

Impedanzmeter-App fürs iPhone

Widerstände, Spulen und Kondensatoren mit dem iPhone messen

Impedanzmeter nicht zur Hand? Damit man in Zukunft immer eines in der Tasche hat, entwickelten Studenten an der HSR, Hochschule für Technik Rapperswil, im Rahmen einer Studienarbeit ein LCR-Meter für das iPhone.

» Ezra Bühler und Christian Käslin

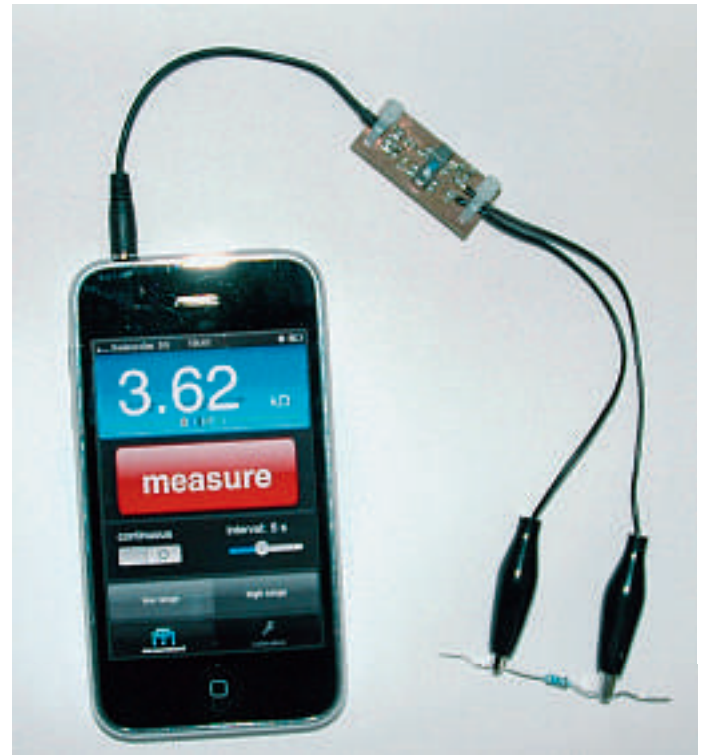
Jeder, der mit Elektronik experimentiert, kennt die Situation: Man muss einen Wert eines Bauteils kennen, hat aber gerade kein geeignetes Messgerät zur Hand. Auch mit einem Multimeter ist einem nicht immer geholfen; Schwierigkeiten gibt es spätestens dann, wenn es um das Bestimmen einer Induktivität geht. Impedanzmessbrücken sind oftmals teuer und unhandlich.

Ein Ansatz, welcher die Soundkarte eines herkömmlichen PC verwendet, wurde u. a. durch Prof. Dr. Heinz Mathis an der HSR (1) entwickelt. Bei dieser Idee hat man aber oftmals mit verschiedenen Problemen zu kämpfen. Eine Hürde ist die Vielfältigkeit der verfügbaren Audio-Hardware und deren unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften. Zudem ist auch ein Notebook nicht portabel genug, um stets zur Hand zu sein. Was aber immer verfügbar ist, ist das Mobiltelefon. Heutige Smartphones sind für diese Aufgabe leistungsstark genug und weisen selbstverständlich auch ein Audio-Interface auf. Mit der Wahl der iOS-Plattform von Apple beschränkt sich die Ziel-Hardware auf einige Modelle, sodass sich die Applikation optimal auf diese zuschneiden lässt. Dies sind somit beste Voraussetzungen für ein portables Software-LCR-Meter.

Schnittstelle für das Kabel ist der Kopfhöreranschluss

Als Schnittstelle dient der Kopfhöreranschluss des iPhones. Um damit Impedanzen messen zu können, benötigt man ein entsprechendes Kabel. Das Ziel war, dies möglichst einfach und kostengünstig zu halten, sodass man es auch zuhause zusammenbauen kann. Über eine 4-Pol-Klinkenbuchse wird es mit

iPhone mit Messkabel und installierter App



dem iPhone verbunden. Das auszumessende Bauteil Z_x kann mit zwei Krokodilklemmen kontaktiert werden. Dazwischen liegt eine Schaltung, die aus wenigen passiven Bauteilen besteht. Im Wesentlichen handelt es sich um einen Spannungsteiler. Dem zu be-

stimmenden Bauteil wird ein bekannter Widerstand vorgeschaltet, welcher sich mittels eines Schalters je nach benötigtem Messbereich wählen lässt.

