



Veelbelovend project:

nieuwe LCR-meter 50 Hz...2 MHz

precisie en gebruiksgemak



Jean-Jacques Aubry (Frankrijk)

Iets meer dan zeven jaar geleden is in Elektor een serie artikelen verschenen over mijn precisie-LCR-meter. Meer dan vijfhonderd lezers hebben dit apparaat toen met goed gevolg gebouwd met de onderdelenkit van Elektor. Dit succes bood me de motivatie om een nieuwe LCR-meter te ontwerpen, niet zozeer om de nauwkeurigheid nog te overtreffen maar om het gebruiksgemak te vergroten.

Elektor Kickstarter?

Dit project is een van de eerste die de nieuwe Elektor Kickstarter-module van ons online LAB gebruikt. Het doel is om enig inzicht te krijgen in de interesse die binnen onze gemeenschap voor dit project bestaat en op basis daarvan een passend aantal kits te produceren.

Dat gaat zo:

1. zoek het project op in het online LAB van Elektor (www.elektor.com/lcr)
2. klik op 'Read more' in de rechterkolom, naast het raketje.
3. U ziet dan een prijsindicatie en productdetails zoals die op dit moment bekend zijn.
4. Als u het product later wilt kopen: klik op 'Back This Project'
5. Vul uw e-mailadres in.
6. Klaar!



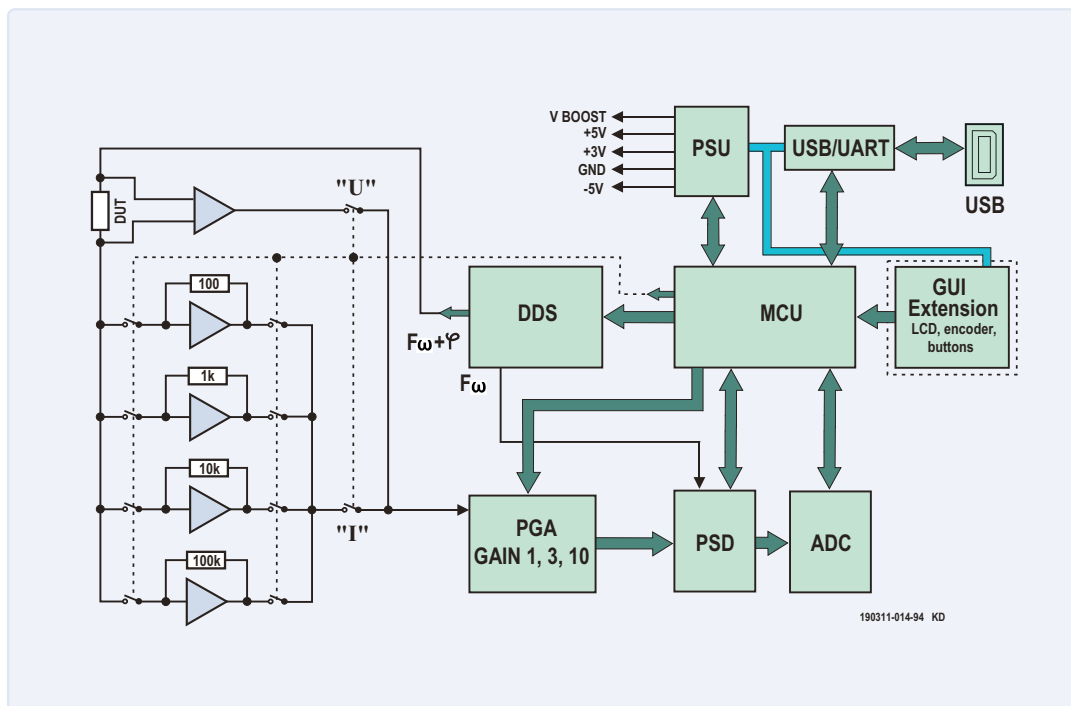
U hoeft niet vooraf te betalen en u verplicht zich tot niets: u kunt op elk moment annuleren als u niet langer geïnteresseerd bent. We zullen u per e-mail informeren over de kickstarter-status, de productie en de datum dat het product beschikbaar komt.

Voor we het vergeten:

Al onze 'backers' krijgen een leuke korting wanneer het product in onze shop ligt!

