

# des solutions à vos problèmes de développement de systèmes embarqués les plus délicats

Par Stuart Cording,  
pour Mouser Electronics

Le développement de systèmes embarqués offre aux ingénieurs de nombreuses opportunités... et bien davantage de défis aussi divers et variés ! La combinaison de l'électronique, des logiciels et des systèmes nous ouvre la possibilité de nous plonger dans le domaine analogique pour résoudre un problème de synchronisation numérique, examiner des problèmes complexes de boucle de contrôle ou évaluer la qualité des relevés réalisés par des capteurs. Ainsi, pour mieux répondre aux besoins des développeurs et si possible leur faciliter la vie, les fabricants d'équipements de test n'ont cessé de proposer de nouvelles fonctions intelligentes, davantage de connectivité et même des applications pour smartphones.

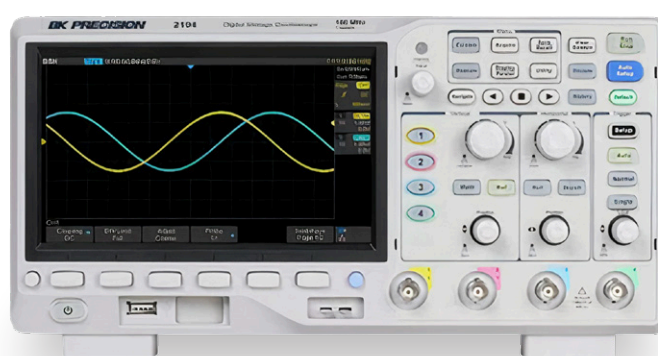


Figure 1. Le modèle 2194 de B&K Precision dispose d'une profondeur de mémoire impressionnante de 14 Mpts. Une fonction de recherche permet de trouver facilement les anomalies de signal.

Par exemple, les oscilloscopes ne se contentent plus d'afficher tout simplement la tension par rapport à un axe temporel. Ils sont désormais capables de réaliser des calculs complexes sur la base des signaux entrants à des fins d'analyse, de décoder des communications de données en série et de déclencher des signaux complexes. Il existe également des oscilloscopes « soft » qui reposent sur la technologie FPGA et qui ressemblent davantage à des laboratoires miniatures. Ces appareils offrent toute la gamme standard de mesures prêtes à l'emploi, mais ils peuvent aussi être configurés pour des tâches plus spécifiques grâce à leurs fonctions programmables. Si vous n'avez rien contre le fait d'utiliser votre ordinateur portable comme écran et si vous manquez de place dans votre laboratoire, ce type d'oscilloscope est un choix tout à fait judicieux.

## Recherche de runts avec un oscilloscope

L'avènement de l'oscilloscope numérique a rendu la recherche des causes de problèmes beaucoup plus simple en comparaison à l'ancienne méthode qui consistait à prendre une photo de l'écran CRT. Les équipements

modernes se connectent facilement à des réseaux ou à des ordinateurs, ce qui permet de partager et d'analyser les signaux relevés et simplifie la configuration de l'appareil et les procédures de tests automatisés. À cet égard, le modèle 2194 [1] de B&K Precision ne semble pas très différent de la plupart des autres oscilloscopes à quatre voies du marché (voir **figure 1**). Cependant, comme pour tout investissement important, nous recommandons de consulter son manuel d'utilisation afin de découvrir toutes les possibilités qu'offre cet appareil.

Avec une belle largeur de bande d'entrée de 100 MHz, un taux d'échantillonnage maximal de 1 Géch/s et un écran TFT de 7 pouces avec une résolution de 800 × 480 pixels, le 2194 est aussi bien équipé que des appareils similaires valant parfois plus du double de prix. Ne pesant que 2,6 kg pour des dimensions de 31 × 15 × 13 cm, il est facile à déplacer et sera peu encombrant dans votre laboratoire. Les connecteurs BNC et USB pour supports de stockage sont facilement accessibles sur la face avant, tandis que le panneau arrière comporte un port USB pour le contrôle, un port Ethernet et la sortie de déclenchement BNC (qui sert également de sortie pass/fail

