

Energiemessung Sensortag

Autor: Katrin Bächli

Messdaten: 10.3.16, 16.3.16, 24.4.16, 3.6.16

1 Aufgabenstellung

Die Firmwareentwicklung wird begleitet von Energieverbrauch-Messungen. Das Ziel sind Ergebnisse im Sendemodus unteren μWatt -Bereich. Zu messen ist auch die Initialisierung (mit erstem Versenden), da dies wichtig für die Berechnung des STS-Kondensators ist.

Versionen der Firmware

- V0: Programm SimpleBroadcastBLE von Dario Dündars: Auf Knopfdruck werden drei BLE-Packete sendet
- V1: Ausweitung der simplen BLE-Packete durch Einlesen der GPIO.
- V2: BLE + RTC+GPIO: not working
- V3: BLE+RTC+GPIO: working, power optimisation
- V4: BLE+RTC+GPIO+3 Sensors, no power optimisation

2 Messschaltung/Messverfahren

Bemerkung

Die Referenzspannung der Messungen ist 2.2 V, die der eingestellten V ULP LDO auf dem EM-Board entspricht. EM8500 regelt den Ausgang, sobald das Applikations-Maximum, 3.8 V erreicht ist auf diese Ausgangsspannung. Vor diesem Regeleingriff steigt die Spannung von 1.8 V zum Applikations-Maximum.

Der Energieverbrauch für einen Refresh, wird nicht gemessen, da dieser mit weniger als 2 μJ für die Grundkonfiguration nicht wichtig ist.

Vorgehen

- Der Power-Analyser wird als Spannungsquelle mit 2.2 V eingestellt. Getriggert wird auf den Strom, der bei einem Refreshzyklus und beim Senden von Daten ansteigt.
- Um die Genauigkeit zu erhöhen, wird mit 4 Messleitungen direkt am Sensortag gemessen.
- Der Reed-Relais-Impuls wird manuell über den Schalter an einer 1.5 V-Batterie ausgelöst

4 Messresultate nach Versionen

Version	Datum	IO Abfrage	Standby-Mode	Sensoren	Energie Senden	Energie Init + Senden
V0	10.3.16	Nein	Ja	Nein	33 μJ	- -
V1	16.3.16	Ja	Ja	Nein	32 μJ	126 μJ / $\Delta t = 12.8 \text{ ms}$
V3	22.4.16	Ja	Ja.	Nein	29 μJ	93.2 μJ / $\Delta t = 6.2 \text{ ms}$
V4	3.6.16	Ja	Ja. Nicht optimiert	Ja		93.2 μJ / $\Delta t = 6.2 \text{ ms}$

5 Inventar

- TI Sensortag
- TI DevPack (mit abgelötetem JTAG-Adapter). Dient als Adapter für die Board-Eingänge DP0 bis DP3, die auf dem DevPack einfach über die Ausgänge angelötet werden kann.
- Agilent Technologies: DC Power Analyser, N6705B

Detaillierte Messresultate V3

	Δt [ms]	\bar{P} [mW]	E [μ J]
C laden	0.7	32.4	24.2
Init kurz	2	12.8	26.6
Init lang	3.5	11.4	40
BLE senden	2	14.3	29
Init + Senden	5.5	12.4	69
Total Init + Senden	6.2		93.2

