ± 12 V aussteuern,
- kapazitive Kabelbelastung vertragen,
- mindestens etwa 15 mA liefern und aufnehmen,
- beim Kurzschluss überleben,

- beim Einschalten definiert bleiben.

Deshalb würde ich klar den **±12-V-Analogschalter** nehmen.

Mein konkreter Aufbau

ESP32 / STM32 / AVR

```

|
├─ Timer-PWM 1 kHz — 1 kΩ — TMUX6219 SEL
├─ ENABLE ————— 1 kΩ — TMUX6219 EN
└─ ADC ← Schutz + Pegelverschiebung ← CP
  
```

isolierter ±12-V-Wandler

```

├─ +12 V — 100 nF + 4,7 μF
├─ -12 V — 100 nF + 4,7 μF
└─ 0 V — PE
  
```

TMUX-Ausgang — 1,00 kΩ / 1 % / mindestens 0,5 W — CP

CP — TVS/ESD-Schutz mit geringer Kapazität — PE

Der 1-kΩ-Widerstand setzt die vorgeschriebene Quellimpedanz und sollte nicht durch einen beliebigen Ausgangswiderstand des Treibers ersetzt werden. Die vollständige Wallbox braucht daneben weiterhin Schützüberwachung, Fehlerstromerkennung, PE-Prüfung, Verriegelung und eine sichere Abschaltung; der CP-Schaltkreis allein macht noch keine normkonforme Wallbox. Analog Devices beschreibt seine entsprechenden Referenzdesigns daher als Gesamtsysteme nach IEC 61851/IEC 62752, einschließlich CP, RCD und Schützüberwachung. [▶ Analog De... +1](#)

TMUX7219 wo steht das er für wallboxen ist?

Ja – allerdings **beim TMUX6219-Q1**, nicht beim normalen TMUX7219.

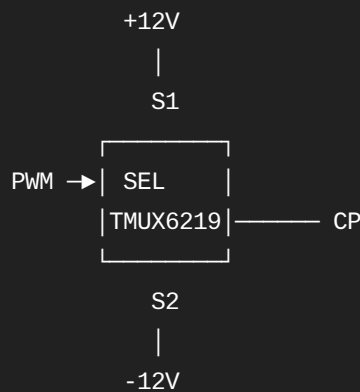
Im Datenblatt des **TMUX6219-Q1** gibt es ein eigenes Kapitel:

8.2.1 PWM Signal Generation (EV Charging Station) [Texas Instru...](#)

Dort schreibt TI wörtlich sinngemäß:

- *"One application of the TMUX6219-Q1 is in Electric Vehicle Service Equipment (EVSE)."*
- *"The TMUX6219-Q1 can be used to generate 1 kHz ±12 V PWM signal for EVSE control pilot."* [Texas Instru...](#)

Und direkt darunter ist die Schaltung:



Also praktisch genau das, was wir besprochen haben.

Texas Instru...

Warum hatte ich den TMUX7219 genannt?

Der **TMUX7219** ist der **Nachfolger** des TMUX6219:

- höhere Spannungsfestigkeit (44 V statt 36 V)
- latch-up-immun
- pin-kompatibel
- gleiche Funktionsweise

Texas Instru... +1

TI hat jedoch meines Wissens **das EVSE-Beispiel nur im TMUX6219-Q1-Datenblatt** veröffentlicht. Für den TMUX7219 gibt es kein eigenes Wallbox-Kapitel, obwohl er sich dafür genauso eignet.

Mich würde noch interessieren, **was Du genau vorhast**:

- baust Du eine **komplette eigene Wallbox** nach IEC 61851,
- oder geht es "nur" darum, das **CP-Signal** für Tests bzw. ein EVSE-Board zu erzeugen?

Je nachdem würde ich die Schaltung unterschiedlich aufbauen. Ich hätte da noch eine Lösung, bei der der μC **ohne negative Versorgung** auskommt und trotzdem ein normgerechtes $\pm 12\text{-V-CP}$ -Signal erzeugt.