



# Ultra Low Power Funkstrom-Sensor mit Rogowski Spulen

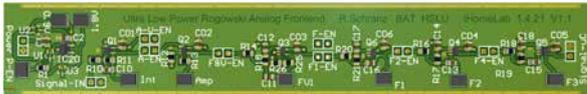


Abb. 1 PCB Analog Frontend Versuchsaufbau

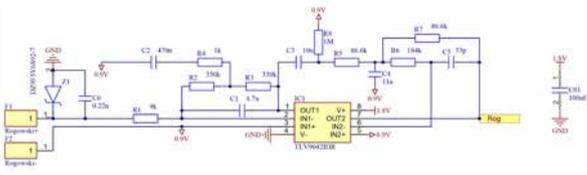
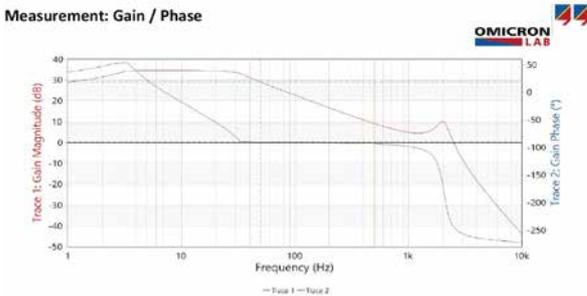


Abb. 2 Schema Analog Frontend



Frequency	Cursor 1 50 Hz	Cursor 2 500 Hz	Delta C2-C1 450 Hz
Trace 1	Magnitude (dB)	Magnitude (dB)	Magnitude (dB)
Measurement	29.11 dB	9.227 dB	-19.883 dB
Trace 2	Phase (°)	Phase (°)	Phase (°)
Measurement	-89.465 °	-93.195 °	-3.73 °

Sweep		Calibration	
Start frequency:	1 Hz	Gain	Full-Range
Stop frequency:	10 kHz		User-Range
Center frequency:	5 kHz	Termination	
Span:	9.999 kHz	Channel 1	Channel 2
Sweep mode:	Logarithmic	Gain	1 MO 1 MO
Number of points:	401	Attenuator setting	
		Channel 1	Channel 2
		Transmission	20 dB 20 dB
		Probe factor	
		Channel 1	Channel 2
		Gain	10: 1 10: 1

Hardware setup	
Device type:	Bode100R2
Serial number:	QH75GK
Receiver bandwidth:	1 Hz
Output level:	-30 dBm
DUT settling time:	0 ms

Abb. 3 Bode Plot des Analog Frontend Funktionsmuster



Abb. 4 Funktionsmuster mit integriertem Batteriehalter und Elektronik

## Problemstellung

Die Firma Camille Bauer Metrawatt AG stellt Messgeräte im Bereich Industrie und Energiemanagement her, dazu gehören auch vierphasige Messungen im Kiloampere Bereich in Trafostationen. Um darin den Verkabelungsaufwand zu verringern, soll ein auf Rogowski Spulen basierendes Messgerät weiterentwickelt werden. Das Messgerät soll batteriebetrieben über die Laufzeit von 10 Jahren, sekundlich den Strom einer Netzperiode messen, und dies per Funk an eine Basisstation senden. Das Design soll dabei auf Serienproduktion mit Fokus auf Kosten optimiert werden.

## Lösungskonzept

In einem ersten Schritt wurden die zu Verfügung stehenden Energieträger auf Kosten, Lebensdauer und Kapazität evaluiert. Darauf folgte das Erstellen einer Systemübersicht, sowie die Analyse des Energieverbrauchs aller Komponenten mit Hilfe eines Versuchsaufbaus. Basierend auf diesen Erfahrungen wurde ein Funktionsmuster entwickelt, welches alle Teilsysteme verbindet.

## Realisierung

Die Teilsysteme wurden am Computer simuliert und mit dem in Abbildung 1 zu sehenden Hardwareaufbau überprüft. Auf diesem wurde verschiedene Integrator/Verstärker/Filter-Kombinationen ausgetestet. Mit diesen Erkenntnissen, sowie mit dem Feedback des Industriepartners wurde anschliessend das in Abbildung 2 zu sehende Analog Frontend entwickelt. Anschliessend wurde das in Abbildung 4 zu sehende Funktionsmuster aufgebaut, welches alle Systemkomponenten beinhaltet. Darauf folgte das Austesten der Hardware auf Funktion, Energieverbrauch und Genauigkeit.

## Ergebnisse

Das Funktionsmuster wurde entsprechend den Projektanforderungen fertiggestellt. Die Leistungsaufnahme wurde ausgemessen und beträgt durchschnittlich maximal 420  $\mu$ W, mit der gewählten Batterie SL-2770 ist eine Laufzeit > 10 Jahre garantiert. Das Analog Frontend wurde wie in Abbildung 3 zu sehen ausgemessen und der Phasen- sowie Amplitudengang entspricht den Simulationen. Mit einem Testaufbau wurden 500 A für die Rogowski Spulen simuliert. Die Messungen ergaben, dass ein Abgleich der Verstärkung und eine Kompensation der Nichtlinearitäten notwendig ist. Mit diesem Abgleich erreicht das Messgerät eine Abweichung von maximal 0.8 %, bei einem maximalen Phasenfehler von <4°.