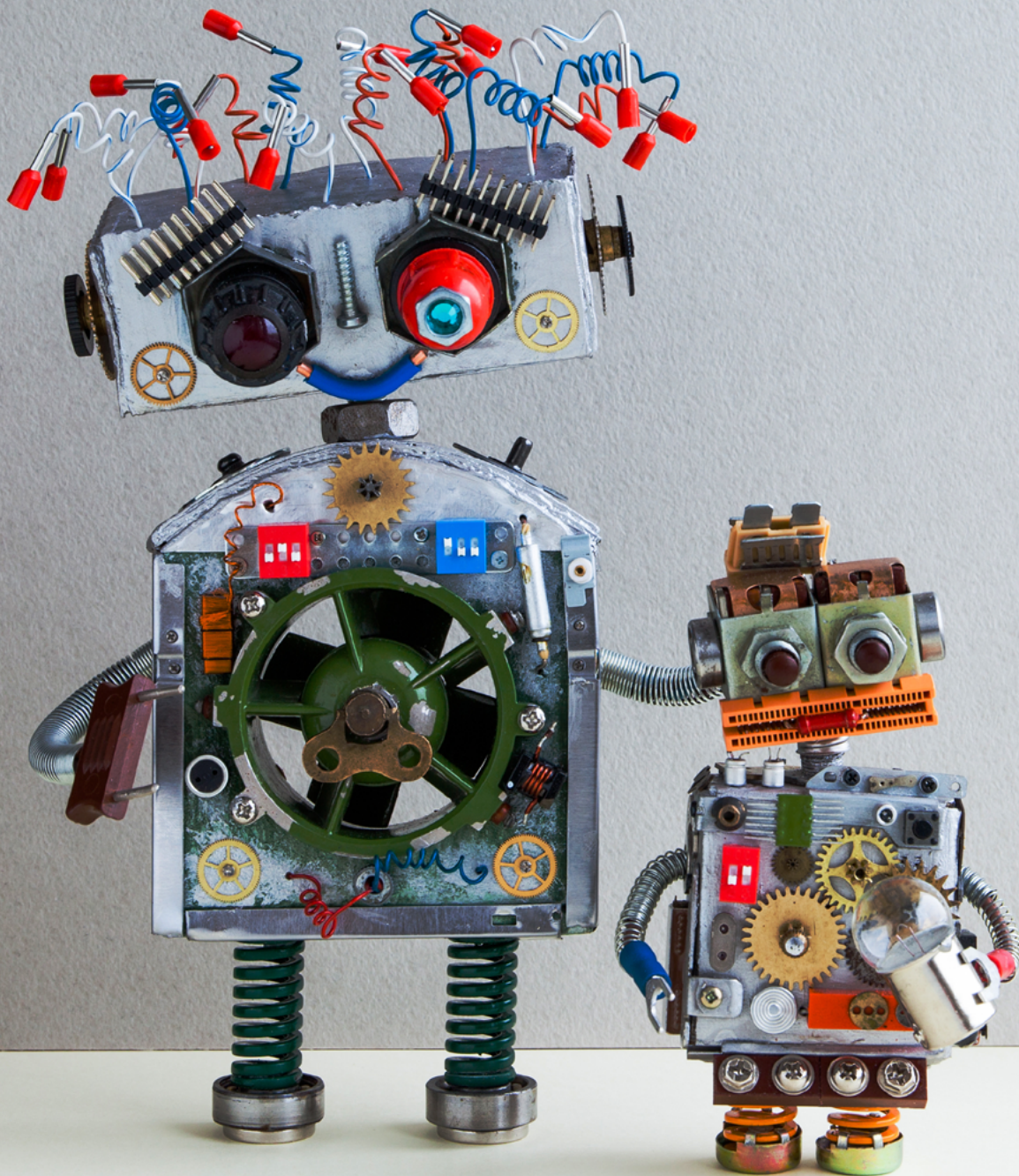




**ELECTRONIC ADVENT CALENDAR FOR KIDS**  
**CALENDRIER ÉLECTRONIQUE DE L'AVENT POUR ENFANTS**  
**ELEKTRONISCHE ADVENTSKALENDER VOOR KINDEREN**  
**CALENDARIO DELL'AVVENTO ELETTRONICO PER KIDS**  
**ELEKTRONICZNY KALENDARZ ADWENTOWY DLA DZIECI**



24 thrilling experiments  
24 projets passionnants  
24 boeiende projecten:  
24 progetti entusiasmanti  
24 fascynujące projekty



# Empreinte

© 2019 Franzis Verlag GmbH, Richard-Reitzner-Allee 2,  
85540 Haar bei München • [www.franzis.de](http://www.franzis.de)

Auteur: Burkhard Kainka

Idée/Conception: Michael Büge, Burkhard Kainka

Rédacteur en chef: Richard Korff Schmising

Couverture Art & Design: [www.ideehochzwei.de](http://www.ideehochzwei.de)

Mise en page et composition: Nelli Ferderer • [nelli@ferderer.de](mailto:nelli@ferderer.de)

ISBN 978-3-645-15062-2

2019/01



## Crédit photo

Dessins créés avec <http://fritzing.org/>


Tous droits réservés, y compris la reproduction photomécanique et le stockage sur support électronique. La création et la distribution de copies sur papier, sur des supports de données ou sur Internet, en particulier sous forme de PDF, ne sont autorisées qu'avec l'autorisation expresse de l'éditeur et feront l'objet de poursuites judiciaires.

La plupart des noms de produits, noms de sociétés et logos utilisés dans cet ouvrage sont également des marques déposées et doivent être considérés comme telles. En termes de noms de produits, l'éditeur suit essentiellement l'orthographe des fabricants.

Tous les projets et expériences présentés dans ce livre ont été développés, expérimentés et testés avec le plus grand soin. Néanmoins, des erreurs dans le livre ne peuvent pas être complètement exclues. La responsabilité de l'éditeur et de l'auteur est engagée en cas de préméditation ou de négligence grave conformément aux dispositions légales.

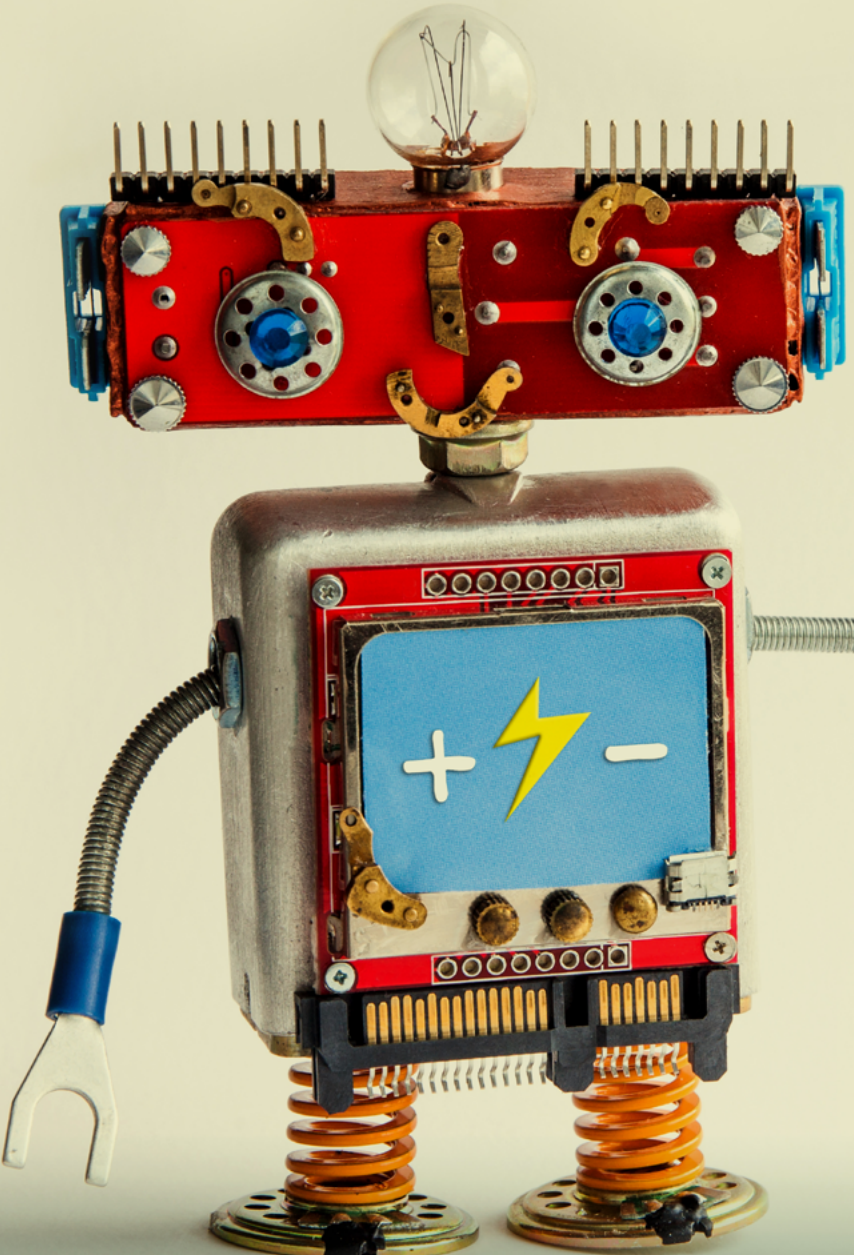
Pour le reste, l'éditeur et l'auteur ne sont responsables, en vertu de la loi sur la responsabilité du fait des produits, que pour les atteintes à la vie, au corps ou à la santé ou pour les manquements fautifs à des obligations contractuelles essentielles. Le droit aux dommages-intérêts pour violation d'obligations contractuelles essentielles est limité au dommage prévisible et typique du contrat, à moins qu'il n'existe un cas de responsabilité obligatoire en vertu de la loi sur la responsabilité du fait des produits.