Senden V0

Messung 10.3.16

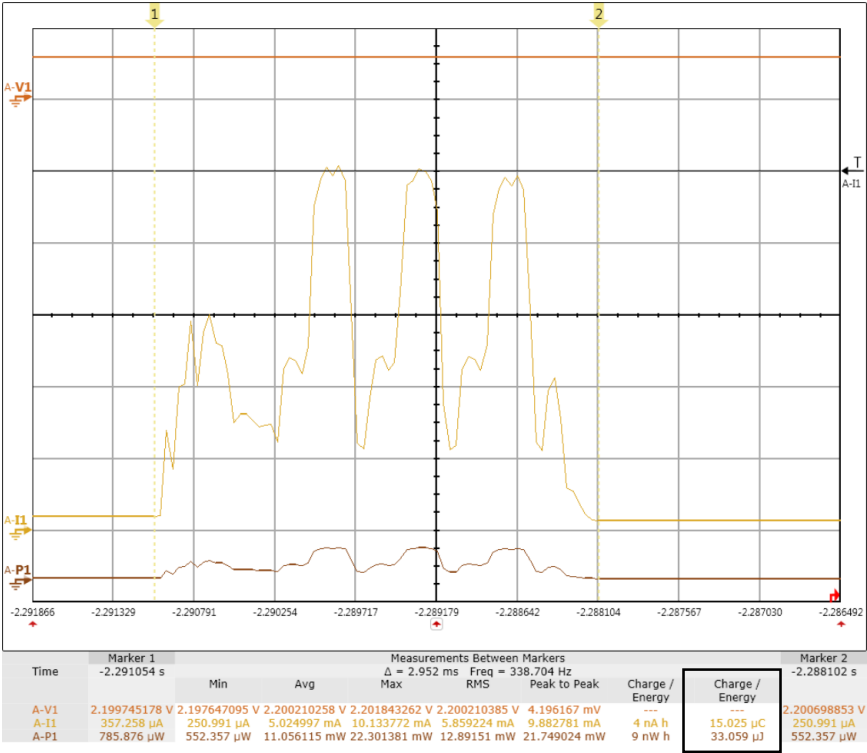


Abbildung 1: V0 Sendevorgang

Der Stromverbrauch wärend des Sendevorgangs durchschnittlich 5 mA, der Leistungsverbrauch 11 mW. Der Energieverbrauch insgesamt 33 μ J.

Senden V1

Messung V1: mit GPIO Abfrage

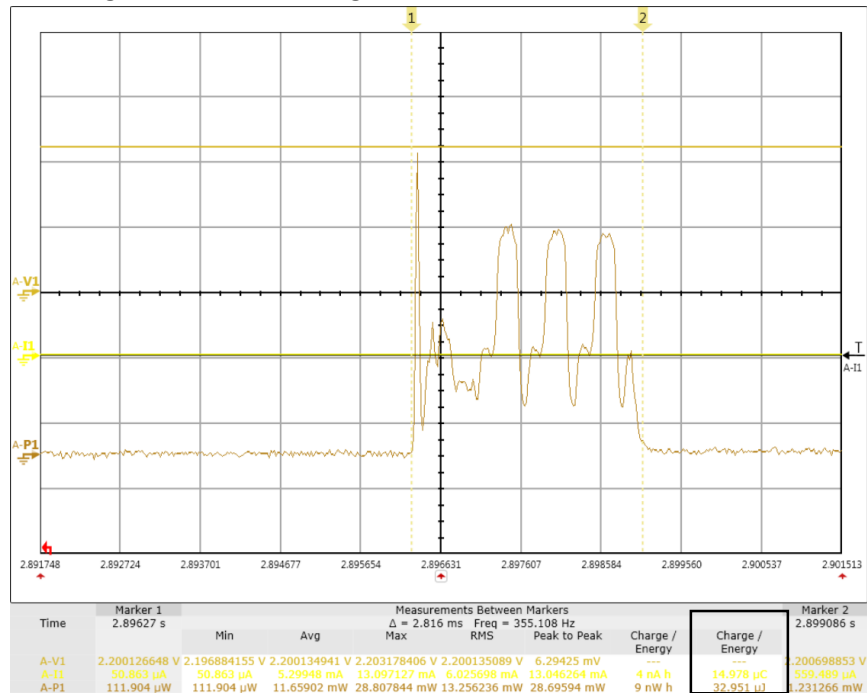
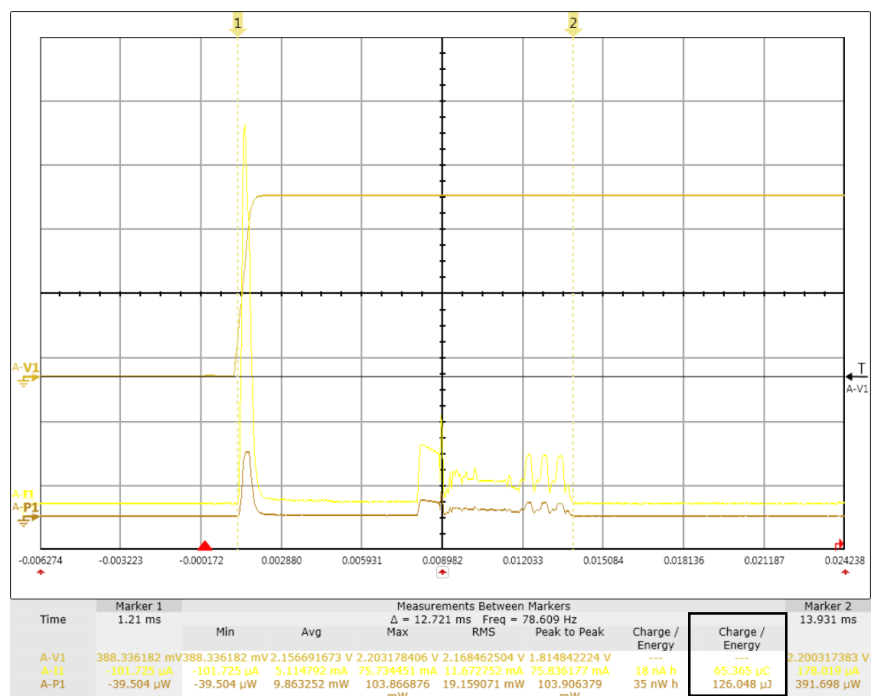


