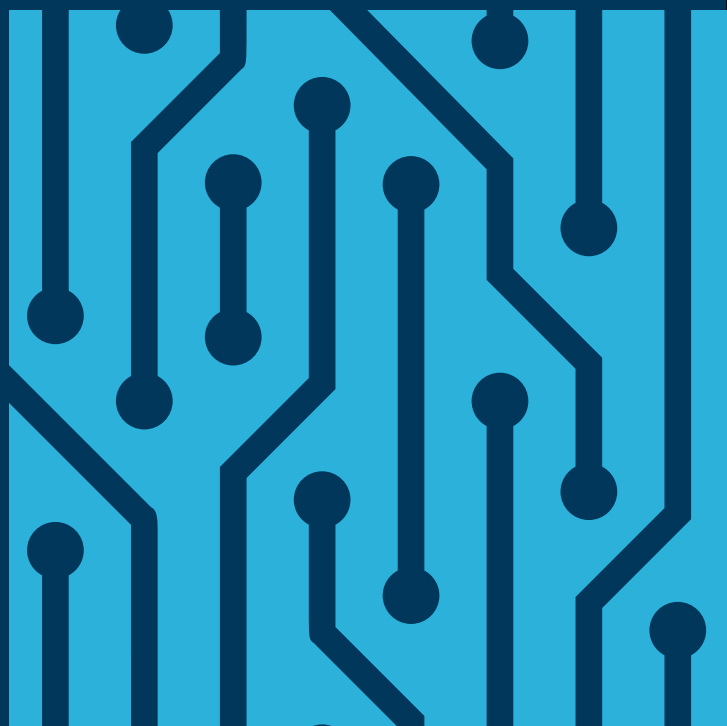


Application Note #18

Kapazitätssimulation mit Quellen-Senken Serie QL



Mithilfe der Kombination zweier Funktionen von Quelle-Senken der Serie QL lassen sich Batterien und Akkumulatoren simulieren und eignen sich so zum Testen von Ladegeräten.

Kapazitätssimulation

Mit der Kapazitätssimulations-Funktion simuliert die Quelle-Senke das Lade- und Entladeverhalten eines Kondensators oder einer anderen Art von Kapazität.

Neben dem Wert für die zu simulierende Kapazität ist eine Startspannung vorzugeben. Der eingestellte Spannungswert entspricht der Ladespannung der Kapazität. Je nach Stromrichtung in oder aus der Quelle-Senke wird die Kapazität ent- oder geladen und die Spannung verringert oder erhöht sich. Die Spannungsänderung richtet sich nach der Formel:

$$\Delta U = (I \cdot \Delta t) / C$$

ΔU : Spannungsänderung/V
 I : Strom in die oder aus der Kapazität/A
 C : eingestellte Kapazität/F

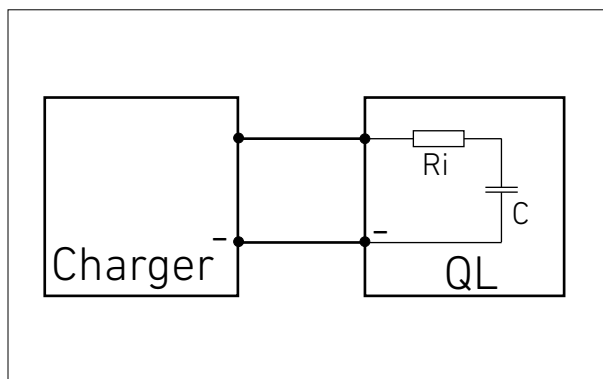
Voraussetzungen zur Kapazitätssimulation

Der Wert der zu simulierenden Kapazität C ist so zu wählen, dass die Zeitkonstante τ folgender Beziehung entspricht:

$$\tau \geq 2 \text{ ms} \quad (\tau = R \cdot C \text{ bzw. } \tau = R_i \cdot C)$$



Die Ausführung der Simulationsfunktion kann nicht während einer laufenden Innenwiderstandsmessung, Modulations-, Listen- oder Rechteck-Funktion oder in der Betriebsart AC aktiviert werden.



