



Projet prometteur :

nouveau LCR-mètre 50 Hz - 2 MHz

Précision et confort de mesure

Jean-Jacques Aubry

Il y a un peu plus de sept ans, Elektor publiait une série d'articles sur mon LCR-mètre 0,05%. Plus d'un demi-millier de lecteurs ont réalisé cet appareil avec succès à partir du kit proposé par Elektor. Content de ce succès, j'y ai aussi trouvé la motivation pour concevoir un nouveau LCR-mètre qui n'aurait pas pour ambition de faire mieux sur l'extrême voire l'excessive précision, mais sur le confort d'utilisation.

Elektor Kickstarter?

Ce projet est l'un des premiers à utiliser le nouveau module Kickstarter d'Elektor Labs en ligne. Notre objectif est de mesurer l'intérêt suscité par ce projet parmi nos lecteurs afin d'adapter au mieux le nombre de kits que nous allons produire..

Comment participer ?

- 1 Recherchez le projet en ligne sur Elektor Labs (www.elektor.com/lcr)
- 2 Cliquez sur «En savoir plus» dans la colonne de droite, à côté de la fusée.
- 3 La description des produits et les prix sont conformes à la situation actuelle.
- 4 Si vous souhaitez acheter ultérieurement : cliquez sur «Retour à ce projet».
- 5 Saisissez votre adresse électronique
- 6 C'est tout.



Il n'y a ni paiement préalable ni conditions à remplir : vous pouvez annuler à tout moment si vous n'êtes plus intéressé. Nous vous informerons par courrier l'avancement du projet, de la production et du délai de livraison.

Ah ! oui... j'oubiais...

Quand le produit sera disponible dans notre boutique, nos bailleurs de fonds bénéficieront tous d'une belle remise !

Changer de nom

Elektor Kickstarter : nous ne pouvons pas continuer d'utiliser ce nom. Participez au concours qui permet à chacun de nous aider à trouver un meilleur nom : www.elektormagazine.fr/news/elektor-kickstarter-pledge-euh

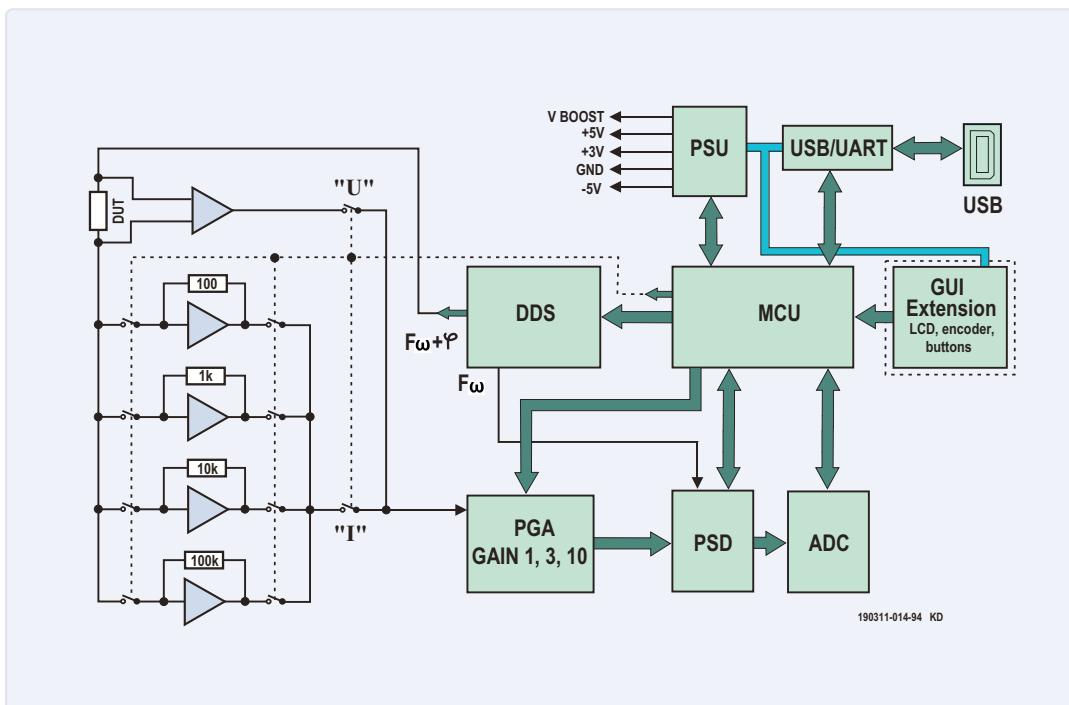


Figure 1. Synoptique du nouveau LCR-mètre. Toutes les fonctions sont sur la même carte, sauf l'afficheur, les organes de commande et les extensions possibles, réunis sur une deuxième carte (bloc GUI Extension entouré de pointillés).