Abbildung 2 V1

Der Energieverbrauch wird durch die GPIO-Abfrage nicht erhöht. Beim Senden wurde nur der Button gebraucht. Nicht GPIO-Interrupt.

Init und Senden V1



Beim ersten Senden, das wichtig für die Berechnung des STS ist, ist der Energieverbrauch rund 4-mal höher und liegt bei 126 μJ.

Energieverbrauch Refresh-Zyklus

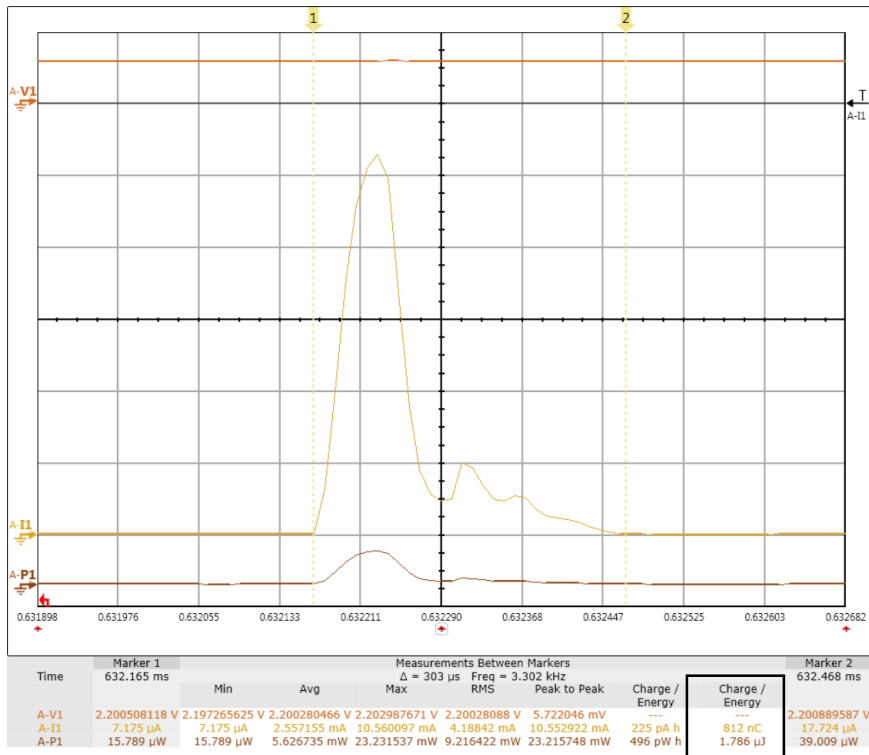
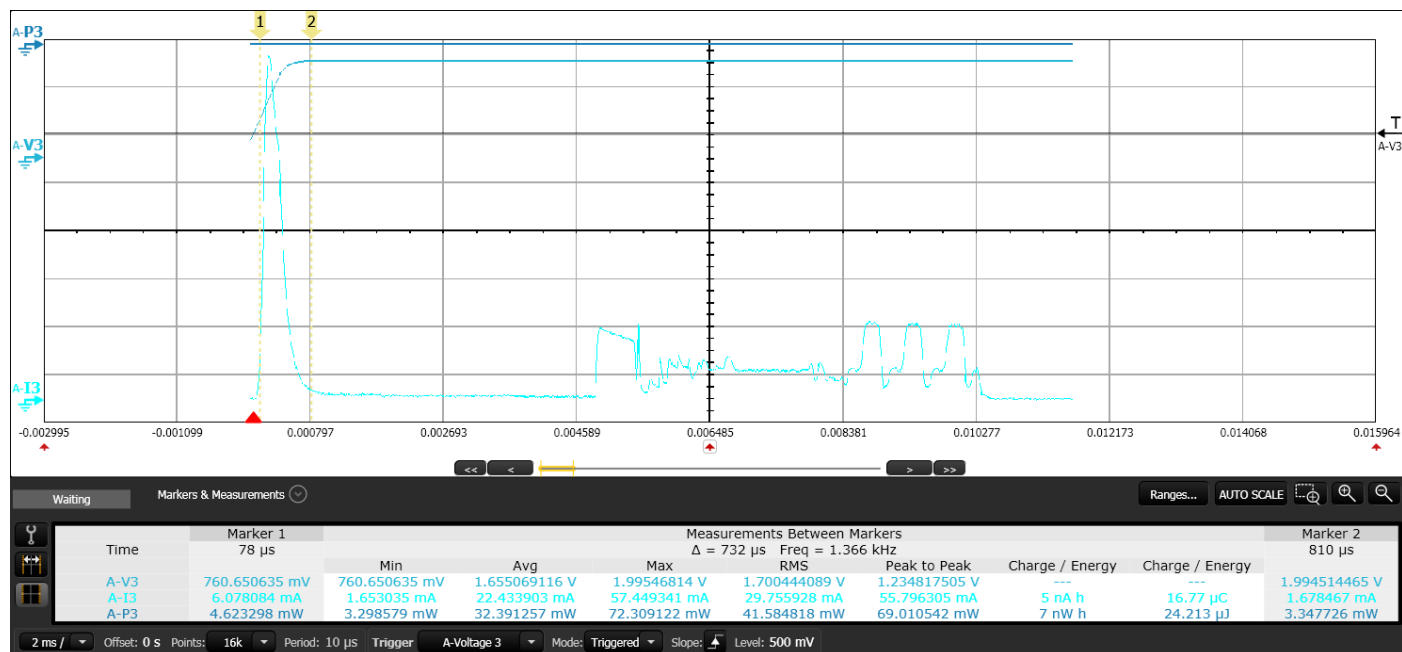


