

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'oeuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957 - art. 40 et 41 et Code Pénal art. 425).

Certains circuits, dispositifs, composants, etc. décrits dans cette revue peuvent bénéficier de droits propres aux brevets; la Société éditrice n'accepte aucune responsabilité du fait de l'absence de mention à ce sujet. Conformément à l'art. 30 de la Loi sur les Brevets, les circuits et schémas publiés dans Elektor ne peuvent être réalisés que dans des buts privés ou scientifiques et non commerciaux. L'utilisation des schémas n'implique aucune responsabilité de la part de la Société éditrice. La Société éditrice n'est pas tenue de renvoyer des articles qui lui parviennent sans demande de sa part et qu'elle n'accepte pas pour publication. Si la Société éditrice accepte pour publication un article qui lui est envoyé, elle est en droit de l'amender et/ou de le faire amender à ses frais; la Société éditrice est de même en droit de traduire et/ou de faire traduire un article et de l'utiliser pour ses autres éditions et activités, contre la rémunération en usage chez elle.

Imprimé aux Pays-Bas par Senefelder Misset,
Mercuriusstraat 35, 7006 RK Doetinchem

Distribué en France par M.L.P. et en Belgique
par A.M.P.



Jens Nickel

rédacteur en chef d'Elektor Magazine



Du simple au moderne

Le sans-fil occupera une grande place dans notre avenir : actuellement, plusieurs entreprises et universités mènent déjà des recherches sur la 6G, qui devrait permettre d'atteindre des débits de données allant jusqu'à 400 Gb/s et d'exploiter des fréquences allant jusqu'à 3 THz, et tout cela devrait commencer aux alentours de 2030. Aujourd'hui, les applications sans fil sont déjà nombreuses. On peut citer entre autres : la géolocalisation, les liaisons sans fil à faible consommation et l'utilisation des smartphones comme télécommandes. Nous avons eu tellement d'idées d'articles pour ce numéro, qu'il nous a été impossible de tout publier dans une seule édition. Nous avons choisi de maintenir la diversité des sujets d'électroniques, très appréciée par nos lecteurs aux intérêts variés. Certains de nos articles sur le sans-fil – dont un rapport intéressant sur la détermination de la position avec une précision centimétrique à un coût raisonnable pour les makers – seront publiés dans les prochains numéros.

Et pour ceux qui s'intéressent particulièrement à des domaines spécifiques tels que « l'électronique de puissance », « le sans-fil », « les tests et mesures » ou « la production », nous publierons bientôt des pages thématiques spéciales sur notre site web, elektormagazine.fr. Vous y trouverez, non seulement des articles de notre magazine, mais aussi du contenu en ligne exclusif. Les articles de fond et les tutoriels (vidéos) pour les débutants seront accompagnés de projets supplémentaires réalisés par les membres de notre communauté internationale.

J'y présenterai peut-être aussi un de mes projets très personnels, un système de haut-parleurs sans fil pour l'extérieur, alimenté par des piles au lithium. Bien qu'il ne comprenne (encore) que de composants achetés, le projet a déjà nécessité beaucoup de développement. Vous êtes peut-être curieux de savoir quelle norme sans fil hyper moderne j'utilise ? Eh bien, c'est la bonne vieille radio FM, mais à 863...865 MHz, qui est également utilisée dans les soirées « Silent Disco ». Lorsqu'il s'agit d'une installation simple et des latences les plus faibles, la simplicité reste la clé !



Proposez une contribution à Elektor!

Vos propositions sont les bienvenues ! Vous souhaitez proposer un article, un tutoriel vidéo ou une idée de livre ? Consultez le guide de l'auteur et la page de soumission d'Elektor :

www.elektormagazine.com/submissions



Elektor Labs : idées et projets

La plateforme Elektor Labs est ouverte à tous. Publiez des idées et des projets électroniques, discutez des défis techniques et collaborez avec les autres.