Le défi que je me suis lancé portait sur le confort de mesure et des fonctions étendues :

- fréquence de test de 50 Hz à 2 MHz
- choix de 4 tensions de test : 100 mV, 200 mV, 500 mV ou 1 V efficace.
- polarisation continue additionnelle en tension jusqu'à 5 V pour les condensateurs, et en courant jusqu'à 50 mA pour les inductances.

Pour vaincre les réticences qu'un appareil de cette classe pourrait inspirer (à tort), j'ai apporté une attention particulière à la facilité de sa mise en œuvre (les calibrations sont automatisées) et à l'ergonomie : un codeur rotatif associé à 5 boutons poussoirs à fonctions multiples et un afficheur graphique LCD 240 x 128 pixels permettent de naviguer facilement et intuitivement dans les menus, de changer de fréquence et bien entendu d'afficher les mesures.

Repousser les limites

Pour caractériser les composants électroniques passifs (résistance, condensateur, inductance), l'impédance (Z) est un paramètre important. Pour déterminer cette impédance, il faut au moins deux valeurs (en grandeur et en phase), généralement la tension aux bornes du composant et le courant qui le traverse. Comme son prédecesseur de 2013, le nouveau LCR-mètre utilise la méthode du pont auto équilibré, dont le convertisseur courant/tension est un simple amplificateur opérationnel. La méthode est simple, la précision bonne, le coût raisonnable. Son principal inconvénient est la limitation par l'amplificateur opérationnel de la gamme de fréquences. La plupart des instru-

ments de mesure similaires ont une fréquence haute limitée à 100 ou 200 kHz. J'ai réussi à repousser la fréquence haute à **2 MHz** sans augmentation exagérée du coût, et sans compromettre la simplicité de réalisation.

Ce projet sera décrit en détail dans le prochain numéro. Il comporte deux cartes.

Une carte principale dont les fonctions apparaissent sur le synoptique (fig 1) :

- **Circuit d'entrée** : le composant à tester (DUT) se voit appliquer un signal de test. Pour réduire l'influence des cordons, la mesure se fait avec une configuration à 5 connexions (dont le blindage)
- **Générateur sinusoïdal** : la synthèse directe de fréquence (DDS) utilisée pour produire la fréquence de test, permet d'obtenir à la fois n'importe quelle fréquence dans la gamme de 50 Hz à 2 MHz, et un signal de même fréquence, mais à phase relative variable, pour le détecteur synchrone.
- **Amplificateur à gain programmable (PGA)** : pour procurer un gain de 1, 3 ou 10 afin d'attaquer le PSD dans les meilleures conditions.
- **Détecteur de phase (PSD)** : nécessite un signal parfaitement carré, à la même fréquence que le générateur, mais dont on puisse faire varier la phase relative. Cette variation de phase du signal de commutation par rapport à la sinusoïde permet de faire les mesures des composantes en phase ou en quadrature du signal d'entrée.
- **Le microcontrôleur**, un CA/N à 24 bits, la **passerelle USB** et **l'alimentation**

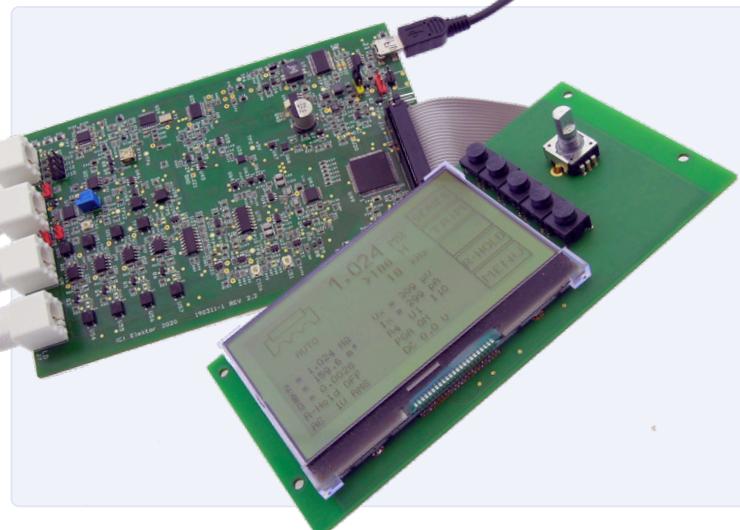


Figure 2. La combinaison carte principale + extension permet de réaliser un appareil autonome. Il est aussi possible d'utiliser la carte principale avec un PC.