Abbildung 3: V0 - Standby Modus mit einem Refreshpeak

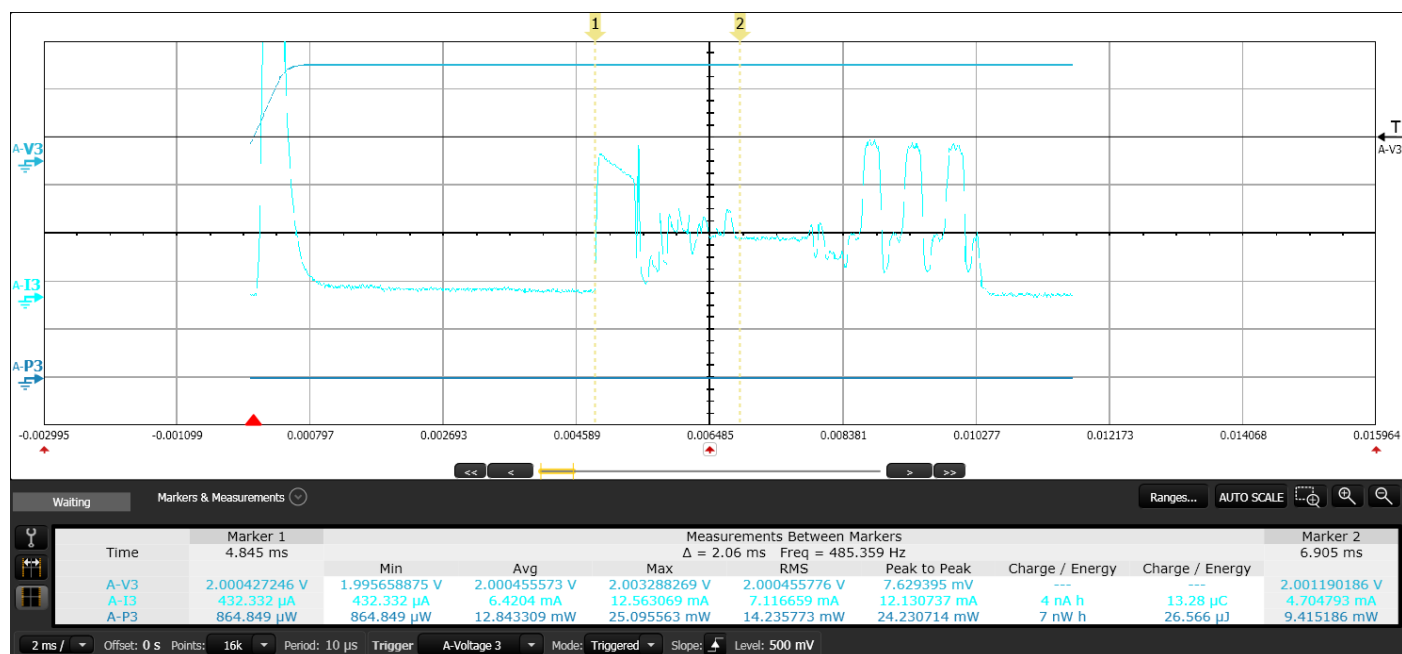
Der maximale Stromverbrauch beim Refreshen beträgt 10.56 mA. Der Energieverbrauch liegt unter 2 uJ.

