

DANS CE NUMÉRO

Volume 49 – N° 504
Novembre et décembre 2023

l'IA dans le laboratoire d'électronique
Google Bard et Flux Copilot mis en test

10

générateur de formes d'ondes Arduino Nano

Nano + Code = générateur de fonctions



20

Rubriques

- 4 Édito
- 110 infographie
- 116 démarrer en électronique...
...amplifier les différences
- 130 2023 : l'Odyssée de l'IA
assistance à la conception d'un projet matériel
- 134 Ethics in Action
Bruxelles et l'innovation
- 138 Hexadoku
casse-tête pour électroniciens



Articles de fond

- 6 le Raspberry Pi 5
une grande amélioration par rapport à son prédecesseur
- 10 l'IA dans le laboratoire d'électronique
Google Bard et Flux Copilot mis en test
- 34 un boîtier simple créé par fraiseuse CNC
avec Autodesk Fusion 360

- 40 production de cartes à faible quantité
With and Without Assembly
- 46 simulation IdO simplifiée avec Wokwi
le développeur Uri Shaked parle de design, de logiciels et d'autres choses encore
- 54 guide de programmation Bare-Metal (3)
en-têtes CMSIS, tests automatiques et serveur web
- 127 ne commencez pas avec un prototype,
mais plutôt avec un « prototype » !
vérifiez qu'il existe un marché pour votre produit

Projets

- 20 générateur de formes d'ondes Arduino Nano
Nano + Code = générateur de fonctions
- 28 guirlande de Noël solaire
une solution écologique pour décorer votre balcon
- 32 détecteur de clé USB Killer
mieux vaut prévenir que guérir
- 64 LoRa, un couteau suisse (2)
le matériel et le logiciel
- 70 conception et construction de microphones MEMS
- 120 mini plaque de refusion
pour l'assemblage ou la réparation de petits circuits CMS

COLOPHON

46^{ème} année n° 504 | nov.-déc. 2023 | ISSN 0181-7450
N° de TVA Intracommunautaire : FR90319937454
Dépôt légal : décembre 2023 | CPPAP 1125 T 83713
Directeur de la publication : Donatus Akkermans

Elektor Magazine est publié 8 fois par an par PUBLITRONIC SRL - c/o Regus Roissy CDG 1, rue de la Haye - BP 12910 FR - 95731 Roissy CDG Cedex www.elektor.fr | www.elektrormagazine.fr

Pour toutes vos questions : service@elektor.fr
Devenez membre : www.elektrormagazine.fr/abo
Tarifs Annuels : France 1 an 129,95 € (8 numéros)

Publicité : Ouafae Hassani
Tél. : +31 (0)6 41312932 | ouafae.hassani@elektor.com
www.elektrormagazine.fr/publicite

Image de couverture :
Leonardo.Ai, éditée par Sylvia Sopamena

Droits d'auteur
© 2023 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'œuvre 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
réda^cteur en chef
d'Elektor Magazine

Encore plus d'idées !

Vous savez comment cela se passe : vous avez travaillé dur et votre projet est enfin fonctionnel. Vous le montrez à vos amis électroniciens et ils sont impressionnés. Bien joué, n'est-ce pas ? Votre projet pourrait même plaire à d'autres makers confrontés à un problème similaire, ou être utile à des personnes qui n'ont rien à voir avec l'électronique. Mais il faudrait investir dans un plus beau boîtier, un manuel d'utilisation et une interface plus intuitive. Sans oublier la possibilité d'effectuer des mises à jour du micrologiciel à distance.

Certaines inventions très réussies dans le domaine de l'électronique ont commencé de cette manière. Mais si vous souhaitez faire de votre projet une source de revenu, vous devrez envisager une approche différente. Lisez l'interview avec Alberto Savoia à la page 127, dans laquelle il explique pourquoi même les meilleures idées peuvent être vouées à l'échec dès le départ, et ce qu'il faut faire avant de construire votre premier prototype.

Lorsque vous êtes prêt à développer davantage votre projet, les outils d'IA ne manquent pas – comme on peut s'y attendre – de vous aider. À partir de la page 10, Tam Hanna explique comment ces outils peuvent vous aider à sélectionner des composants et à les intégrer dans votre schéma. Au moment où vous lirez ces lignes, ces outils seront certainement encore améliorés. Essayez-les vous-même et faites-nous part de vos commentaires par courriel (redaction@elektor.fr) !

L'IA a également donné à nos graphistes une nouvelle inspiration. Nous avons utilisé le générateur d'images IA Leonardo pour créer notre couverture. Mais croyez-moi, trouver l'idée parfaite n'a pas été facile ; nous avons passé deux heures à discuter de multiples suggestions lors de notre discussion sur la couverture. Cela montre bien que l'IA ne peut pas remplacer notre créativité, mais qu'elle nous offre simplement plus d'options que jamais.

Profitons-en tous !



détecteur de clé USB Killer

mieux vaut prévenir que guérir

32



un boîtier simple créé par fraiseuse CNC avec Autodesk Fusion 360

34

Industrie

- 76 outils à tester avant de souder**
outils de simulation et de modélisation 3D gratuits
- 80 nouveaux outils de Microchip !**
PICkit 5 et MPLAB ICD 5
- 86 prototypage rapide d'électronique souple et extensible**
comment la Voltera NOVA accélère l'innovation dans les systèmes portables
- 90 isolation galvanique**
utilisation d'optocoupleurs à phototransistor
- 93 la solution complexe ou la solution Anybus ?**
un Ethernet industriel embarqué réalisé en deux jours plutôt qu'en plusieurs mois
- 96 votre liste de contrôle DFM essentielle**
concevoir pour la fabrication
- 100 filaments pour l'impression 3D**
types, caractéristiques et utilisation
- 104 spécialistes pour une analyse des signaux des bandes ELF à EHF**
analyseurs de spectre en temps réel de la série SPECTRAN® V6 d'Aaronia
- 106 défis de l'analyse DFM pour les circuits flexibles et flexibles-rigides**
- 108 définir une ligne d'assemblage CMS**
- 112 révolutionner le secteur de l'industrie**
l'essor des robots mobiles autonomes
- 114 prêt à relever encore plus de défis**
Rohde & Schwarz étoffe sa famille d'oscilloscopes nouvelle génération

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, Jean-François Simon, Clemens Valens, Brian Tristam 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