**CE** Ce produit a été fabriqué conformément aux directives européennes en vigueur et porte donc le marquage CE. L'utilisation prévue est décrite dans le manuel ci-joint. Vous êtes seul responsable du respect des règles applicables pour toute autre utilisation ou modification du produit. C'est pourquoi les expériences doivent être effectuées exactement comme décrit dans le mode d'emploi. Le produit ne peut être transmis qu'avec le manuel et ces informations.

 Le symbole de la poubelle barrée signifie que ce produit doit être recyclé séparément des déchets ménagers sous forme de déchets électriques et électroniques. Les autorités locales vous indiqueront où se trouve le point de collecte gratuit le plus proche.



# Consignes de sécurité pour



# les parents et les enfants

## Attention!

Attention! Ne convient pas aux enfants de moins de 3 ans. Il existe un risque d'étouffement car de petites pièces peuvent être avalées ou inhalées.

## Attention!

Ne convient qu'aux enfants de 8 ans ou plus. Les instructions à l'intention des parents ou d'autres personnes responsables sont jointes et doivent être respectées. L'emballage et les instructions doivent être conservés car ils contiennent des informations importantes.

## Attention!

Protection des yeux et LEDs : Ne regardez pas directement une DEL de près, car un regard direct peut endommager la rétine ! Ceci est particulièrement vrai pour les LEDs lumineuses dans des boîtiers transparents et particulièrement pour les LEDs de puissance. Avec les LED blanches, bleues, violettes et ultraviolettes, la luminosité apparente donne une fausse impression du danger réel pour vos yeux. Des précautions particulières doivent être prises lors de l'utilisation de lentilles convergentes. Faites fonctionner les DEL comme décrit dans le manuel, mais pas avec des courants plus importants.

## Attention!

Risque de blessure ! L'utilisation d'outils et le travail du bois, du métal et du plastique présentent des risques de blessures. Tenez compte de l'âge et de l'expérience de votre enfant. Aidez aux étapes de travail difficiles ou dangereuses. Vérifiez la sécurité des jouets que vous construisez vous-même et soyez conscient du risque de blessures par des arêtes vives lorsque vous jouez. Si nécessaire, retouchez, limez les arêtes vives et ébavurer les trous ou les bords coupés.

## Attention!

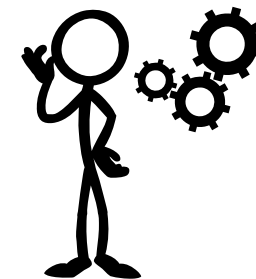
Ne pas effectuer d'essais sur les prises de courant ! Les 230 volts de l'alimentation électrique mettent la vie en danger ! Toutes les expériences de ce kit d'essai ne doivent être effectuées qu'avec une tension de batterie sûre de 9 volts. Dans ce cas, il n'y a aucun risque de toucher des pièces conductrices de l'électricité. Veuillez indiquer clairement à votre enfant qu'il doit lire toutes les instructions et consignes de sécurité et qu'il doit les garder à portée de la main pour référence. Les remarques et instructions concernant le montage des projets doivent toujours être respectées.

## Attention!

Évitez les courts-circuits ! Il faut éviter à tout prix une connexion directe entre les bornes négative et positive, car les fils et les batteries peuvent devenir chauds et les batteries se déchargent alors rapidement. Dans les cas extrêmes, les fils peuvent devenir brûlants et la batterie peut exploser. Il y a un risque d'incendie et de blessures. Signalez ces dangers à vos enfants et supervisez les expériences. Si possible, n'utilisez que des piles zinc-carbone normales (6F20), qui fournissent un courant de court-circuit inférieur et sont donc moins dangereuses que les piles alcalines (6RL61). N'utilisez jamais de piles rechargeables !

# Calendrier électronique pour enfants 2019

## LEDs, Transistors et le Transducteur Piézo



Chers enfants,

24 projets électroniques vous attendent jusqu'à Noël. L'accent est mis sur les transistors, les diodes électroluminescentes, un capteur de lumière et un petit haut-parleur. Avec ça, vous pouvez construire des choses très différentes. Il y a beaucoup à voir, à entendre et à expérimenter ! Et si vous le souhaitez, vous trouverez ici les informations dont vous avez besoin pour en savoir plus sur le fonctionnement de tout.

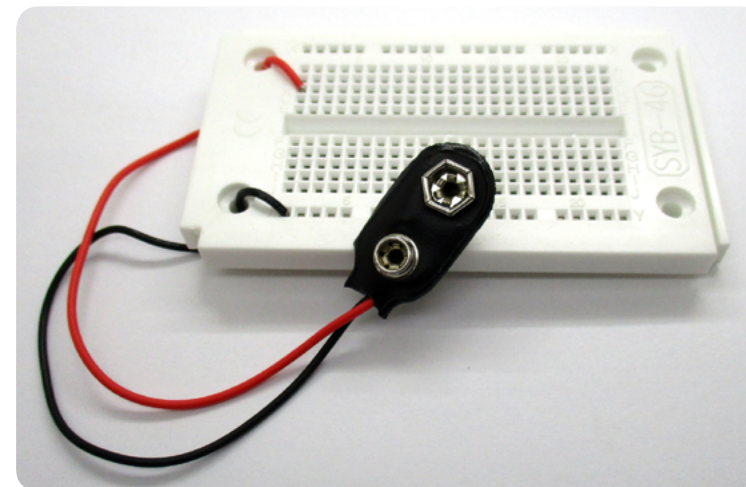
## 1 lumière LED rouge construite par toi-même

Derrière la première porte de ton calendrier, tu trouveras six composants, de sorte que tu peux commencer tout de suite. Il y a quatre choses qui sont continuellement nécessaires dans chaque expérience : une carte enfichable, un clip de batterie, un interrupteur et un fusible. Pour la première tentative, il y a aussi une résistance et une diode électroluminescente (LED).

Le câble de la batterie doit être fixé aussi fermement que possible afin qu'il ne se détache pas lors des nombreuses tentatives

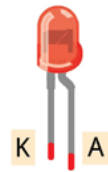
suivantes. Les extrémités nues des câbles rouges et noirs doivent être enfichées dans les trous de contact appropriés sur le circuit imprimé. Mais fais d'abord de petits trous avec une aiguille dans le film de protection à l'arrière de la plaque et insère les câbles par le bas. Cela les empêche de glisser facilement.