Prinzipialschaltbild Batteriesimulation

Sicherheitshinweise



Lesen Sie vor Beginn der Inbetriebnahme die Bedienungsanleitung der Quelle-Senke, insbesondere die Allgemeinen Sicherheitshinweise und die Sicherheitshinweise zum Anschluss des Prüflings!

Innenwiderstands-Einstellung

An der Quelle-Senke kann im Spannungsbetrieb ein Innenwiderstand bzw. im Strombetrieb ein Innenleitwert eingestellt werden.

Der verfügbare Bereich für den Sollwert des Innenwiderstands oder Innenleitwerts ist vom jeweiligen Modell abhängig (siehe technische Daten). Der eingegebene Sollwert ist sofort nach der Bestätigung aktiv. Nach dem Einschalten oder Zurücksetzen des Geräts ist der Sollwert $0,0 \Omega$ bzw. $0,0 \text{ S}$.

Kombination Kapazität-Innenwiderstand

Mit Hilfe der Kapazitätssimulation und des einstellbaren Innenwiderstands R_i kann die Quelle-Senke das Verhalten von Kondensatoren sowie Batterien und Akkus nachbilden und damit zum Testen von Ladegeräten dienen. R_i kann auch als ESR (Equivalent Series Resistance) bei Elektrolyt-Kondensatoren angesehen werden.

Hinweise zur Schnittstellensteuerung

Die Befehle sind ausführlich in der Bedienungsanleitung in Kapitel 5 beschrieben.

Nach Aktivierung der Funktion kann weder die Kapazität noch die Startspannung geändert werden. Dazu muss zuerst die Funktion beendet werden. SCPI Befehl:
`FUNC:SIM:CAP 0`

Um die Funktion mit den gleichen Parametern neu zu starten, muss die Funktion deaktiviert und wieder aktiviert werden. SCPI Befehl:

`FUNC:SIM:CAP 0;CAP 1`

Um die Funktion zu pausieren, schaltet man den Ausgang aus:
`OUTP 0`

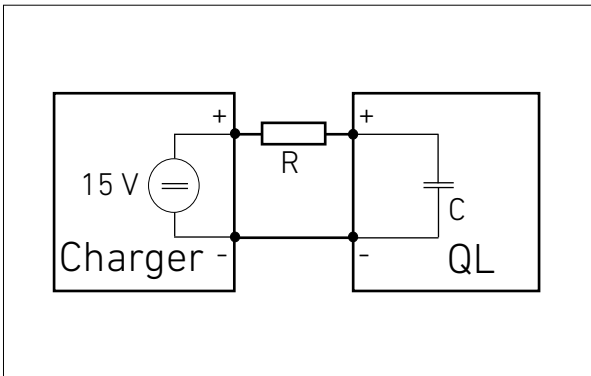
Um die pausierte Funktion fortzusetzen:
`OUTP 1`



Beispiele zur lokalen Bedienung und Schnittstellenbedienung

1. Laden, $C = 1\text{ F}$

Eine Kapazität von 1 F soll simuliert und über einen externen Ladewiderstand $R = 0,56\ \Omega$ von 0 auf 15 V geladen werden.



User Interface:

Main Menu -> Settings -> Function -> Capacitor Sim.

Eingabefeld „Capacitance“: 1.0 eingeben.

Eingabefeld „Start Voltage“: 0 eingeben.

Mit „OK“ bestätigen.

Funktion mit S+ -> Start starten.

Ladegerät (Prüfling) aktivieren.