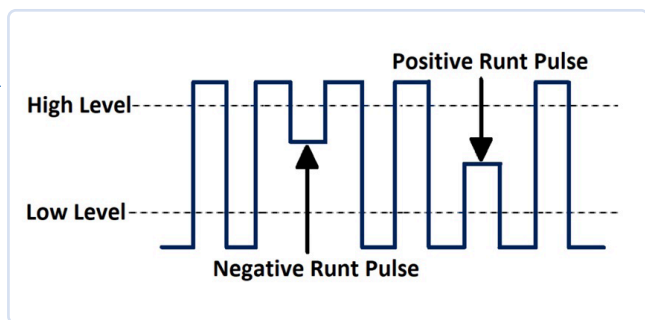


Figure 2. Les impulsions runt, provoquées par des problèmes avec les circuits de commande, peuvent être utilisées comme déclencheur ou identifiées dans les signaux capturés grâce à la fonction de recherche du 2194.

pour l'automatisation des tests). L'appareil est également doté d'un point de fixation pour câbles antivol comme ceux utilisés avec les ordinateurs portables. Pour l'analyse du signal, l'appareil propose 38 types de paramètres de mesure et de statistiques, dont les valeurs comptage, écart type, temps de montée et de descente et crête à crête. Il décode aussi les protocoles de bus série I<sup>2</sup>C, SPI, UART, CAN et LIN.

Son taux de rafraîchissement de 100 000 wfms/s permet de détecter les glitches et autres événements peu fréquents. La profondeur de sa mémoire est elle aussi impressionnante. Avec 14 Mpts disponibles, elle permet de capturer de longues périodes de signaux qui peuvent ensuite être analysées à l'aide de la fonction zoom afin d'y détecter d'éventuelles anomalies. Si la recherche d'anomalies dans des ensembles de données aussi volumineux tient du défi, la fonction de recherche du 2194 permet de détecter toute une gamme d'événements grâce aux options « Front » (Edge), « Pente » (Slope), « Impulsions » (Pulse) et « Intervalle » (Interval).

Les développeurs sont souvent mis au défi de trouver les signaux numériques incorrectement transmis. Appelés *impulsions runt* (voir **figure 2**), ces signaux apparaissent lorsque la vitesse de balayage est insuffisante pour atteindre le niveau logique souhaité dans le temps requis. Le 2194 peut retrouver les impulsions runt grâce à sa fonction de recherche, mais il peut aussi les retrouver en les utilisant comme déclencheur. Il faut pour cela définir un niveau de déclenchement supérieur et inférieur. Lorsqu'un signal franchit un seuil mais pas l'autre, le déclencheur capture la forme d'onde à des fins d'analyse. Cette démarche permet de résoudre beaucoup plus simplement les pannes intermittentes autrement difficiles à trouver.

### Le Moku:Go de Liquid Instruments

Pour les personnes qui sont toujours en déplacement ou qui travaillent sur le terrain,

un oscilloscope traditionnel est généralement trop lourd et trop encombrant à transporter. Heureusement, il existe des alternatives intéressantes pour peu que l'on consente à utiliser son ordinateur portable comme interface graphique. L'une d'entre elles est le Moku:Go [2] de Liquid Instruments. Il s'agit d'une unité compacte de 24 × 3,8 × 13 cm pour un poids de seulement 750 g (voir **figure 3**). Grâce à sa conception basée sur la technologie FPGA, le Moku:Go rassemble huit instruments en un avec, entre autres, une fonction oscilloscope de 30 MHz et un analyseur de spectre en temps réel, un générateur de forme d'onde de 20 MHz, un contrôleur PID et un générateur de forme d'onde arbitraire.

Le Moku:Go Mo dispose de deux entrées analogiques, deux sorties analogiques et 16 E/S numériques. Une connectique USB-C permet de le connecter facilement à tout ordinateur Windows ou Mac. Par rapport au modèle Mo, le M1 dispose en plus d'un bloc d'alimentation (PSU) programmable à deux canaux pour -5 V à +5 V et 0 V à 16 V à 150 mA livré avec les câbles nécessaires. Le M2 est quant à lui équipé de deux blocs d'alimentation programmables supplémentaires de 0,6 V à 5 V jusqu'à 1 A par canal ainsi que d'une connectivité Ethernet.