Betere naam

Elektor Kickstarter: we kunnen en willen de naam Kickstarter niet blijven gebruiken. Er loopt momenteel een wedstrijd(je) waarbij we u vragen om een betere naam te vinden: www.elektor.nl/kickstarter



Figuur 1. Blokschema van de nieuwe LCR-meter. Alle functies zitten op de hoofdprint met uitzondering van het display en de bedieningselementen, die op een aparte print zijn ondergebracht (GUI Extension in de figuur, met stippellijn omkaderd).

De uitdaging die ik mezelf stelde had betrekking op gebruiksgemak en uitgebreidere functionaliteit:

- › testfrequentie van 50 Hz tot 2 MHz
- › keuze uit 4 testspanningen: 100 mV, 200 mV, 500 mV of 1 V rms
- › toevoeging DC-bias: tot 5 V voor condensatoren en tot 50 mA voor spoelen

Om eventuele reserves tegen te gaan waartoe een apparaat van deze klasse (ten onrechte!) aanleiding zou kunnen geven, heb ik bijzondere aandacht besteed aan een eenvoudige ingebruikneming (kalibratie vindt automatisch plaats) en aan de ergonomie: een draai-encoder zorgt in combinatie met 5 multifunctionele drukknoppen en een 240×128 pixel grafisch LC-display voor een gemakkelijke en intuïtieve navigatie door de menu's en voor verandering van de frequentie – en natuurlijk voor de presentatie van de meetresultaten.

Grensverleggend

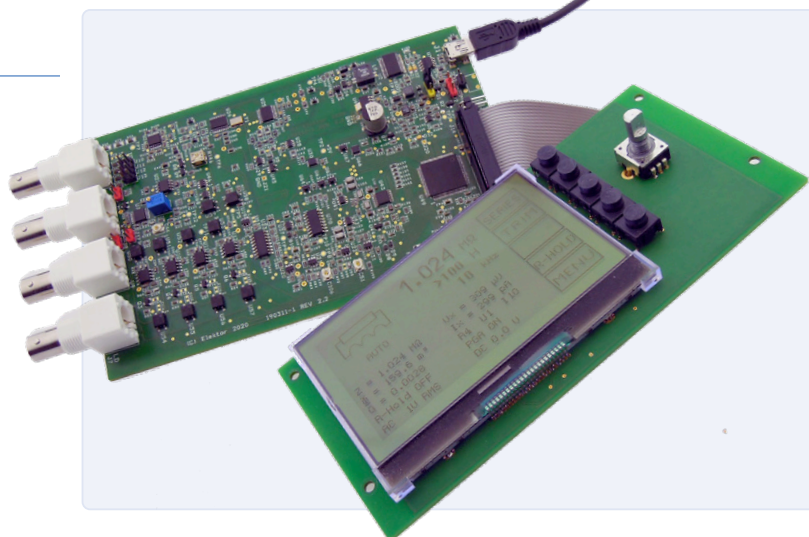
Om passieve elektronische componenten (weerstanden, condensatoren, spoelen) te meten is de impedantie (Z) een belangrijke parameter. Om deze te bepalen hebt u ten minste twee waarden nodig (amplitude en fase), meestal de spanning over de component en de stroom door die component. Net als zijn voorganger uit 2013 gebruikt de nieuwe LCR-meter de zelfbalancerende brug, waarvan de stroom-/spanningsconverter een eenvoudige opamp is. De methode is eenvoudig, de precisie goed, de kosten redelijk. Het belangrijkste nadeel is het beperkte frequentiebereik van de opamp. Bij de meeste vergelijkbare meetinstrumenten is de hoogste frequentie beperkt tot 100 of 200 kHz. Ik ben erin geslaagd de

hoogste frequentie op te voeren tot 2 MHz zonder de kosten buitensporig te verhogen en zonder de eenvoud van de constructie in gevaar te brengen.

Het project zal in het volgende nummer in detail worden beschreven. Het bestaat uit twee printen.

