

45^{ème} année
n° 493 – janvier-février 2022

ISSN 0181-7450
Dépôt légal : janvier 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

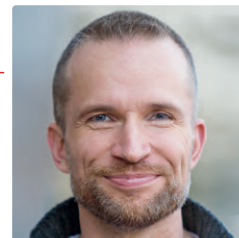
DROITS D'AUTEUR :
© 2022 Elektor International Media B.V.

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 Pijper Media – Groningen
Distribué en France par M.L.P. et en Belgique par A.M.P.

○ **rédacteur en chef d'Elektor Magazine**



Commande des moteurs et plus encore

Grâce à des études de notre lectorat, nous savons que la plupart des lecteurs d'Elektor sont des électroniciens professionnels. Ils travaillent dans des bureaux d'études, dans des services d'achat ou de vente de composants et d'appareils... Nous avons donc toujours été un magazine qui sourit de la distinction entre électronique de loisir et électronique professionnelle. Après tout, plus d'un concepteur professionnel a tiré une inspiration précieuse de nos projets présentés de manière ludique. Et à l'heure où les makers fondent leurs propres entreprises ou sont courtisés par les départements de R&D des grandes entreprises de semi-conducteurs, cette façon de voir en noir et blanc est probablement définitivement obsolète.

Il y a quelques années, nous avons lancé notre magazine « spécial industrie » (d'abord sous le nom de « Elektor Business »). Vous pouvez y découvrir en avant-première ce que les départements de recherche et développement des fabricants s'apprêtent à mettre sur le marché. Vous y trouvez également de passionnants articles de synthèse sur les dernières tendances du secteur (rédigés par exemple par Stuart Cording). Cet ingénieur se déplace pour nous sur les salons professionnels et entretient d'excellentes relations avec de nombreux experts qui lui fournissent des informations de fond. En 2022, nous reviendrons aux numéros thématiques, à savoir l'exploration d'un sujet en particulier, et nous intégrerons les articles « spécial industrie » les plus intéressants. En nous concentrant davantage sur un domaine – sans sacrifier la couverture de l'ensemble du spectre de l'électronique dans nos numéros – nous pourrions examiner différentes disciplines de manière plus complète et approfondie.

Dans ce numéro, nous nous intéressons tout particulièrement à la « commande des moteurs ». Aux pages 6, 52 et 73, vous trouverez deux articles de fond de Mathias Claussen et Thomas Scherer, ainsi que (bien sûr !) un projet de circuit sur le sujet. Et dans les pages « industrie », Stuart Cording explique comment simplifier la commande de moteurs.

Bon début d'année 2022 !

Restez curieux !

○ 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 ».

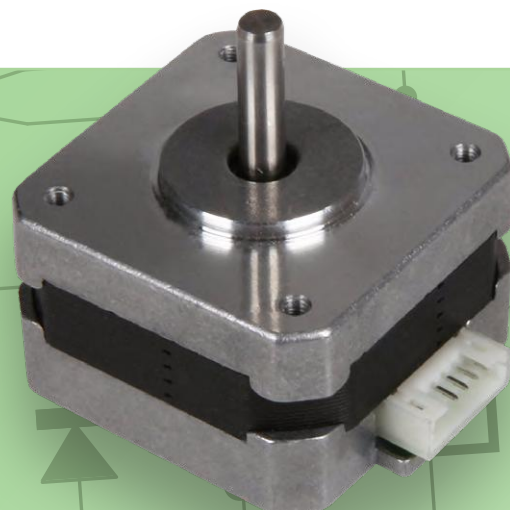


Elektor est membre de VDZ (association d'éditeurs de magazines allemands) qui « représente les intérêts communs de 500 éditeurs allemands grand public et B2B. »

commande de moteurs : les ponts en H

Introduction aux moteurs CC,
pas à pas et sans balais

6



Rubriques

3 Édito

72 **Gagnants du concours Fast Forward 2021**
du salon productronica

92 **Démarrer en électronique... (11)**
Toujours la bobine, mais avec ses applications pratiques dans l'audio.

96 **Projet 2.0**
Corrections, mises à jour et courriers des lecteurs

110 **Questions d'éthique**
Pauvreté et électronique

114 **Hexadoku**
Casse-tête pour elektorniciens

FOCUS

52 **Moteurs électriques de grande taille**
Principes de base et informations utiles

68 **Création d'interfaces graphiques en Python**
2^e partie : mon nom n'est pas Bond

82 **Voyage dans les réseaux neuronaux**
3^e partie : les neurones pratiques

87 **Dans l'intimité d'un processeur open source**
Extrait : résultats des FPGA Lattice et Xilinx

102 **Sourcemètre BattLab-One**
Mesurer et optimiser la durée de vie des batteries des appareils IoT

Articles de fond

FOCUS

6 **Commande de moteurs : les ponts en H**
Introduction aux moteurs CC, pas à pas et sans balais

16 **L'équipe d'Elektor Lab**
Notre approche, nos outils préférés et plus encore

28 **IQaudio Codec Zero**
Carte son au format Raspberry Pi Zero

31 **Le projet PiKVM et ses enseignements**
Entretien avec Maxim Devaev

40 **Le Raspberry Pi Zero 2 W passe au quadricœur**

44 **Notes du Forum mondial de l'électronique éthique 2021**

FOCUS

46 **Commande de moteur**
La commande des moteurs devient simple

L'équipe d'**elektor** LAB

Notre approche, nos outils préférés et plus encore



16

le Raspberry Pi Zero 2 W passe au quadricœur



40

protégez-vous et protégez les autres !

Interrupteur général pour paillasse (DIY)

64



Réalisations

- 22 Raspberry Pi comme télécommande KVM**
Test du logiciel Pi-KVM
- 36 Véhicule autonome avec lidar 2D**
Un ESP32 Pico interprète les données du lidar
- 59 Prise en main du microcontrôleur ESP32-C3 RISC-V**
- 64 Protégez-vous et protégez les autres !**
Interrupteur général pour paillasse (DIY)
- FOCUS**
- 73 testeur de servo polyvalent**
Vérification du comportement en l'absence de fiche technique
- 78 Modbus sans fil (partie 2)**
Logiciel de la carte Modbus TCP sans fil
- 98 De la couleur au son**
Comment exploiter un capteur de couleurs avec l'I²C
- 106 Traceur de fuites à la terre simple**
Mesure de l'isolation du secteur



Traceur de fuites à la terre simple
Mesure de l'isolation du secteur

106

Bientôt dans ces pages

Le numéro de mars-avril 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. Le thème principal sera « l'électronique embarquée ».

Quelques-uns des points forts :

- > Atelier : cœur RISC-V sur FPGA
- > Carte tampon pour le Raspberry Pi 400
- > Contrôleurs à 4 bits et autres contrôleurs à bas prix
- > Collection de printemps de cartes Raspberry Pi RP2040
- > Instrument de mesure portable pour la température et l'humidité
- > Mesures audio avec interface audio USB
- > WinUI 3 : nouveau cadriciel pour les applications Windows
- > Mises à jour en temps réel pour Arduino et ESP
- > NB-IoT en pratique

et bien d'autres choses encore !

Le numéro de mars-avril 2022 du magazine Elektor sera publié aux alentours du 10 mars 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.