Bien que ces blocs d'alimentation programmables ne semblent pas constituer une option absolument indispensable, leur présence s'avère tout à fait intéressante lorsque l'on se rend compte que le courant consommé peut être utilisé comme paramètre dans les configurations de test, comme on peut le voir dans la note d'appli-

cation « Évaluation de convertisseur à l'aide du TI TPS63802EVM » [3] expliquant comment mesurer l'efficacité d'un convertisseur buck-boost. Les blocs d'alimentation couplés aux deux canaux analogiques sont plus que suffisants pour mesurer l'efficacité, tandis que le canal Math, lorsqu'il est équipé de la résistance de charge, fournit aisément la nécessaire puissance en watts. Il est également possible d'automatiser les mesures à l'aide d'API de programmation Python, MATLAB et LabView.

Nous ne pouvons pas examiner tous les aspects du Moku:Go ici, mais nous pouvons tout de même mentionner ses impressionnantes notes d'application ainsi [4] que l'application elle-même [5] avec son interface graphique claire et ordonnée. Un mode démo vous permet en plus d'essayer toutes les différentes fonctionnalités. Vous pourrez ainsi vous rendre compte du zoom avant et arrière sur les axes X et Y ainsi que de la configuration des canaux et des fonctions mathématiques. Si vous hésitez encore à acquérir cet outil, l'application pourra donc vous aider à prendre une décision.

### Tester et compartimenter les composants

La conception d'une alimentation nécessite une excellente compréhension des inductances et des condensateurs utilisés. Il se peut que par souci de précision, chaque composant doive être testé et compartimenté. Que ce soit en laboratoire ou à l'usine, la série T3LCR [6] de compteurs LCR de Teledyne LeCroy pourra vous être d'une aide précieuse



Figure 3. Le Moku:Go est un véritable laboratoire miniature regroupant les capacités de mesure de huit appareils de test dans un boîtier à peine plus large que la main.



Figure 4. Dans le laboratoire de conception, le T3LCR de Teledyne LeCroy peut être utilisé pour caractériser les composants tandis que, dans un environnement de production, il peut être utilisé pour compartimenter les composants.

Figure 5. Les instruments de mesure de la série 250W d'Extech permettent de mesurer toute une série de paramètres environnementaux comme le niveau sonore, le régime, le flux lumineux, l'humidité relative et la vitesse de l'air.



(voir **figure 4**). Doté d'un grand écran TFT de 3,5 pouces, cet appareil est facilement configurable pour des mesures à quatre fils par le panneau avant ou via ses ports USB ou RS-232C. Les trois modèles T3LCR prennent en charge des fréquences de test de 10 Hz à 2 kHz, 100 kHz ou 300 kHz avec une précision de base de 0,05 %.

Des fonctionnalités comme le contrôle automatique de niveau (ALC) permettent de fournir aux dispositifs MLCC une tension de test constante, tandis que le courant de test réglable convient aux mesures d'inductance. Une polarisation CC interne réglable de  $\pm 2,5$  V peut être utilisée pour simuler simultanément le CA et le CC afin d'évaluer la variation de capacité. En mode de mesure de liste, il est possible de collecter jusqu'à 10 paramètres de mesure automatisés de façon à permettre la caractérisation des composants et les éventuelles tendances de variation. Le T3LCR dispose à l'arrière d'un connecteur DB-25 pour assurer l'interface avec un gestionnaire lors du compartimentage des composants et prend en charge jusqu'à dix compartiments. Des mesures de modèles équivalents en série et en parallèle sont disponibles pour la résistance, l'inductance et la capacité. L'appareil permet de relever une douzaine de paramètres supplémentaires, notamment le facteur de dissipation (D), le facteur de qualité (Q), l'angle de phase et la résistance au courant continu.