www.elektormagazine.fr/labs

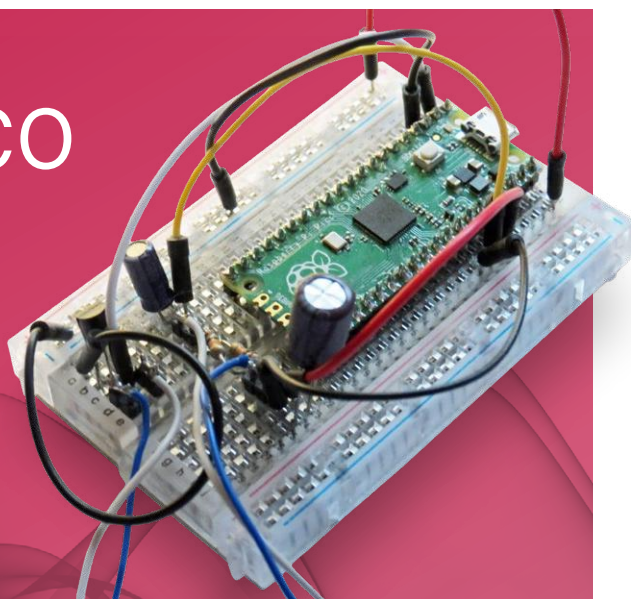
notre équipe

Rédacteur en chef : Jens Nickel | Rédaction : Asma Adhimi, Roberto Armani, Eric Bogers, Jan Buiting, Stuart Cording, Rolf Gerstendorf (RG), Ton Giesberts, Hedwig Hennekens, Saad Imtiaz, Alina Neacsu, Dr. Thomas Scherer, Clemens Valens, Brian Tristram Williams | Contributeurs réguliers : David Ashton, Tam Hanna, Ilse Joostens, Prof. Dr. Martin Ossmann, Alfred Rosenkränzer | Maquette : Harmen Heida, Sylvia Sopamena, Patrick Wielders | Des questions techniques : redaction@elektor.fr

Raspberry Pi Pico comme analyseur de spectre

des FFT avec du matériel bon marché

6



Rubriques

3 Édito

FOCUS

30 5 000 € à gagner !

participez au STM32 Wireless Innovation Design Contest

33 2023 : l'odyssée de l'IA

démarrer avec l'interpréteur de code de ChatGPT

53 Zone D

des potentiomètres logarithmiques

62 sur le vif

danger de l'électronique

81 drôle de composant

relais à verrouillage

92 Ethics in Action

Due Diligence Directive

94 démarrer en électronique...

...amplificateur de tension

122 Hexadoku

casse-tête pour elektorniciens

Articles de fond

FOCUS

36 LoRa, un couteau suisse (1)

le protocole LoRa et ses avantages

50 les nouvelles cartes Arduino UNO R4

Minima et WiFi

FOCUS

78 YARD Stick One

un outil de test sans fil pour les fréquences allant jusqu'à 1 GHz

112 guide de programmation Bare-Metal (2)

timer précis, UART et débogage

Industrie

FOCUS

64 une architecture cellulaire offre-t-elle la plus basse consommation pour l'IdO ?

caractéristiques énergétiques des technologies LTE-M et NB-IoT pour le déploiement de réseaux LPWAN

FOCUS

67 communication sans fil dans les systèmes IoT à l'aide de modules Arduino MKR

normes de communication des modules Arduino pour l'IoT

70 pertes en courant alternatif dans les composants magnétiques évitez la surchauffe des inductances !

73 optimiser son déploiement cloud grâce aux appareils de mesure

FOCUS

76 implémentation de Matter

que faut-il pour déployer les appareils Matter ?



LoRa, un couteau suisse (1)

le protocole LoRa
et ses avantages

36

la communication sans fil des microcontrôleurs devient flexible

l'EEPROM ouvre des perspectives de mise en réseau pour les microcontrôleurs sans fil



24

les nouvelles cartes Arduino UNO R4

Minima et WiFi



50

Projets

FOCUS

- 6 **Raspberry Pi Pico comme analyseur de spectre**
des FFT avec du matériel bon marché

- 18 **régulateur de tension linéaire ± 40 V**
une alimentation de qualité pour l'amplificateur de puissance Fortissimo-100... et d'autres !

FOCUS

- 24 **la communication sans fil des microcontrôleurs devient flexible**
l'EEPROM ouvre des perspectives de mise en réseau pour les microcontrôleurs sans fil

- 42 **puit de courant réglable avec générateur d'horloge intégré**
testez vos alimentations, convertisseurs de tension et batteries

- 56 **carte d'interface pour pilote de moteur**
Un BoB pour un pilote de moteur à courant continu de 5 A avec une taille de 3x3 mm

FOCUS

- 82 **PIC O'Clock - prendre le pouls du temps**
conception d'un récepteur de signaux horaires SDR

- 97 **enregistreur d'infrasons avec l'Arduino Pro Mini**
un projet extrait du livre « Arduino & Co. » d'Elektor

FOCUS

- 102 **compteur d'énergie basé sur le cloud**
avec un module ESP32 et un capteur de tension/courant PZEM-004T

Bientôt dans ces pages

Le numéro de novembre et décembre 2023

Le thème du prochain numéro du magazine Elektor sera « prototypage et production ». Vous trouverez ainsi toutes les informations dont vous avez besoin pour réaliser votre idée de projet : du concept au schéma, du circuit imprimé au produit !

Quelques-uns des points forts :

- Services de fabrication de circuits imprimés
- Outils d'IA pour les développeurs
- BLE en pratique
- Systèmes GNSS RTK à faible coût
- Plaque chauffante maison
- ChatGPT améliore les micrologiciels
- Outils open-source
- Un boîtier simple créé par Fraiseuse CNC
- Introduction à KiCad 7
- Guirlande de Noël solaire

et bien d'autres choses encore !

Le numéro de novembre – décembre 2023 du magazine Elektor sera publié aux alentours du 15 novembre 2023. La date d'arrivée du magazine papier chez les abonnés dépend des aléas d'acheminement. Le contenu et les titres des articles peuvent être modifiés.



FOCUS SUR

Communications sans fil