Een hoofdprint waarvan de functies in het blokschema van **figuur 1** zijn geschetst):

- › ingangsschakeling: de te testen component (*Device Under Test*, DUT) krijgt een testsignaal. Om de invloed van de aansluitdraden te verminderen, wordt de meting uitgevoerd met een vijfdrads-configuratie;
- › sinusgenerator: de directe frequentiesynthese (DDS) die wordt gebruikt om de testfrequentie te produceren, maakt het mogelijk om werkelijk elke frequentie in een bereik van 50 Hz tot 2 MHz te genereren, plus een signaal met dezelfde frequentie maar met variabele relatieve fase voor de synchroondetector;
- › versterker met programmeerbare versterking (PGA): levert een versterking van 1, 3 of 10 maal om de fase-detector onder de best mogelijke omstandigheden te laten werken;
- › fase-detector (PSD): heeft een perfecte blok-golf nodig met dezelfde frequentie als de generator, maar waarvan de relatieve fase kan worden gevarieerd. Deze fasevariatie van het schakelsignaal ten opzichte van de sinus maakt meting van de in-fase- of kwadratuurcomponenten van het ingangssignaal mogelijk;
- › de microcontroller, een 24-bit ADC, de USB-gateway en de voeding.



Figuur 2. De combinatie van hoofdprint en displayprint resulteert in een stand-alone apparaat. Het is echter ook mogelijk om alleen de hoofdprint in combinatie met een PC te gebruiken.

Een display- en bedieningsprint:

- › grafische weergave;
- › 5 multifunctionele druktoetsen (op het display weergegeven) en een draai-encoder.

Wie doet mee?

De eigenschappen van de LCR-meter zijn in onderstaande **tabel** samengevat.

Het verdient aanbeveling mijn project te volgen op de Elektor Labs-site: www.elektor.com/lcr. Voordat met de productie van de kit wordt begonnen, lanceert Elektor een ondersteuningscampagne: als u geïnteresseerd bent in dit project en de kit wilt aanschaffen, kunt u zich (vrijblijvend) aanmelden – we geloven u op uw woord. De productie van de kit wordt gestart als er 150 belangstellenden zijn. In ruil voor uw ondersteuning kunt de kit tegen een gereduceerde prijs aanschaffen.

De kit van de LCR-meter bevat:

- › hoofdprint met alle SMD's gemonteerd;
- › displayprint met alle SMD's gemonteerd;
- › through-hole componenten voor de beide printen (LCD met achtergrondverlichting, connectoren, drukknoppen, draai-encoder met knop);
- › flatcable om het display op de hoofdprint aan te sluiten;
- › mini-USB-kabel voor verbinding met de PC en voor firmware-updates;
- › aluminium Hammond-behuizing met geboorde en gefreesde panelen;
- › schroeven
- › Kelvin-clip met testkabel voorzien van vier BNC-connectoren
- › handleiding

200309-04

Belangrijkste specificaties

Display	• Parameterwaarden (primair en secundair) • Vervangingsschema: serie of parallel • Frequentie • Z • ϕ • Q of D • DUT-spanning en -stroom (U_x en I_x) • Testspanning (AC) en DC-bias • Range hold status (R_Hold) • (rechts) labels van de multifunctionele druktoetsen	
Meetbereik	parameter	waarde
	L	10 nH → 100 H
	C	1 pF → 100 mF
	R, $ Z $	10 mΩ → 100 MΩ
	Q	0 – 5000 voor display
	Φ	– 90,00 ° / +90,00 °
Testfrequenties	50 Hz tot 2 MHz in 54 vooraf ingestelde stappen + elke willekeurige frequentie in het bereik	
Stroomverbruik	Met display-/bedieningsprint	5 V / 420 mA
PC-software	Windows, MacOSX	

Testcondities

Onbelaste testspanning	4 waarden: 0,1 V _{eff} , 0,2 V _{eff} , 0,5 V _{eff} , 1 V _{eff} ± 5 %
DC-bias	voor C: 0 ... 5 V voor L: 0 ... 50 mA

Nauwkeurigheid primaire parameter (R, L, C)

Conditie*	Na kalibratie en aansluitend gebruik van een voor de DUT geschikte testfrequentie (bij hoge frequenties worden de parasitaire componenten erg belangrijk)
Nauwkeurigheid	tot ± 0,1 % ± 1 digit

Diversen

Meetverbindingen	4-draads Kelvin met BNC-connectoren
Voeding	5 V _{DC} ± 5 % via mini-USB-connector