Als Wechselspannungsquelle dient ein Audiokanal des Kopfhörerausgangs. Die Spannung über dem unbekanntem Element wird zum Mikrofoneingang zurückgeführt. Durch den resultierenden Spannungsabfall kann man auf den Strom rückschliessen und somit auf den Betrag des Messobjekts. Die Kondensatoren dienen zur DC-Entkopplung und indirekt auch zur Skalierung des Mess- →

Referenzen

(1) Martin Klaper und Heinz Mathis: 2-Euro-RLC-Meter-Impedanz-Messung mit der Soundkarte. *elektor* (6): pp. 48–50, 2008.



WIR BRINGEN SIE NACH NORDAMERIKA. AUF DEM SICHEREN WEG.

Es gibt viele Wege, Ihre medizinisch-elektrischen Geräte und Teile nach Nordamerika zu exportieren. Gehen Sie gleich auf Nummer sicher: mit dem Prüfzeichen von CSA International. Seit mehr als 90 Jahren entwickeln wir Sicherheitsstandards für den nordamerikanischen Markt und testen und zertifizieren Produkte. Dank unserem internationalen Netzwerk finden Sie auch in Ihrer Nähe einen fachkundigen Ansprechpartner.

Informieren Sie sich auf www.csa-international.de

Tel.: +31 26 356 3915

E-Mail: csa.europe@csa-international.org



FAEL kompakt

- FAEL: Swiss Engineering Fachgruppe für Elektronik & Informatik
- Mitglieder: 691
- Gründung: 1978
- Präsident: Thomas Hauser, Dipl.-Ing. HTL/STV
- Kontakt: Thomas Hauser, Langackerweg 10, 5003 Würenlingen, Tel. 079 573 20 27, praesident@fael.ch, www.fael.ch

signals. Den zum Eingang parallelen Widerstand braucht es, um das Kabel auch als Headset zu erkennen. Vor der ersten Messung muss man das System kalibrieren, d. h., es ist sowohl eine Messung mit offenen Klemmen als auch eine im Kurzschlussfall durchzuführen. Auf diese Weise lassen sich die Verluste des Kabels kompensieren.

Ermittlung des Impedanzwerts

Die Messung findet bei Frequenzen zwischen 500 Hz und 5 kHz statt. Eine erste Berechnung mit Berücksichtigung aller Daten liefert eine Abschätzung des Impedanzbereichs, in welchem sich der gesuchte Wert befindet. In der Hauptberechnung benutzt man nur die Daten der Frequenzen, die für den jeweiligen Bereich am geeignetsten sind.

Für die automatische Elementerkennung werden Daten aus Messungen bei mindestens drei Frequenzen benötigt. Steigt die Impedanz bei grösser werdender Frequenz, kann man auf eine Spule schliessen. Sinkt sie, ist das Messobjekt mit höchster Wahrscheinlichkeit ein Kondensator. Bleibt die Impedanz gleich, handelt es sich um einen Widerstand. Die Berechnung führt man für alle drei Modelle durch. Mittels der Methode der kleinsten Fehlerquadrate wählt man das am besten passende Modell aus. Beim Widerstand besteht das Modell aus einer ein-

fachen Mittelung der ausgewählten Messdaten.

Für die Bestimmung von Induktivitäten kommt ein Modell für nicht ideale Spulen zum Einsatz. Messungen haben ergeben, dass der Wert des Seriewiderstands bei den gewählten Frequenzen oftmals grösser ist als die Reaktanz der idealen Spule. Durch die Messung mit mindestens drei Frequenzen ist das System überbestimmt. Das Gleichungssystem löst man mit dem Gauss-Newton-Algorithmus und bestimmt so die effektive Induktivität.