L'interrupteur et le fusible doivent être placés exactement dans la position indiquée. Ceci s'adaptera alors à toutes les tentatives ultérieures jusqu'à Noël. Il n'y aura donc



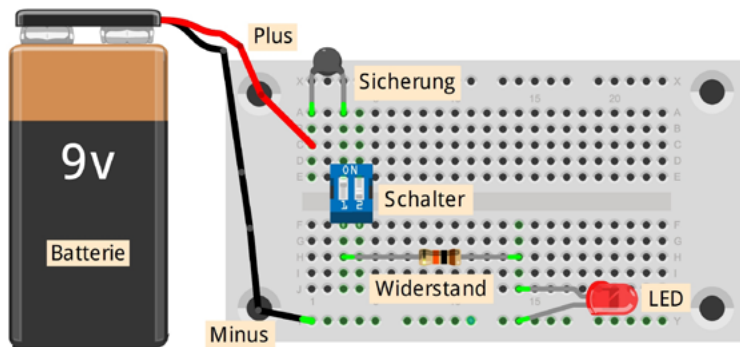


plus de grosses erreurs. La résistance et la LED font partie de la première tentative. Respecte le sens de montage de la LED. Il a un fil plus court (cathode = pôle négatif) et un fil plus long (anode = pôle positif). À l'intérieur, tu peux voir un support légèrement plus grand sur le côté négatif, qui porte le cristal LED proprement dit.



Une fois le montage terminé, compare exactement ta construction avec l'image de montage. Il est préférable d'obtenir l'aide d'un adulte qui vérifie à nouveau la première tentative. Dans les projets suivants, seules quelques modifications sont effectuées, de sorte que ça devient de plus en plus facile.

La batterie est maintenant connectée pour la première fois. Et ta lampe LED rouge avec interrupteur est prête. Fais glisser l'interrupteur gauche vers ON et ta LED rouge s'allumera. Si cela ne fonctionne pas encore, vérifie à nouveau. L'erreur la plus fréquente est que la LED est installée à l'envers. Mais pas de problème, rien n'est endommagé. Si elle est utilisée dans le bon sens, elle fonctionne.



## BOÎTE D'INFORMATION

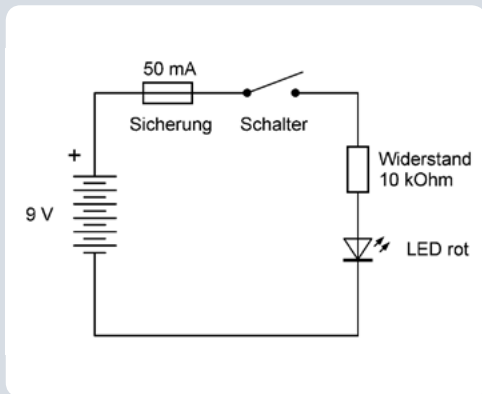


### Schémas de circuit

Il n'est pas nécessaire de respecter les schémas de circuit de ce mode d'emploi pour réaliser les essais avec succès. Mais ils peuvent t'aider à mieux tout comprendre. Un schéma montre les connexions des pièces de manière simplifiée avec des symboles de circuit pour chaque pièce. Une fois qu'on s'y est habitué, il est beaucoup plus facile de comprendre comment tout s'intègre dans un schéma.

La batterie se compose de six éléments de 1,5 V chacun. La ligne la plus longue représente le pôle plus. Le fusible est dessiné comme une boîte avec un fil. L'interrupteur montre juste une connexion ouverte. La résistance est affichée sous forme de boîte. Et la LED contient un triangle qui représente la direction actuelle. Deux petites flèches indiquent la lumière produite. Dans ce diagramme, tu peux facilement voir que tous

les composants forment un chemin fermé. Ça s'appelle un circuit. Le chemin n'est interrompu qu'à un seul endroit - au niveau de l'interrupteur actuellement ouvert.



### Attention!

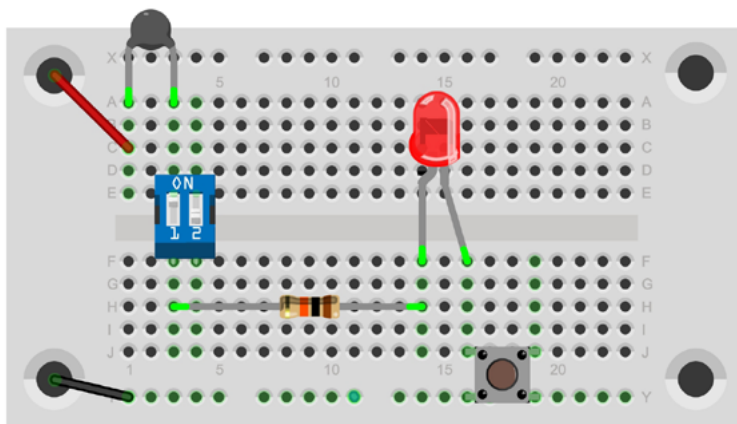
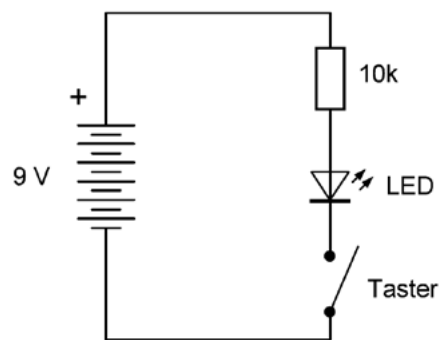
Ne jamais connecter une LED directement à une batterie sans résistance. Sans la résistance, le courant serait trop élevé et la LED serait détruite.

# 2

## Signaux lumineux secrets



Derrière la porte numéro 2 se trouve un interrupteur à bouton-poussoir avec quatre pieds de raccordement. Installe-le dans le circuit de façon à ce qu'il se mette sous tension dès que tu appuies sur le bouton. Deux des connexions sont connectées à l'intérieur. Si tu as installé le bouton-poussoir tourné, l'appareil est toujours sous tension. Lorsque la LED s'allume dès que tu appuies sur le bouton, elle est correctement installée. Utilise le bouton lumineux pour les messages en morse ou pour les signes secrets que personne d'autre ne connaît.

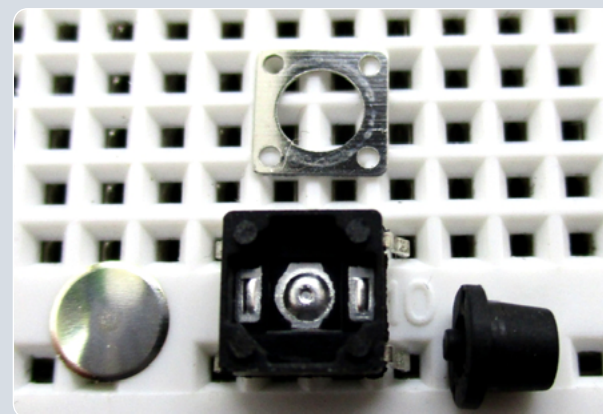


### BOÎTE D'INFORMATION



#### Le fonctionnement interne d'un interrupteur à bouton-poussoir

À l'intérieur de l'interrupteur à bouton-poussoir se trouve une tôle légèrement recourbée vers le haut qui est mise en place par pression du bouton. Avec une certaine force, il s'enclenche et la tôle se courbe vers le bas. Elle touche le contact au milieu et ferme ainsi le circuit.