V3

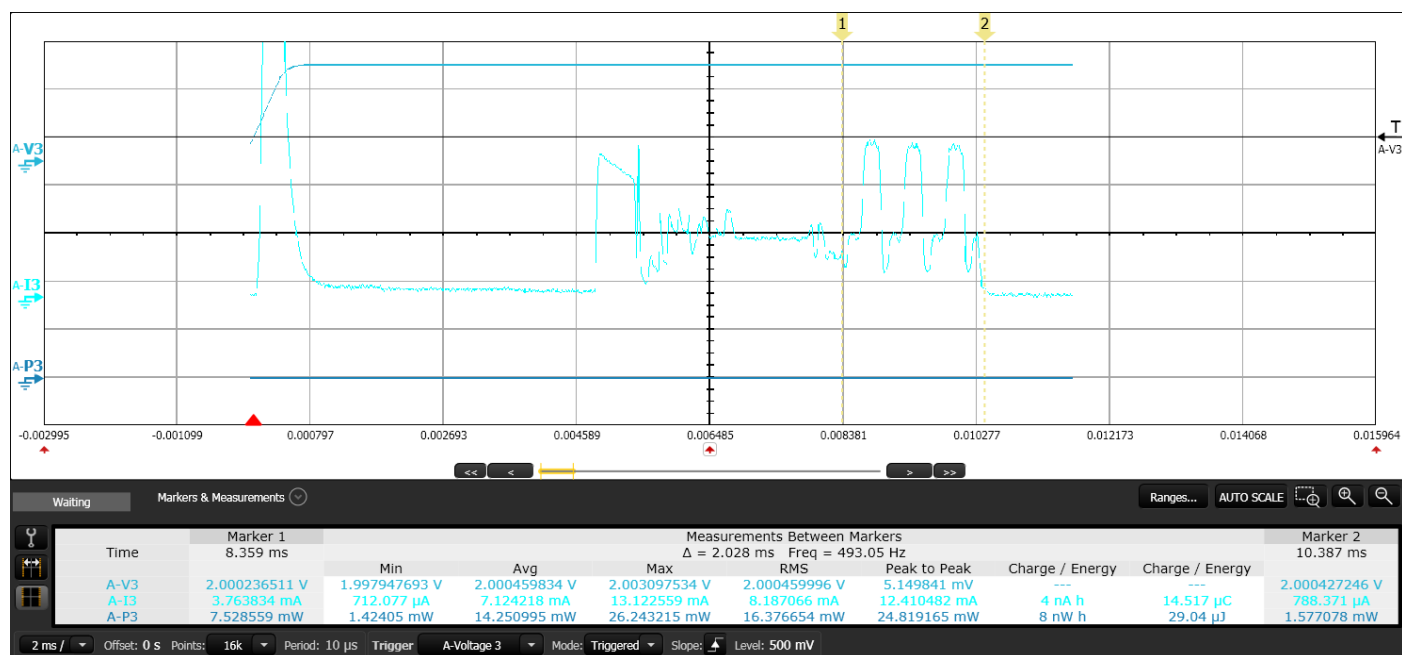
Laden der Kondensatoren



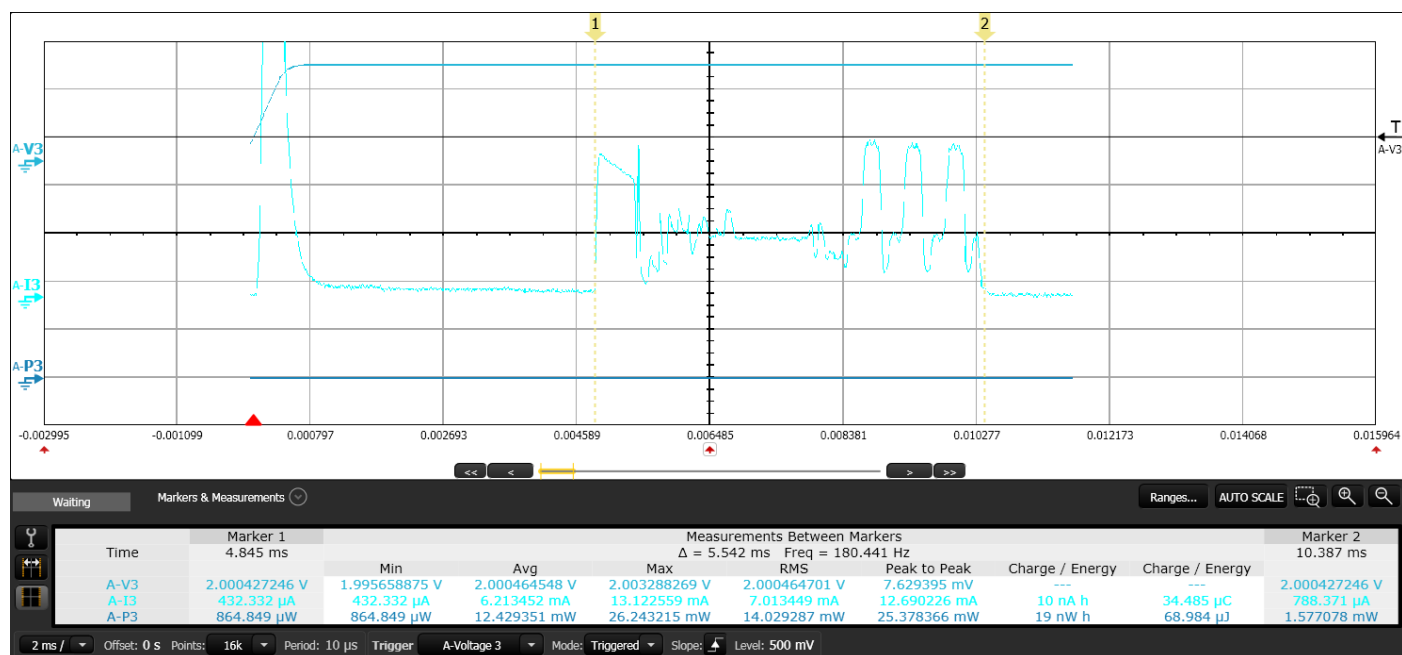