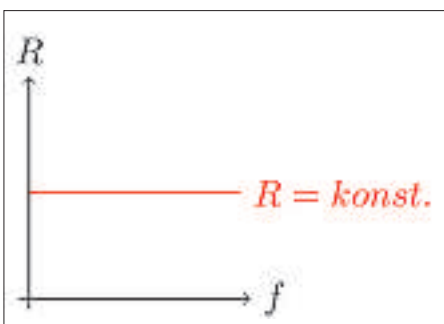
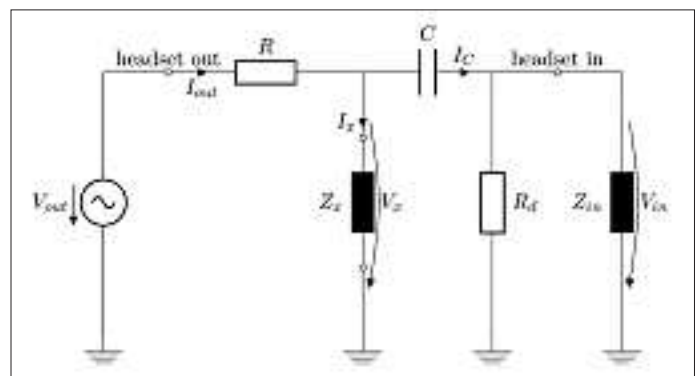
Das Modell für einen realen Kondensator enthält ausserdem einen parallelen Widerstand. Die Erfahrung zeigt, dass dieser im Bereich von mehreren $k\Omega$ bis $M\Omega$ liegt und bei den verwendeten Frequenzen viel grösser ist als das zu messende X_C . Somit kann der parasitäre Widerstand in der Berechnung vernachlässigt werden. Angezeigt werden drei Stellen des Komponentenwerts und, je nach Wahl des Modells, die entsprechende Einheit. Bei Widerständen wird zusätzlich der Farbcode aus der E-24-Reihe eingeblendet.

iPhone-Programmierung ist kostenlos

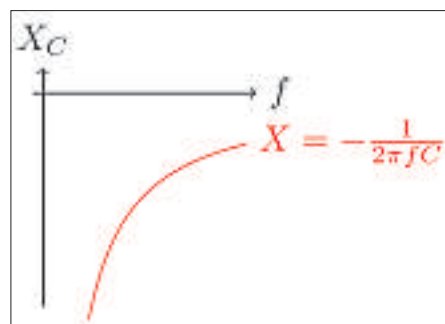
Wer einen Computer von Apple besitzt und sich in der iPhone-Programmierung versuchen möchte, kann die iPhone-SDK samt

Xcode von Apples Entwickler-Portal auf die Festplatte laden. Lediglich eine kostenlose Registrierung ist nötig. Mithilfe der mitgelieferten Beispiele und der ausführlichen Dokumentation sollte ein C-Programmierer, für den die objektorientierte Programmierung kein Fremdwort ist, rasch ein erstes App im Simulator starten können. Wer objektorientiertes Programmieren wie Java und C++ gewohnt ist, wird ein wenig umdenken müssen. Objective-C ist ein Superset von C. Das heisst, jeglicher prozedurale Code kann in gewohnter Manier geschrieben werden. Die objektorientierte Syntax wurde hingegen von Smalltalk inspiriert und ist daher etwas gewöhnungsbedürftig. Möchte man nun sein App auf dem eigenen iPhone testen und später in den App Store stellen, benötigt man einen iPhone-Entwickler-Account, der für 99 Dollar pro Jahr erhältlich ist. Das iLCRmeter-App wurde noch nicht in den App Store gestellt, da noch einige Bedenken herrschen bezüglich der Zulassung dieser Software-Hardware-Kombination durch Apple. Doch ersten Beta-Testern wurde die Software per Ad-hoc-Distribution verteilt. Diese gestattet es, das App auf 100 eingetragenen Geräten per Wifi oder über iTunes zu installieren und für eine begrenzte Zeit zu verwenden.

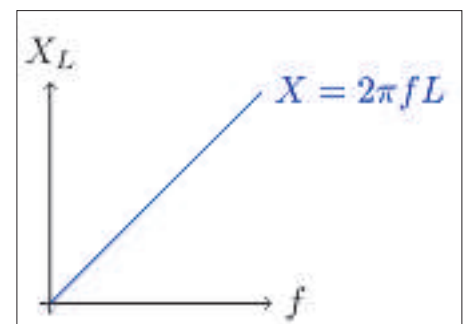
Messschaltung des Impedanzmeters fürs iPhone