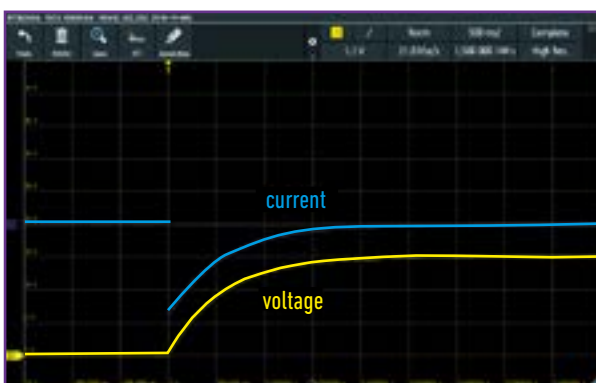
SCPI Befehle:

`FUNC:SIM:CAP:CAP 1` Sollwert der Kapazität wird auf 1 F gesetzt.

`FUNC:SIM:CAP:VOLT 0` Sollwert der Startspannung wird auf 0 V gesetzt.

`FUNC:SIM:CAP 1` Aktivierung der Kapazitäts-simulations-Funktion.

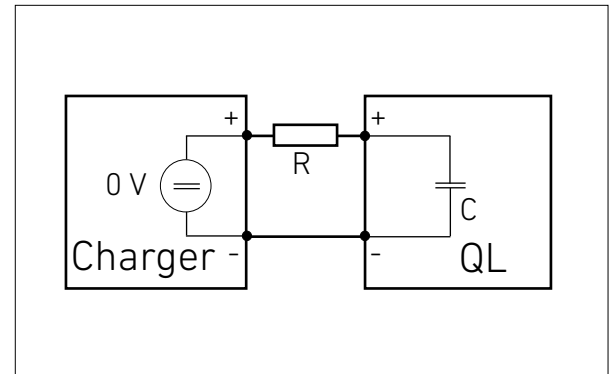
`OUTP 1` Aktivierung des Ausgangs.



Laden: $C = 1\text{ F}$ ohne R_i mit externem Ladewiderstand $R = 0,56\ \Omega$

2. Entladen, $C = 1\text{ F}$

Eine Kapazität von 1 F mit einer Vorladung von 15 V soll simuliert und über einen externen Ladewiderstand von $R = 0,56\ \Omega$ auf 0 V entladen werden.



User Interface:

Main Menu -> Settings -> Function -> Capacitor Sim.

Eingabefeld „Capacitance“: 1.0 eingeben.

Eingabefeld „Start Voltage“: 15 eingeben.

Mit „OK“ bestätigen.

Funktion mit S+ -> Start starten.

Ladegerät (Prüfling) aktivieren.

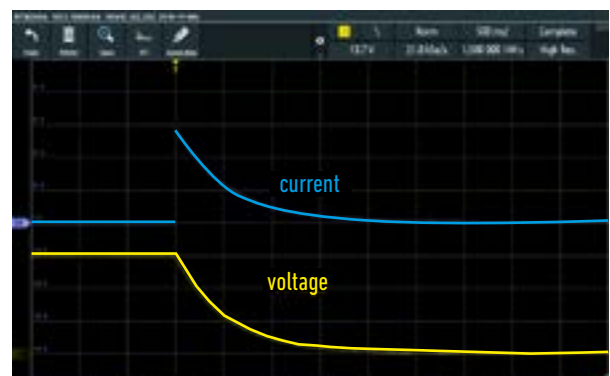
SCPI Befehle:

`FUNC:SIM:CAP:CAP 1` Sollwert der Kapazität wird auf 1 F gesetzt.

`FUNC:SIM:CAP:VOLT 15` Sollwert der Startspannung wird auf 15 V gesetzt.

`FUNC:SIM:CAP 1` Aktivierung der Kapazitäts-simulations-Funktion.

`OUTP 1` Aktivierung des Ausgangs.