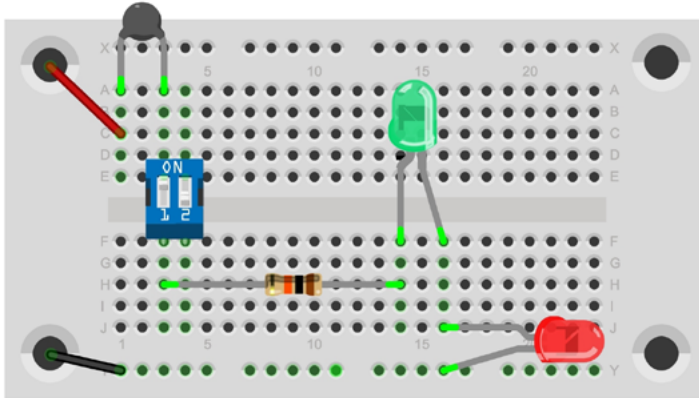




3

# Rouge et vert

Derrière la porte numéro 3 se trouve une LED verte. Intègre-les dans le circuit comme indiqué sur l'image. Ensuite, les deux LEDs s'allument ensemble, la rouge et la verte. Et avec l'interrupteur 1, tu peux allumer et éteindre les deux en même temps.



## BOÎTE D'INFORMATION



### Raccordement en série

En montage en série, le même courant circule dans deux ou plusieurs consommateurs. C'est un « circuit ramifié » car il n'y a qu'un seul chemin. Cela signifie que l'ampérage est le même à chaque point. Tu peux l'essayer toi-même en changeant les deux DEL. La luminosité reste exactement la même.

La tension de la batterie de 9 V est répartie entre trois consommateurs. La LED rouge à 1,8 V, la LED verte 2,2 V et la résistance 5 V. Si toutes les tensions partielles sont contractées, on obtient une tension totale de :

$$1,8 \text{ V} + 2,2 \text{ V} + 5,0 \text{ V} = 9,0 \text{ V}$$

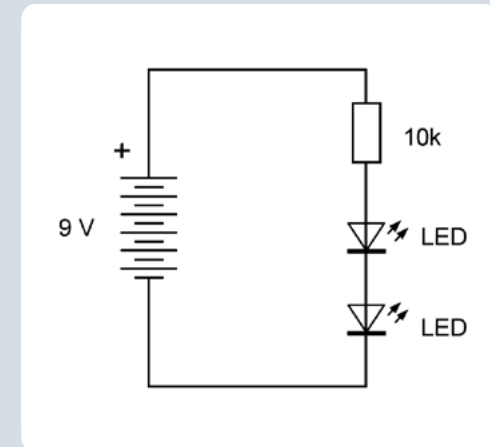
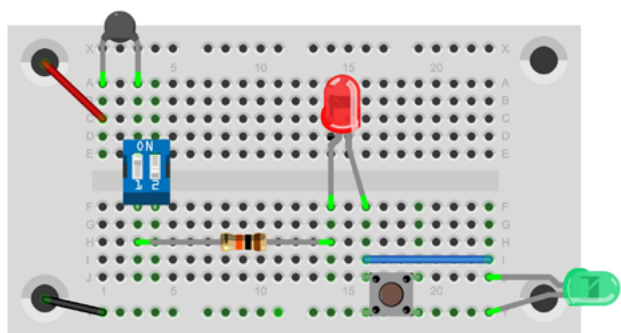
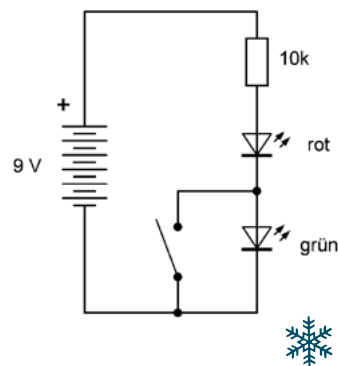


Schéma simplifié d'une connexion en série

# 4 Vert éteint

Ouvre la 4ème porte et retire un câble avec deux fiches. Si tu l'installe en même temps que le bouton-poussoir comme indiqué sur l'image, tu peux éteindre la LED verte en appuyant sur le bouton. Lorsque le bouton est fermé, tu as construit un by-pass pour le courant électrique. Il ne passe plus par la LED verte, mais par l'interrupteur. La LED verte s'éteint, mais la LED rouge devient un peu plus lumineuse dans ce cas.

En fait, l'interrupteur ferme brièvement la LED verte. Ce type de court-circuit n'est autorisé que parce que la résistance dans le circuit maintient le courant suffisamment bas. Cependant, un court-circuit direct de la batterie sous la forme d'une connexion entre les pôles positif et négatif doit être évité à tout prix !



## BOÎTE D'INFORMATION

### Résistances et leurs anneaux de couleur

Les anneaux colorés sur les résistances représentent des nombres. Ils sont lus l'un après l'autre, en commençant par l'anneau le plus proche du bord de la résistance. Les deux premiers anneaux représentent deux chiffres, le troisième des zéros ajoutés. Ensemble, ils indiquent la résistance en ohms. Un quatrième anneau indique la précision. Toutes les résistances de ce calendrier ont un anneau en or. Cela signifie que la valeur peut être supérieure ou inférieure de 5 % à celle indiquée par les anneaux de couleur. Ta première résistance se lit comme ceci : Marron = 1, noir = 0, orange = 000, ensemble 10 000  $\Omega$  (Ohm), soit 10 k $\Omega$  (Kiloohm).

Le code couleur de la résistance

coloris	Anneau 1 1er chiffre	Anneau 2 2ème chiffre	Anneau 3 multiplicateur	Anneau 4 tolérance
Noir		0	1	
Marron	1	1	10	1 %
Rouge	2	2	100	2 %
Orange	3	3	1000	
Jaune	4	4	10000	
Vert	5	5	100000	0,5 %
Bleu	6	6	1000000	
Violet	7	7	10000000	
Gris	8	8		
Blanc	9	9		
Or			0,1	5 %
Argent			0,01	10 %

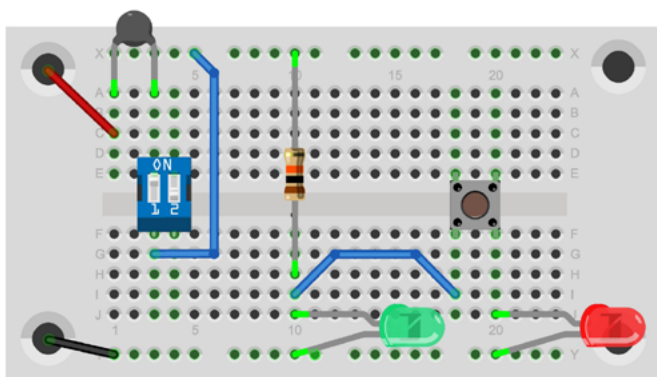
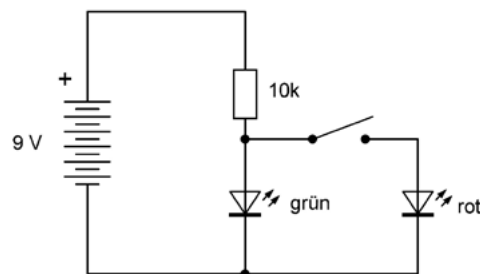


# 5 Commutateur de couleur

Derrière la porte numéro 5 se trouve un deuxième câble. Utilise-le pour reconstruire ton circuit afin que la LED rouge ne s'allume pas tant que tu n'appuies pas sur le bouton poussoir. Au même moment, la LED verte s'éteint. Avec ce commutateur, tu peux changer la couleur : pressé = rouge, relâché = vert.

Lorsque l'interrupteur est fermé, les deux DEL sont branchées en parallèle. On pourrait penser que le courant traverserait les deux et que les deux brilleraient. C'est en fait le cas lorsque les mêmes LEDs sont utilisées. Mais il y a une grande différence.

La LED verte a besoin de plus de tension que la LED rouge. Si la LED rouge est maintenant allumée, la tension de la LED chute à un point tel que la LED verte ne peut plus s'allumer.



## BOÎTE D'INFORMATION



### Tension, résistance et courant

Tu sais peut-être déjà que la tension électrique est mesurée en volts (V). La batterie a une tension de 9 V. Et une résistance est mesurée en Ohm ( $\Omega$ ) ou en Kiloohm ( $1 \text{ k}\Omega = 1,000 \text{ }\Omega$ ). Cependant, il existe un autre paramètre très important : le courant électrique est mesuré en ampères (A) ou en milliampères ( $\text{mA} = 1/1000 \text{ A}$ ) pour les petits courants. Tous ces noms proviennent de chercheurs célèbres qui ont été les premiers à faire des recherches sur l'électricité il y a environ 200 ans : Alessandro Volta, Georg Simon Ohm et André-Marie Ampère.

