

45^{ème} année
n° 494 – mars-avril 2022

ISSN 0181-7450
Dépôt légal : mars 2022
CPPAP 1125 T 83713
Directeur de la publication : Donatus Akkermans

Elektor est édité par :
PUBLITRONIC SARL
c/o Regus Roissy CDG
1, rue de la Haye
BP 12910
FR - 95731 Roissy CDG Cedex

Pour toutes vos questions :
service@elektor.fr

www.elektor.fr | www.elektormagazine.fr

Banque ABN AMRO : Paris
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603
BIC : ABNAFRPP

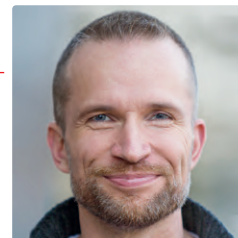
Publicité :
Raoul Morreau
Tél. : +31 (0)6 4403 9907
Courriel : raoul.morreau@elektor.com

DROITS D'AUTEUR :
© 2022 Elektor International Media B.V.

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

rédacteur en chef d'Elektor Magazine



Reporter, ce n'est pas annuler

Pour de nombreux professionnels de l'électronique, la fin de l'hiver est traditionnellement marquée par le salon *embedded world*, qui a eu lieu les années précédentes fin février ou début mars. Cet événement bien connu a tendance à être plus informel que l'énorme salon *electronica*, ce qui en fait un rendez-vous incontournable pour tous ceux qui manipulent à titre professionnel des micro-contrôleurs et du logiciel. (Et quels concepteurs ne s'occupent pas des deux de nos jours ?) J'aurais aimé pouvoir vous dire que vous pourrez nous rendre visite sur le stand Elektor en mars de cette année, mais le Coronavirus a encore contrecarré nos plans. Heureusement, les organisateurs du salon *embedded world* ont récemment annoncé que l'événement est « reporté mais pas annulé ». Avec de nouvelles dates (du 21 au 23 juin 2022), le parc d'exposition de Nuremberg fait une deuxième tentative. Touchons du bois !

En 2021, en pensant au salon *embedded world*, nous avons choisi le thème « systèmes embarqués » pour notre deuxième numéro de l'année 2022. Nous ne pouvions pas et ne voulions pas changer cela. Ainsi, pour le numéro de mai/juin, nous nous concentrerons sur l'Internet des Objets, dont la publication coïncidera probablement avec le salon *embedded world* désormais prévu en juin. Ce numéro sur l'IoT comprendra également des articles fouillés sur les nouveaux produits et les nouvelles tendances qui seront présentés à Nuremberg.

Que pouvez-vous attendre du numéro que vous avez entre les mains ? Nous vous présentons un assortiment de projets et d'articles de fond sur les petites puces informatiques. À la page 52, mon collègue Stuart Cording fait le point sur deux nouvelles tendances dans le monde de l'embarqué, le langage de programmation sécurisé Rust et la gestion des micrologiciels à la Toit. À partir de la page 6, Mathias Claussen, ingénieur au labo d'Elektor, explique comment « construire » et faire fonctionner votre propre processeur RISC-V. Pour les débutants et les makers, nous proposons un aperçu pratique des cartes bon marché basées sur la puce Raspberry Pi RP2040 (p. 28), ainsi qu'un petit atelier sur le traceur série de l'EDI Arduino (p. 15). Nous proposons également des projets tels qu'une carte tampon pour le Raspberry Pi (p. 24), un interrupteur d'éclairage sans contact (p. 42) et une interface sans fil/série (p.91). Bon travail !

notre équipe



Rédacteur en chef :	Jens Nickel
Rédaction :	Eric Bogers, Jan Buiting, Rolf Gerstendorf, Thomas Scherer, Clemens Valens, Mariline Thiebaut-Brodier (coordination)
Service aux lecteurs :	Ralf Schmiedel
Correcteur technique :	Malte Fischer
Laboratoire :	Mathias Claussen, Ton Giesberts, Luc Lemmens, Clemens Valens (responsable)
Maquette :	Giel Dols, Harmen Heida



Elektor est membre de la FIPP, une organisation qui « se développe depuis presque 100 ans pour réunir des propriétaires de médias et des créateurs de contenu du monde entier ».

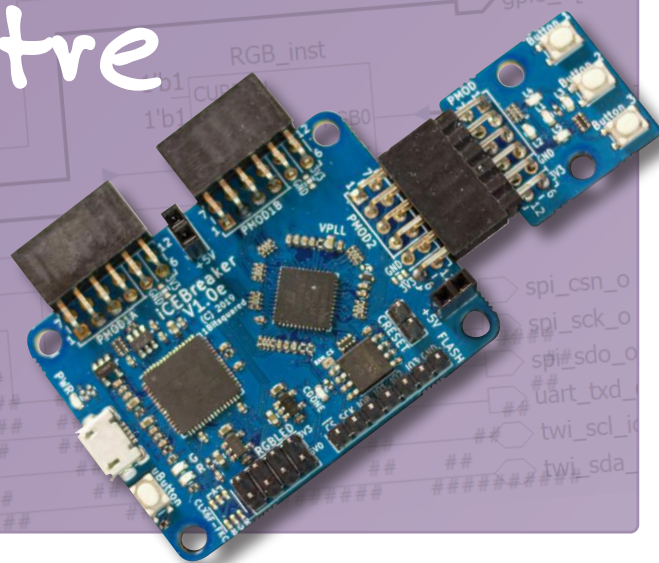


Elektor est membre de VDZ (association d'éditeurs de magazines allemands) qui « représente les intérêts communs de 500 éditeurs allemands grand public et B2B. »