Une carte d'affichage et d'interface avec l'utilisateur :

- Afficheur graphique
- 5 boutons à fonctions multiples (affichées sur l'écran) et un codeur rotatif

Sur l'honneur

Les caractéristiques du LCR-mètre sont résumées dans le **tableau** ci-dessous. Je vous recommande de suivre mon projet sur le site Elektor Labs : www.elektor.com/lcr. Avant d'engager la production du kit, Elektor lance une campagne de soutien : si vous êtes intéressé par la réalisation de ce projet et désirez en acquérir le kit, vous pouvez vous inscrire sans engagement formel contraignant, simplement sur l'honneur. La production du kit sera lancée à partir de 150 promesses. En échange de votre engagement, le kit vous sera proposé à prix réduit.

Le kit du LCR-mètre comprendra :

- **Carte principale** préassemblée avec tous les CMS soudés
- **Carte d'affichage** préassemblée avec tous les CMS soudés
- **Composants traversants** pour les deux circuits imprimés (afficheur LCD rétroéclairé, connecteurs, boutons poussoirs, codeur rotatif, bouton)
- **Câble en nappe** pour connecter l'afficheur et la carte principale
- **Câble mini-USB** pour la connexion au PC et les mises à jour du microprogramme
- **Coffret en alu Hammond, façades percées et fraîsées**
- Visserie **Clip Kelvin avec câble de test à 4 fiches BNC**
- Manuel ➤

200309-01

Caractéristiques techniques résumées

Affichage	<ul style="list-style-type: none"> • Valeurs des paramètres (principal et secondaire) • Circuit équivalent : série ou parallèle • Fréquence • Z • ϕ • Q ou D • Tension et courant du DUT (V_x et I_x) • Tension de test (AC) et valeur de la polarisation continue (DC) • État du gel de gamme (R_Hold) • (sur la droite) le label des boutons à fonction variable 												
Domaine de mesure	<table border="1"> <thead> <tr> <th>paramètres</th><th>valeur</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L</td><td>$10 \text{ nH} \rightarrow 100 \text{ H}$</td></tr> <tr> <td>C</td><td>$1 \text{ pF} \rightarrow 100 \text{ mF}$</td></tr> <tr> <td>R, Z</td><td>$10 \text{ m}\Omega \rightarrow 100 \text{ M}\Omega$</td></tr> <tr> <td>Q</td><td>0 – 5000 pour affichage</td></tr> <tr> <td>Φ</td><td>$-90,00^\circ / +90,00^\circ$</td></tr> </tbody> </table>	paramètres	valeur	L	$10 \text{ nH} \rightarrow 100 \text{ H}$	C	$1 \text{ pF} \rightarrow 100 \text{ mF}$	R, $ Z $	$10 \text{ m}\Omega \rightarrow 100 \text{ M}\Omega$	Q	0 – 5000 pour affichage	Φ	$-90,00^\circ / +90,00^\circ$
paramètres	valeur												
L	$10 \text{ nH} \rightarrow 100 \text{ H}$												
C	$1 \text{ pF} \rightarrow 100 \text{ mF}$												
R, $ Z $	$10 \text{ m}\Omega \rightarrow 100 \text{ M}\Omega$												
Q	0 – 5000 pour affichage												
Φ	$-90,00^\circ / +90,00^\circ$												
Fréquences de test	50 Hz à 2 MHz en 54 pas prédefinis + une fréquence quelconque dans la gamme												
Consommation	Avec l'extension afficheur/clavier												
Logiciels PC	pour Windows, MacOSX												
Conditions du test :													
Tension de test à vide	4 valeurs : $0,1 V_{\text{eff}}$, $0,2 V_{\text{eff}}$, $0,5 V_{\text{eff}}$, $1 V_{\text{eff}} \pm 5\%$												
Polarisation continue	Pour C : 0 à 5 V Pour L : 0 à 50 mA												
Précision du paramètre principal (R, L, C) :													
Conditions*	Après calibration puis utilisation d'une fréquence de test en adéquation avec le DUT (aux hautes fréquences les composantes parasites prennent beaucoup d'importance)												
Précision	Jusqu'à $\pm 0,1 \% \pm 1$ du dernier chiffre												
Divers :													
Connexions de mesure	4 fils Kelvin sur connecteurs BNC												
Alimentation	$5 V_{\text{DC}} \pm 5\%$, par le connecteur mini-USB												