Un appareil de mesure pourrait être utilisé pour mesurer la quantité de courant qui circule dans la LED. Mais tu peux aussi le calculer, si tu connais la tension de la batterie et la tension de la LED. Si la batterie est encore neuve,

elle a une tension de 9 V. La LED verte a besoin d'environ 2 V. Cela laisse 7V pour la résistance. Et ensuite tu pourras faire le calcul :

$$\text{Courant} = \text{Tension} / \text{Résistance}$$

$$\text{Courant} = 7 \text{ V} / 10\,000 \text{ }\Omega$$

$$\text{Courant} = 0,0007 \text{ A} = 0,7 \text{ mA}$$

Ce n'est pas grand-chose, seulement 0,7 mA de débit, bien que la LED puisse supporter un courant de 20 mA. Mais la batterie dure très longtemps ! Il a généralement une capacité de 500 mAh (500 mAh), de sorte qu'il peut délivrer 500 mA pendant une heure ou 1 mA pendant 500 heures. Ta lampe s'allume donc à 0,7 mA pendant environ 700 heures, soit environ un mois.

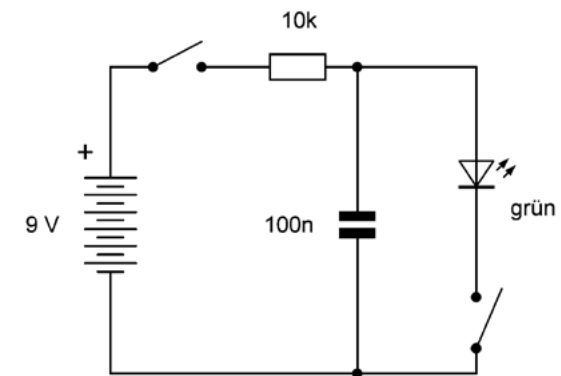
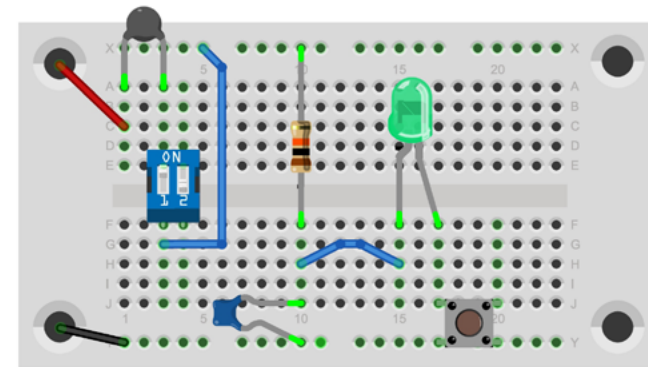
## 6

## Énergie stockée

Le sixième jour, un nouveau composant de ton calendrier apparaît derrière la porte : un condensateur. C'est un petit disque brun clair à deux fils. Tu y trouveras l'inscription 104, qui signifie 100 nF (100 Nanofarad). Un condensateur peut être chargé et déchargé. Si tu mets l'interrupteur principal 1 sur ON, il est chargé. Ensuite, tu peux l'éteindre à nouveau, attendre un peu et appuyer sur le bouton. Cela crée un petit flash LED qui décharge le condensateur. Tu peux l'imaginer comme une batterie qui peut être rechargée encore et encore. Cependant, ton condensateur chargé contient très peu d'énergie.



Un condensateur se compose de deux surfaces métalliques entre lesquelles se trouve une couche isolante. C'est pourquoi il est représenté sur le schéma de circuit avec deux lignes non raccordées. Le composant possède également une couche de protection extérieure et peut avoir un aspect très différent selon la marque. Sur les photos de montage, un condensateur bleu carré est représenté, le tien est rond et brun clair. L'inscription indique la capacité de ce condensateur. C'est une mesure de la quantité d'énergie que contient le condensateur à une tension donnée. L'unité de capacité s'appelle Farad (d'après le célèbre chercheur Michael Faraday). Les unités les plus petites sont microfarad ( $\mu\text{F}$ ), nanofarad (nF) et picofarad (pF). L'étiquette 104 signifie 1, 0, 0000, c'est-à-dire 100 000 Picofarad, 100 000 pF = 100 nF.





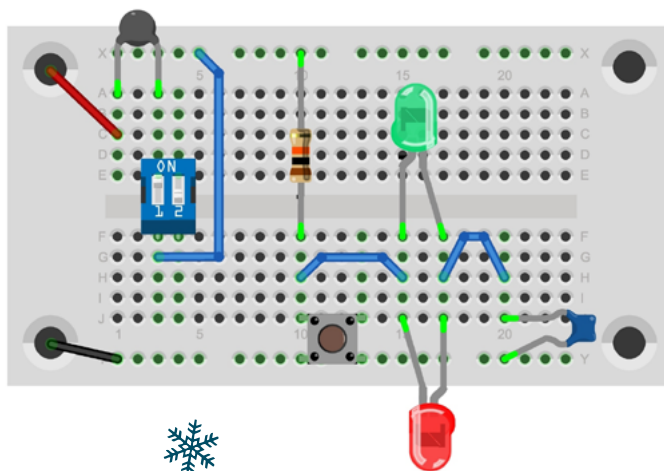
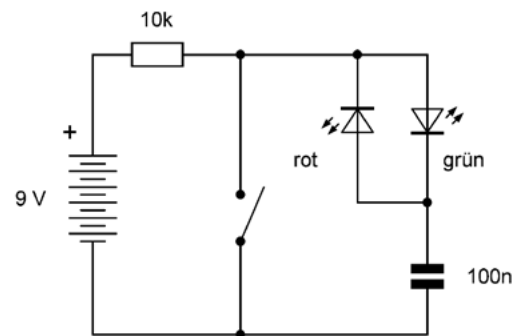
# 7

## Clignotements de lumière colorée

Derrière la septième porte, tu trouveras un autre câble. Maintenant, reconstruis ton circuit et insère également la LED rouge. Respecte le sens de montage ! La LED rouge semble être installée à l'envers, c'est-à-dire avec la cathode vers le pôle positif de la batterie. Avec la touche, tu peux charger (contact ouvert) ou décharger (contact fermé) alternativement. Lors de la charge, une lumière verte clignote, lors de la décharge d'une lumière rouge. Tu peux répéter la charge et la décharge en alternance aussi souvent que tu le souhaites. Chaque fois que tu appuies sur le bouton, un clignotement rouge apparaît lorsque tu le relâches, un clignotement vert.

Ta batterie fournit du courant continu. Cela signifie que le courant circule toujours dans le même sens. Dans ton circuit, cependant, la commutation avec ton bouton-poussoir crée un courant alternatif. Dans un

sens, la LED verte s'allume, dans l'autre, la LED rouge. C'est pourquoi les deux LEDs de ce circuit ont dû être installées dans des directions différentes.

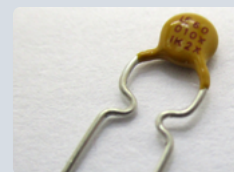


## BOÎTE D'INFORMATION



### Le fusible PTC

Toutes tes tentatives ont une sauvegarde, qui est juste pour la sécurité et devrait t'aider si une erreur se produit. Si tu court-circuites accidentellement un câble, il pourrait devenir très chaud ou la batterie pourrait exploser. Mais le fusible empêcherait le pire.



De nombreux fusibles ne font que sauter lorsque tu provoques un court-circuit. Alors il te faut un nouveau fusible. Mais tes renforts spéciaux sont différents. Il s'agit d'un fusible à réarmement automatique, également connu sous le nom de fusible PTC. Si

trop de courant circule pendant un court-circuit, le fusible PTC devient chaud et ne laisse passer que très peu de courant car sa résistance augmente fortement. C'est de là que vient le nom. PTC signifie « Coefficient de température positive » et indique que la résistance augmente à mesure que la température augmente. Si l'alimentation est ensuite coupée et le défaut est éliminé, il se refroidit et est à nouveau comme neuf.