Construisez votre contrôleur RISC-V

Débuter sur le noyau logiciel RISC-V NEORV32 pour FPGA à faible coût

6



Rubriques

3 Édito

37 Zone D

Identification des composants

49 Démarrer en électronique... (12)

Adaptation d'impédance et transformateurs

62 Drôles de composants

Relais à bobine mobile

66 Visite à domicile

Chacun son tour

84 Sur le vif

Emballé, c'est pesé

112 Questions d'éthique

Trois questions fondamentales

114 Hexadoku

Casse-tête pour elektorniciens

68 Voyage dans les réseaux neuronaux

4^e partie : les neurones embarqués

FOCUS

86 Sous votre radar

Des microcontrôleurs que vous devriez connaître

101 Réparation des batteries au lithium

Économisez de l'argent et augmentez la puissance !

106 Création d'interfaces graphiques en Python

3^e partie : générateur de memes

Industrie

FOCUS

52 Quoi de neuf dans le développement de l'embarqué ?

Rust et mises à jour des déploiements IoT

FOCUS

58 Elektor infographie

Comment se porte le marché mondial de l'embarqué ?

60 Les bénéfices de la 5G pour l'industrie et l'automobile

Articles de fond

FOCUS

15 Tracer des graphiques avec Arduino

C'est facile avec le traceur sériel d'Arduino

18 Carte CLUE d'Adafruit

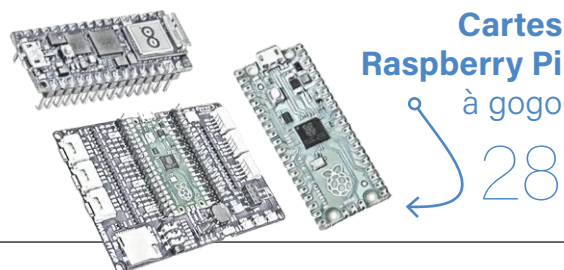
Une solution intelligente pour les projets IoT

FOCUS

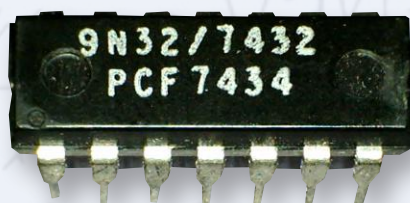
28 Cartes Raspberry Pi RP2040 à gogo

32 Approche DIY de la sécurité et de l'espionnage électronique

Chauffez ou refroidissez la SRAM

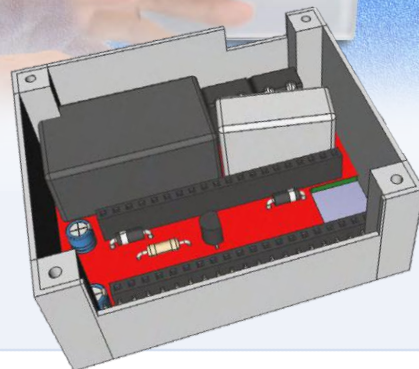


identification des composants



trucs & astuces 37

Interrupteur sans contact DIY



42

Réalisations

FOCUS

6 Construisez votre contrôleur RISC-V

Débuter sur le noyau logiciel RISC-V NEORV32 pour FPGA à faible coût

FOCUS

24 Carte tampon pour le Raspberry Pi 400

Protection des entrées/sorties

FOCUS

42 Interrupteur sans contact DIY

74 Lévitacion magnétique

Troisième version : la plus compacte

FOCUS

79 Programmation d'automates avec le Raspberry Pi et le projet OpenPLC

Visualisation des programmes PLC avec AdvancedHMI

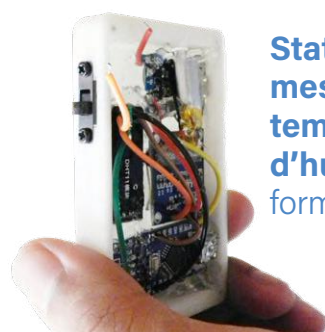
FOCUS

91 Surveillance et débogage sans fil

Une solution pour Arduino, ESP32 et Cie

96 Station de mesure de température et d'humidité, au format de poche

Utilisation de modules prêts à l'emploi



Station de
mesure de
température et
d'humidité, au
format de poche

96

Bientôt dans ces pages

Le numéro de mai-juin 2022 d'Elektor

Vous retrouverez dans le prochain magazine Elektor l'habituel mélange stimulant de réalisations originales, de circuits soigneusement étudiés, d'articles de fond, de sujets nouveaux, de trucs et d'astuces pour les électroniciens actifs. Ce numéro s'intéressera tout particulièrement à l'Internet des Objets.

Quelques-uns des points forts :

- > Premiers pas avec l'ESP32-C3 et l'Internet des Objets
- > Double capteur de rayonnement à tube Geiger-Müller pour Arduino
- > Instrument de mesure de CO₂ avec connexion au réseau
- > Commutateur de lumière précis
- > Cloud IoT à la sauce Arduino
- > Outils de conception des filtres audio
- > WinUI 3 : nouvelle bibliothèque d'interface utilisateur pour les applications Windows
- > NB-IoT par la pratique

et bien d'autres choses encore !

Le numéro de mai-juin 2022 du magazine Elektor sera publié aux alentours du 5 mai 2022. 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.