## Assurer le suivi de son environnement

Lorsque l'on développe un système embarqué, il est souvent nécessaire de comparer les données de capteurs collectées par

le microcontrôleur avec des résultats de mesures réalisées par des équipements de test professionnels. D'autres fois, il est nécessaire de procéder à des relevés de mesures sur une longue période dans le cadre de tests de l'environnement. La série d'instruments de mesure de paramètres environnementaux connectés Bluetooth 250 W [7] d'Extech est l'outil idéal pour ce type de situation (voir **figure 5**). Ces appareils permettent en effet de mesurer un large éventail de paramètres : régime (tr/min), intensité lumineuse, humidité relative, niveau sonore ou encore vitesse de l'air. Grâce à leurs dimensions compactes (54 x 28 x 120, 176 mm), les unités tiennent facilement dans la main. Un grand écran LCD éclairé en facilite la lecture.

Le RPM250W est un tachymètre laser avec une plage de mesure de 10 à 99 999 tr/min et une précision de 0,04 %. Le LT250W mesure l'intensité lumineuse jusqu'à 100 000 lux. Le débitmètre d'air compact AN250W affiche les résultats en pieds/min, m/s et nœuds ainsi que la température de l'air ambiant. Pour le niveau de pression acoustique, le SL250W propose des mesures de fréquence « audition humaine » pondérées « A » avec enregistrement des valeurs max/min. Enfin, l'humidité relative et la température peuvent être mesurées et enregistrées avec le RH250W. Chaque appareil est doté de la connectivité Bluetooth, ce qui leur permet d'être appariés à un appareil iOS ou Android et commandés depuis l'application Extech ExView. L'application peut collecter simultanément des données provenant d'un maximum de huit compteurs de la série 250 W et peut être configurée pour générer des alarmes sonores à des niveaux élevés/bas. Les données sont

enregistrées localement et peuvent être partagées sous la forme d'un fichier au format csv. Il est en outre possible de créer des rapports de mesure au format PDF intégrant des photos des lieux où les mesures tests sont réalisées.

## Un outil de mesure pour chaque développeur de systèmes embarqués

Développer des systèmes embarqués est une tâche diversifiée et même plutôt amusante, mais cela n'en fait pas une chose facile pour autant. Il est parfois indispensable de disposer d'un équipement de test de pointe, par exemple pour trouver la cause d'une défaillance, définir l'efficacité réelle de convertisseurs de puissance ou comparer des mesures de paramètres environnementaux avec les relevés des capteurs intégrés. Dans d'autres cas, il s'agira de comprendre la valeur précise des composants utilisés ou d'effectuer un compartimentage lors de la production. Heureusement, quelle que soit la nature du problème auquel vous êtes confronté durant le développement de votre système embarqué, l'une des solutions présentées ci-dessus devrait vous aider à le résoudre. ◀

230750-04

## À propos de l'auteur

Stuart Cording est un journaliste indépendant qui écrit notamment pour Mouser Electronics. Il se spécialise dans la création de contenu vidéo et se concentre sur les nouvelles et les approfondissements techniques. Il s'intéresse particulièrement à la technologie elle-même, à la façon dont elle s'intègre dans les applications finales et aux perspectives d'évolution.

Mouser Electronics est un distributeur agréé de semi-conducteurs et de composants électroniques qui se spécialise dans le lancement de nouveaux produits de ses partenaires fabricants leaders.

## LIENS

- [1] B&K Precision Model 2194: <https://eu.mouser.com/new/bk-precision/bk-2194-oscilloscope/>
- [2] Liquid Instruments Moku:Go: <http://tinyurl.com/Moku-Go>
- [3] Converter Evaluation Using TI TPS63802EVM: <http://tinyurl.com/AppNoteConverter>
- [4] Application Notes by Liquid Instruments: <https://www.liquidinstruments.com/blog/category/application-notes/>
- [5] Windows & macOS apps by Liquid Instruments: <https://www.liquidinstruments.com/products/desktop-apps/>
- [6] Teledyne LeCroy T3LCR: <http://tinyurl.com/TeledyneT3LCR>
- [7] Extech 250W: <https://eu.mouser.com/new/extech/extech-250w-meters/>