### Attention!

Ne l'essaie pas, car la batterie deviendra rapidement inutilisable en cas de court-circuit. Et le fusible PTC devient si chaud avec environ 60 degrés que tu peux facilement te brûler les doigts. Mais ce serait quand même mieux que des fils incandescents et des batteries qui explosent. N'oublie donc jamais : le dispositif de sécurité n'est là qu'en cas d'urgence, comme le frein d'urgence d'un train.

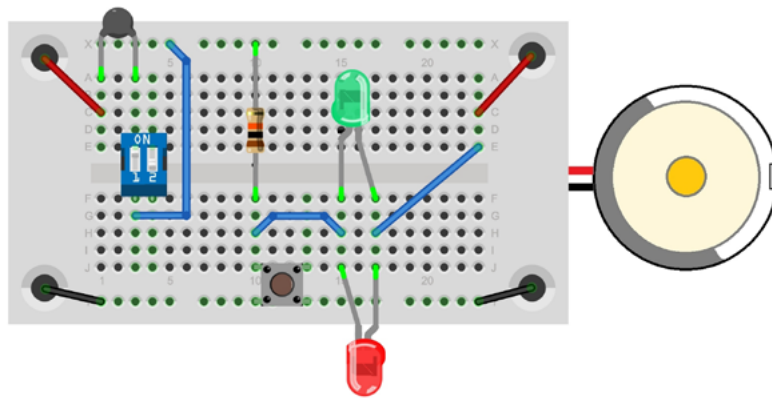
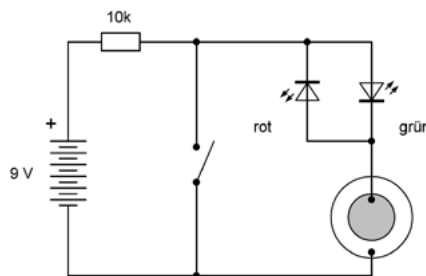
# 8 Bruit électrique

Ouvre la 8ème porte et découvre derrière elle un petit haut-parleur piézo à deux fils. Les fils de connexion sont très fins et souples et doivent donc être protégés comme les câbles de la batterie. Fais deux trous supplémentaires dans la feuille de protection du panneau de brassage et fais guider les fils à travers eux par le bas. Ensuite, place-les dans les trous prévus à cet effet, à l'endroit où elles doivent rester jusqu'à la dernière tentative.

Dans ce circuit, il y a à nouveau le bouton-poussoir, et de petits clignotements de lumière rouge et verte se développent à chaque commutation. De plus, tu entends maintenant un crépitement doux mais clair du haut-parleur à chaque fois. Cependant, le clic de l'interrupteur à enclenchement peut noyer le haut-parleur. Utilise ensuite un fil métallique ou un objet pour connecter les deux bornes du bouton afin de rendre le clic plus silencieux.

La comparaison avec l'expérience précédente indique déjà que le haut-parleur piézoélectrique fonctionne comme un condensateur. Et en effet, la structure d'un condensateur peut aussi être clairement vue. Une plaque

de métal est une feuille mince. Vient ensuite la couche isolante d'un mince disque gris. Et la deuxième plaque de métal est une surface argentée. Il y a des forces électriques d'attraction entre les deux surfaces métalliques qui changent lorsque le condensateur est chargé ou déchargé. Cela crée un petit mouvement qui génère le bruit.

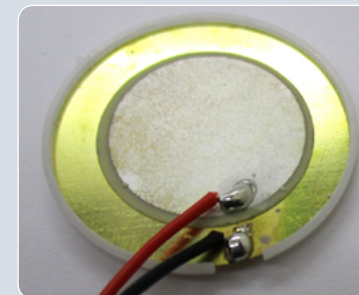


## BOÎTE D'INFORMATION



### Piézo Electricité

Le mot grec piézo signifie pression, et certains matériaux comme le quartz ont un effet piézoélectrique. Si tu appuies dessus, une tension électrique est générée. Inversement, lorsqu'une tension électrique est appliquée, une déformation se produit comme si l'on appuyait sur le matériau.



Le matériau isolant de ton enceinte piézo est un matériau céramique, similaire à la porcelaine. Lorsqu'une tension électrique est connectée, le disque se plie légèrement. Cela crée un bruit.

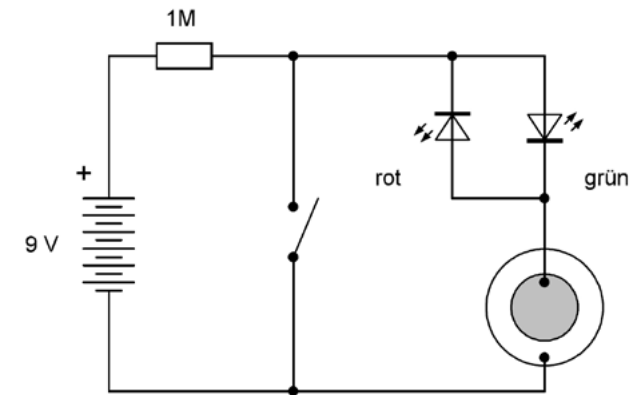
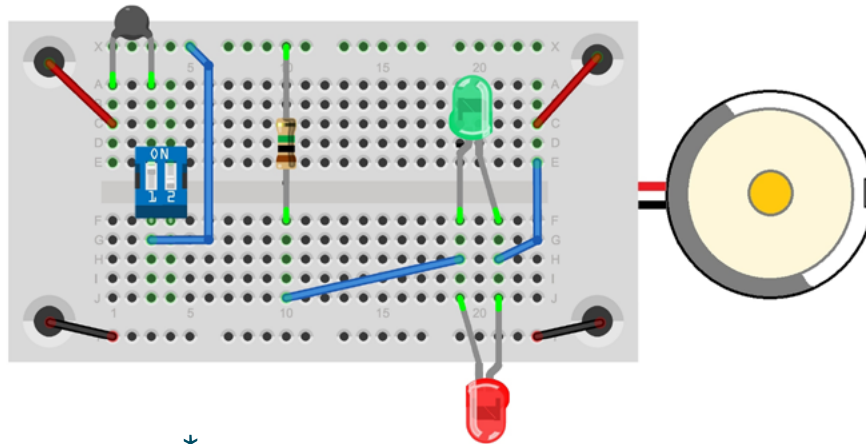


# 9 Courant freiné



Derrière la 9ème porte, tu trouveras une nouvelle résistance avec les couleurs marron, noir et vert. Elle est de 1 000 k $\Omega$  (Kiloohm), donc 1 M $\Omega$  (Megaohm). Cette très grande résistance fournit un courant très faible qui ne

charge que lentement le transducteur piézoélectrique. Ouvre et ferme le contact plusieurs fois. Les deux LED clignotent clairement. Mais le haut-parleur piézo ne produit un claquement que lorsque le contact est fermé.



Utilise également un fil ou un autre objet métallique si le bouton est trop fort. Par contre, lorsque le contact est ouvert, il n'y a pas de bruit audible. La raison en est la grande résistance du circuit. Seul un petit courant de charge circule, qui charge lentement le convertisseur piézoélectrique.

Le résultat est une déformation lente et silencieuse. Lorsque le contact est fermé, par contre, il y a une décharge soudaine avec une déformation rapide et un claquement net.