Initialisierung



Senden BLE

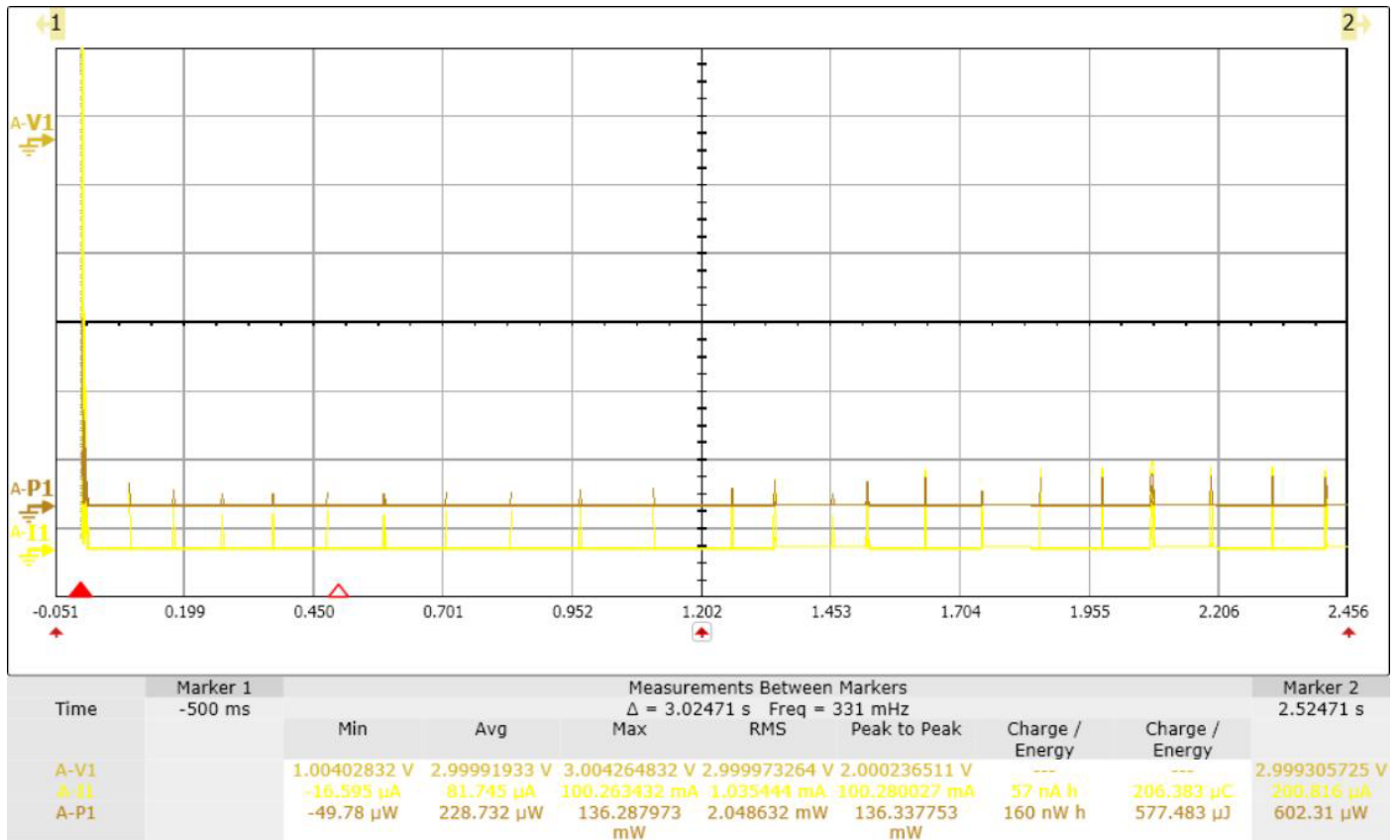


Alles (Init und BLE)