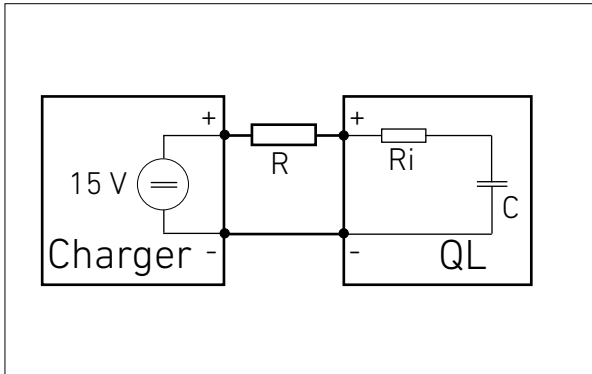


Entladen: $C = 1\text{ F}$ ohne R_i mit externem Ladewiderstand $R = 0,56\ \Omega$



3. Laden, $C = 0,8 \text{ F}$, $R_i = 0,4 \Omega$

Eine Kapazität von $0,8 \text{ F}$ ohne Vorladung mit Innenwiderstand von $0,4 \Omega$ soll simuliert und über einen externen Ladewiderstand von $R = 0,56 \Omega$ auf 15 V geladen werden.



User Interface:

Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Internal Resistance

Eingabefeld „Internal resistance“: 0.4 eingeben

Main Menu -> Settings -> Function -> Capacitor Sim.

Eingabefeld „Capacitance“: 0.8 eingeben.

Eingabefeld „Start Voltage“: 0 eingeben.

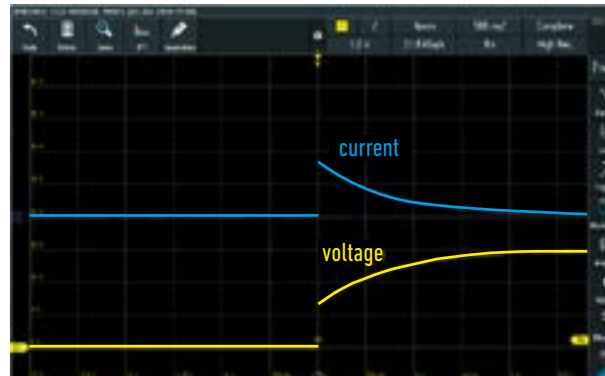
Mit „OK“ bestätigen.

Funktion mit S+ -> Start starten.

Ladegerät (Prüfling) aktivieren.

SCPI Befehle:

IRES 0.4	Sollwert für den simulierten Innenwiderstand wird auf $0,4 \Omega$ gesetzt.
FUNC:SIM:CAP:CAP 0.8	Sollwert der Kapazität wird auf $0,8 \text{ F}$ gesetzt.
FUNC:SIM:CAP:VOLT 0	Sollwert der Startspannung wird auf 0 V gesetzt.
FUNC:SIM:CAP 1	Aktivierung der Kapazitäts-simulations-Funktion.
OUTP 1	Aktivierung des Ausgangs.



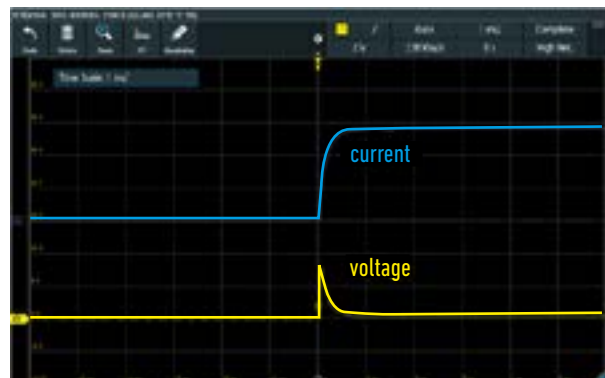
Laden: $C = 0,8 \text{ F}$ mit $R_i = 0,4 \Omega$ und externem Ladewiderstand



Hinweis:

Die Simulation von Kapazität und Widerstand unterliegt den Regelgeschwindigkeiten des Gerätes und kann daher von den theoretischen Werten abweichen.

Beim Laden bzw. Entladen kann am Start eine Spannungsspitze auftreten. Diese ist darauf zurückzuführen, dass die Regelung der Quelle-Senke mehrere $100 \mu\text{s}$ braucht, um reagieren zu können. Bei Regelgeschwindigkeit SLOW wird die Spannungsspitze größer.



Zoom in den Startpunkt des Ladevorgangs