# 10 Clignotements sans pile



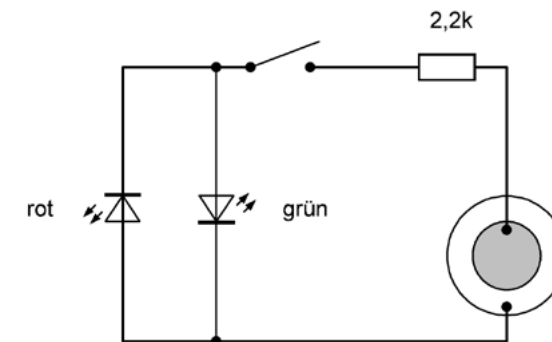
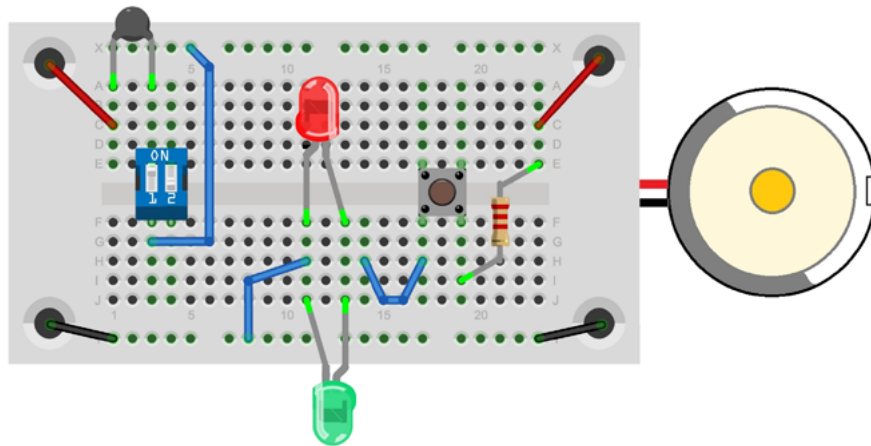
Ouvre la 10ème porte et retire une autre résistance. Elle est de 2,2 kΩ et porte trois anneaux de couleur rouge. Construis maintenant un circuit avec le haut-parleur piézo, la résistance et deux LEDs. La batterie n'est pas connectée et peut être retirée du clip de batterie. Le bouton-poussoir doit être enfoncé dès la première tentative. Maintenant, tape légèrement sur le disque piézoélectrique. De faibles éclairs de lumière rouge et verte se produisent à nouveau. Attention, il ne

faut pas utiliser trop de force, sinon le disque céramique pourrait se casser.

L'expérience a montré que le haut-parleur piézoélectrique peut non seulement convertir l'énergie électrique en son, mais aussi les vibrations en énergie électrique. Le même composant fonctionne comme un haut-parleur, un microphone et un générateur électrique. C'est pourquoi on l'appelle aussi « transducteur sonore piézoélectrique ».

La déformation due à la pression exercée sur la membrane provoque la charge et génère ainsi de l'énergie électrique. Mais la même chose permet aussi un changement de température. C'est facile pour toi d'essayer. Ouvre l'interrupteur et maintiens ton doigt chaud contre la membrane pendant quelques secondes. Ferme ensuite le contact. Il y a un crépitement et un éclair de lumière. Ouvre ensuite le contact et attends un peu plus longtemps jusqu'à ce que la vitre se refroi-

disse à nouveau. Le fait de refermer le contact génère un autre crépitement et un second flash de l'autre couleur. Utilise un câble au lieu du bouton-poussoir pour entendre les sons faibles du transducteur piézoélectrique.



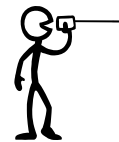
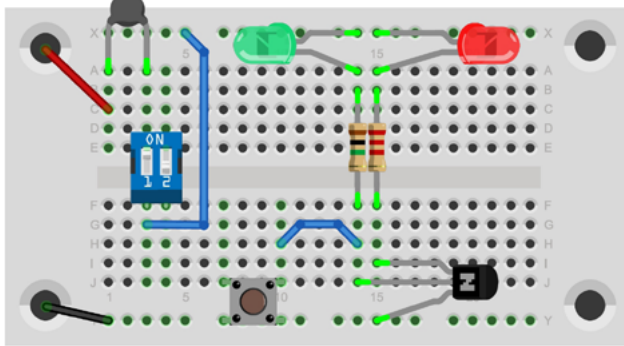
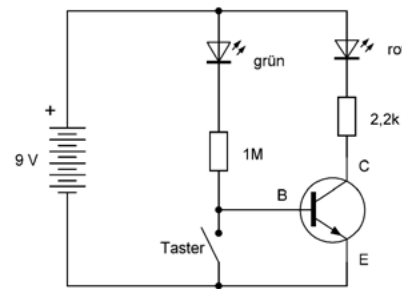
# II

## Courant amplifié

Le onzième jour, tu reçois un élément important de ton calendrier : le transistor. Le transistor a trois connexions qui ne doivent pas être confondues. Ils sont appelés émetteur (E), base (B) et collecteur (C). L'émetteur doit être connecté à la borne négative de la batterie. Le côté plat et étiqueté du transistor doit être orienté vers la gauche.

L'expérience montre le comportement typique d'un transistor. Si l'interrupteur à bouton-poussoir est encore ouvert, la LED verte s'allume faiblement, mais la LED rouge est très lumineuse. Si tu appuies sur le bouton, la LED rouge s'éteint. Le transistor se comporte comme un interrupteur. Un petit

courant passant par la connexion de base provoque l'enclenchement d'un grand courant par la connexion du collecteur. Cependant, si tu connectes la base et l'émetteur via le bouton ou retire la LED verte, la LED rouge s'éteindra également.



## BOÎTE D'INFORMATION



### Transistors

Le transistor de ton expérience contient un cristal de silicium. Le silicium (Si) est contenu en grande quantité dans le sable de quartz normal (quartz = oxyde de silicium). Il appartient au groupe des semi-conducteurs, c'est-à-dire des substances qui ne conduisent pas bien l'électricité, comme les métaux, ni ne l'isolent bien, comme le verre ou le caoutchouc. Afin d'obtenir une conductivité très spécifique, de minuscules traces d'autres substances sont ajoutées au silicium pur. Selon le type de ces substances, on obtient du N-silicium ou du P-silicium. Il y a trois couches dans ton transistor : NPN. D'autres types ont une séquence de niveaux différente, à savoir PNP. Ils fonctionnent de la même façon, mais avec une direction de courant différente.

Les transistors sont des composants importants dans tous les

domaines de l'électronique, dans les radios et les téléviseurs ainsi que dans les smartphones et les ordinateurs. Des transistors sont installés partout. Il est donc intéressant de comprendre exactement comment fonctionne un transistor.

Regarde bien ton transistor. Il y a une étiquette : BC547B. Avec cette désignation, on peut commander exactement le bon transistor, qui est d'ailleurs fabriqué par plusieurs entreprises. Tu peux également rechercher la fiche technique de ce type sur Internet. Elle contient de nombreuses propriétés et valeurs mesurées, dont certaines ne sont comprises avec précision que par des experts. En un mot : Ce transistor NPN peut supporter une tension de 50 V et un courant de 100 mA. Et il peut amplifier le courant au moins 200 fois.



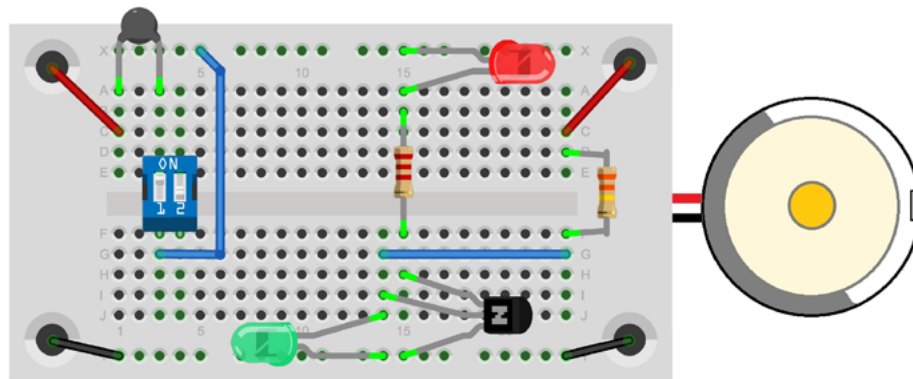
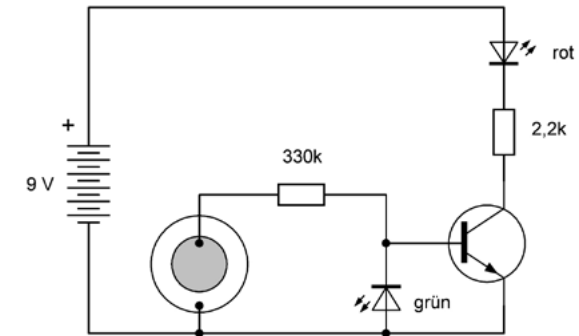
# 12

## La lumière amplifiée clignote



Derrière la 12ème porte se trouve une résistance de 330 kΩ (Orange, Orange, Jaune). Intègre-la dans ce circuit amplificateur avec un transistor. Si tu tapes maintenant faiblement sur le disque piézoélectrique, la LED rouge clignote fortement. Mais de faibles éclairs de lumière proviennent également de la LED verte. Il faut noter que la LED verte est installée différemment que d'habitude, à savoir avec l'anode (fil long) au pôle négatif de la batterie.