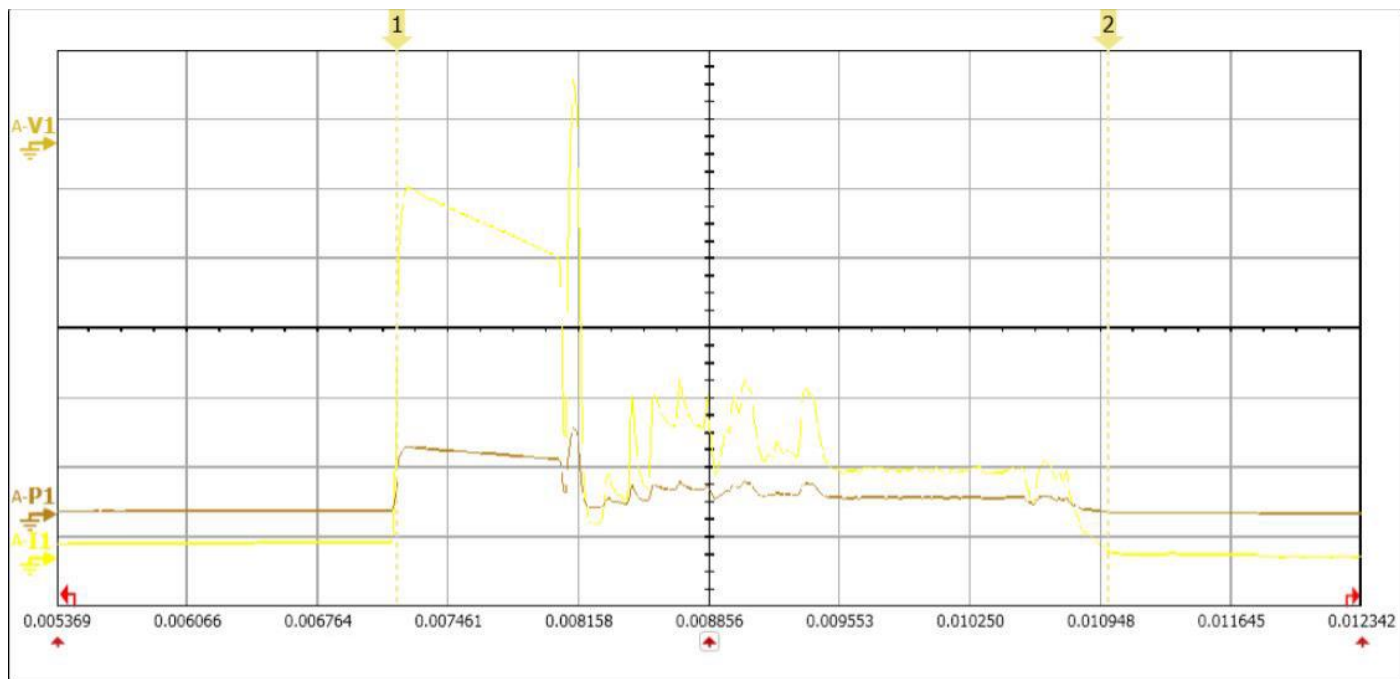


V4

Überblick (BLE senden ist bei 2.079 -> siehe dieses Bild später)