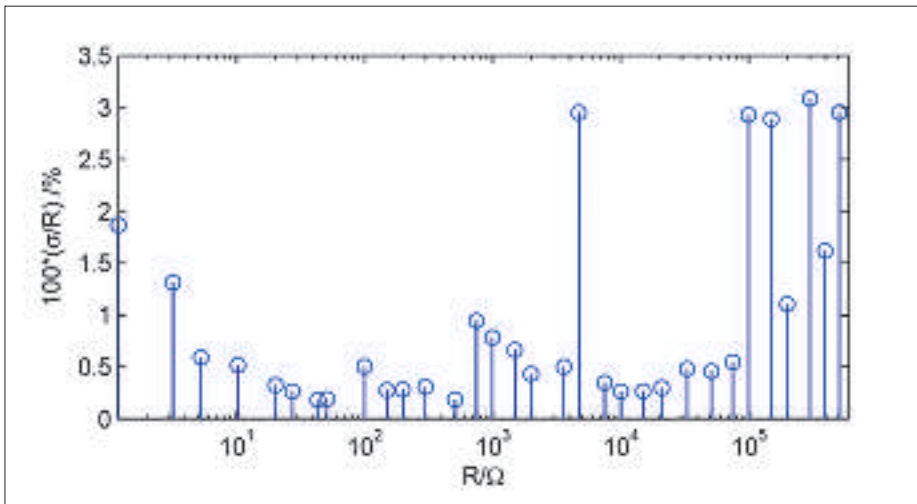
Widerstand



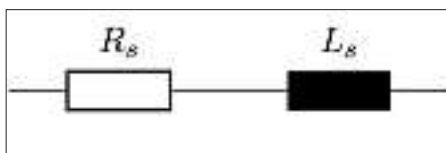
Kondensator



Spule



Variationskoeffizient als Funktion des Widerstandsmesswerts



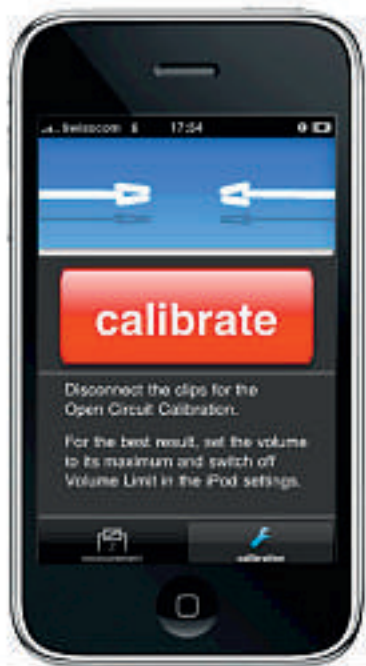
Modell einer realen Spule

```

- (IBAction) click: (id) sender {
    Messung_wiring = [NSNumber numberWithInt:kMeasurement];
    [self startMeasurement];
    [self startMeasurement];
    [self startMeasurement];
}

```

Code-Beispiel in Objective-C



Darstellung der Kalibrierung

Das Resultat ist sehr erfreulich

Neben den iPhone-Versionen ab dem 3G fanden auch erfolgreiche Tests mit dem iPod Touch der zweiten Generation und dem ersten iPad statt. Aus den Daten von zehn Testgeräten ergab sich für die Widerstände ein Variationskoeffizient (relative Standardabweichung) von unter 1 Prozent.

Bei der Messung von Induktivitäten liess sich eine relativ grosse, aber systematische Abweichung feststellen. Mit der neuen Erkenntnis fand eine Überarbeitung des Algorithmus für die Spulenmessung statt, wodurch der Messfehler auf unter 2 Prozent sank. Für Kondensatoren erwies sich das jetzige Kabel als suboptimal. Die Studenten gestalteten die Software aber so, dass sie sich für neue Designs einfach erweitern lässt.

Zusammenfassung

Das Messkabel mit dem iPhone verbinden, App starten und schon besitzt man ein praktisches Werkzeug zum Bestimmen von Widerständen, Kapazitäten und Induktivitäten, das sich als besonders hilfreich bei SMD-Bauteilen erweist. <<

Infoservice

FAEL, Thomas Hauser
Langackerweg 10, 5003 Würenlingen
Tel. 079 573 20 27
praesident@fael.ch, www.fael.ch

BEWEGTE SENSORIK? SICHERE FUNK- VERBINDUNG!

WIRELESS
IP67 REMOTE IO
FÜR PROFIBUS



SAI WIRELESS

- **Effizient:** In beweglichen Applikationen erspart eine drahtlose Verbindung einen Schleifringübertrager oder ein Schleppkettenkabel und erhöht damit die Verfügbarkeit und reduziert die Wartungskosten.
- **Einfach:** Direkte und einfache Integration in PROFIBUS Netze ohne Buskoppler.
- **Realtime:** Die variable Leistungsanpassung bietet eine sichere und schnelle drahtlose Kommunikation mit einer Zykluszeit von bis zu 10 ms.

www.weidmüller.com

Elektronik –
Made by Weidmüller

Weidmüller