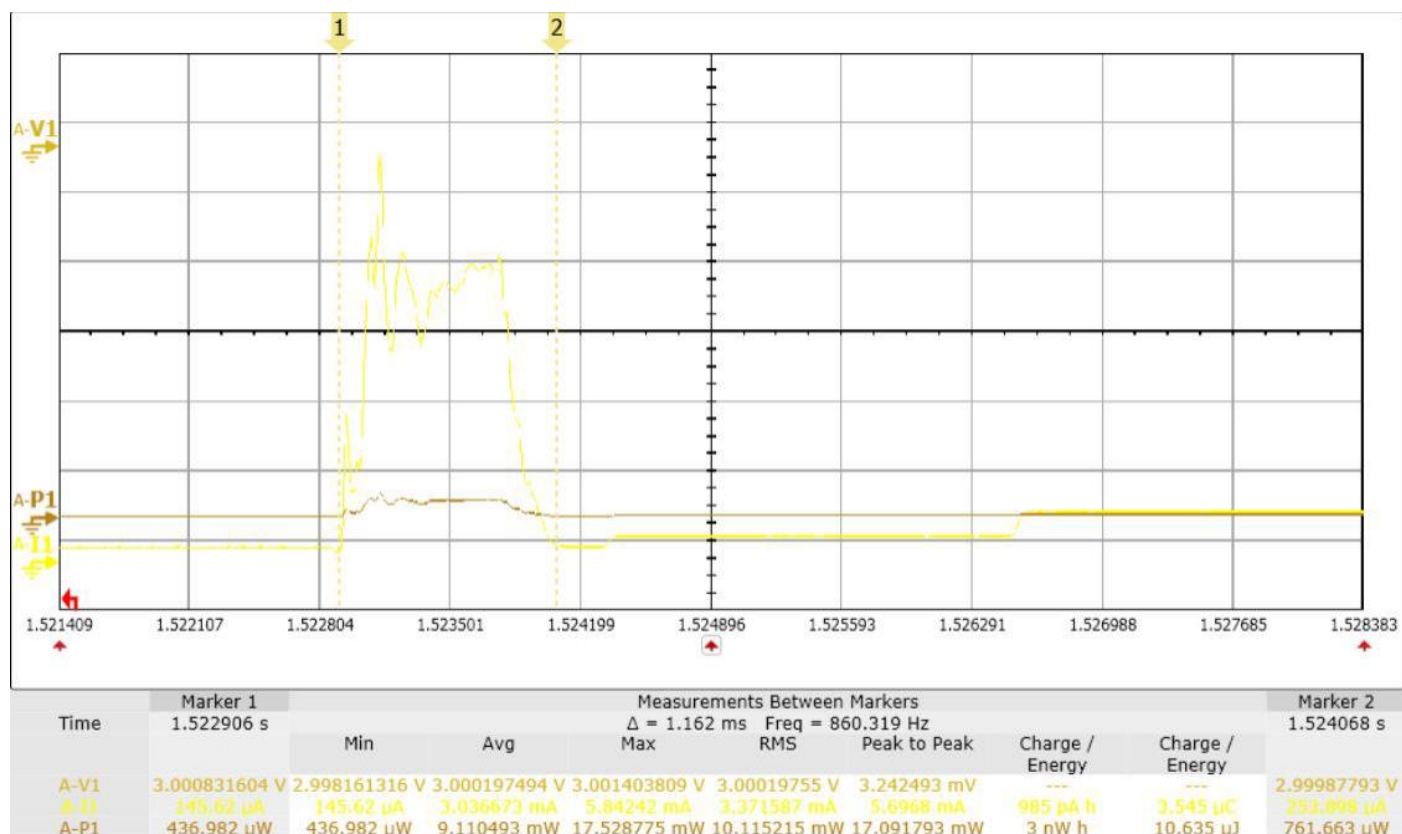


Init



Time	Marker 1		Measurements Between Markers							Marker 2	
	7.185 ms		Min	Avg	Max	$\Delta = 3.802$ ms	Freq = 262.999 Hz	RMS	Peak to Peak	Charge / Energy	10.987 ms
A-V1	2.995681763 V	2.995300293 V	3.00019377 V	3.004264832 V	3.000193893 V	8.964539 mV					3.000259399 V
A-I1	4.002363 mA	362.912 μ A	6.770851 mA	20.638717 mA	8.297569 mA	20.275805 mA				7 nA h	362.912 μ A
A-P1	13.787216 mW	1.088831 mW	20.313579 mW	61.909696 mW	24.893675 mW	60.820865 mW				21 nW h	1.088831 mW

Temperatursensor



BLE Paket versenden