Comme le transistor ne conduit le courant que dans une seule direction, la LED verte doit garantir que le courant peut également circuler dans la direction opposée. Comme les expériences précédentes l'ont montré, le convertisseur piézoélectrique fournit un courant alternatif. Dans ce cas, la LED verte indique le courant directement généré, la LED rouge le courant amplifié par le transistor.



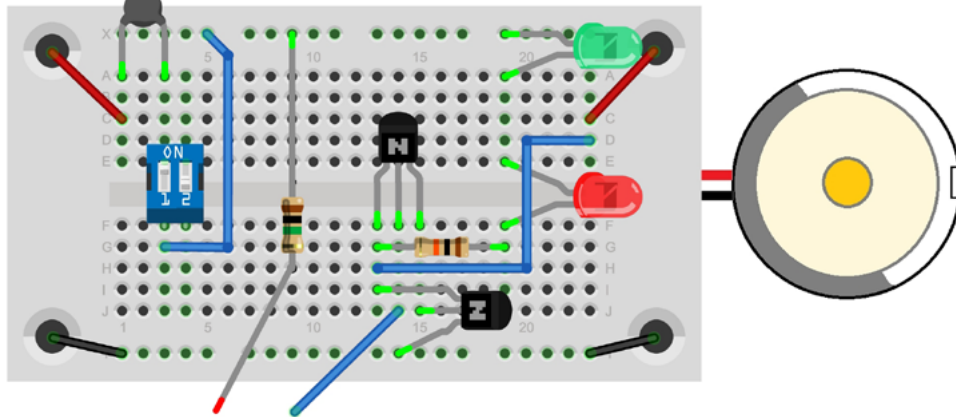


# 13

## Interrupteur à effleurement

Derrière la porte numéro 13 se trouve un deuxième transistor de type BC547. Avec le premier transistor, il devrait maintenant fournir encore plus d'amplification. Les deux bornes du collecteur sont directement connectées et l'émetteur du premier transistor conduit à la base du second transistor. Ce circuit s'appelle un circuit de Darlington. Ici, il s'agit de construire un interrupteur à effleurement. Si tu touches le câble et la résistance en même temps avec ton doigt, un très petit courant inoffensif et imperceptible circule à travers ton doigt, qui est amplifié à un point tel que les deux LED sont allumées.

Le haut-parleur est à nouveau connecté au collecteur des transistors. Et parfois, on entend des bruits particuliers. Il suffit de toucher le câble de base. Selon l'endroit où tu te trouves, il se peut que tu entendes un crépitement, un bourdonnement ou un vrombissement dans le haut-parleur. Le bruit peut devenir encore plus fort si deux personnes touchent les deux fils. Ça vient du câblage électrique de la pièce. Si tu fais-bouger également les pieds sur le sol, tu peux parfois voir les LED clignoter ou flasher. Cela montre la charge électrique de ton corps par friction sur les chaussures.

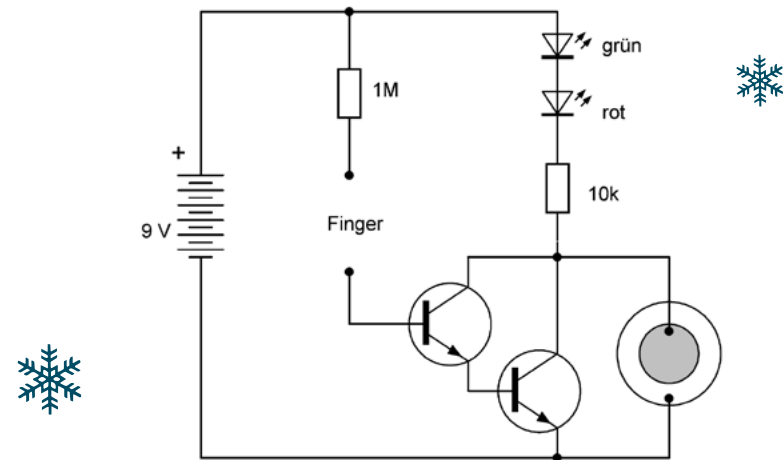


## BOÎTE D'INFORMATION



### Le circuit de Darlington

Le raccordement de deux transistors, tel qu'illustré dans le schéma de circuit, s'appelle un circuit Darlington. Deux transistors amplifient plus d'un. Ceci est particulièrement vrai pour ce circuit, où le courant déjà amplifié est à nouveau amplifié par un second transistor. Le nom vient de son inventeur, Sidney Darlington, qui a eu l'idée en 1952. Les deux collecteurs sont raccordés et l'émetteur du premier transistor se dirige vers la base du deuxième transistor. Le circuit de Darlington se comporte comme un transistor unique avec un gain énorme.



# 14

## Le capteur de lumière

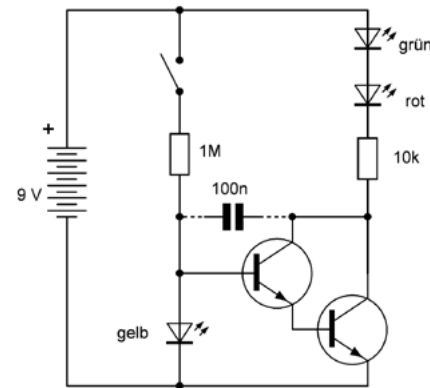
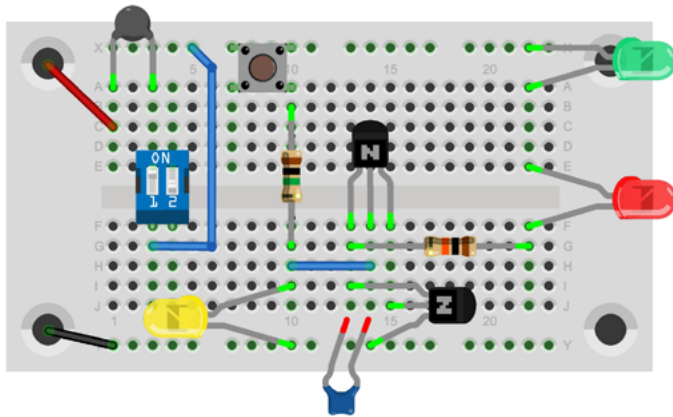


Une LED jaune apparaît derrière la porte numéro 14. Tu peux l'installer dans ton circuit au lieu de la LED rouge ou verte et essayer une autre couleur avec. Mais elle peut aussi accomplir une tâche complètement différente. Dans cette expérience, la LED jaune est utilisée comme capteur de lumière. Lorsqu'elle est éclairée, elle délivre un très faible courant semblable à celui d'une cellule solaire. Celui-ci est ensuite ampli-

fié par deux transistors et les deux autres LEDs s'allument. N'installe pas le condensateur en premier. Teste l'expérience avec une lampe de poche. Plus tu allumes la LED jaune, plus les deux autres LED seront lumineuses.

En outre, un condensateur est ensuite inséré dans ce circuit, qui sert à ralentir considérablement l'allumage et l'extinction. Les LED rouge et verte ne s'allument

que lorsque tu as suffisamment longtemps allumé ton photodiode. Après l'extinction, elles continuent à briller longtemps et ne s'éteignent que lentement. De plus, l'interrupteur à bouton-poussoir a également été inséré. Tu peux allumer la lumière rapidement et la laisser s'éteindre lentement pendant une demi-heure.



### BOÎTE D'INFORMATION



#### Photodiode

Chaque diode est constituée d'un semi-conducteur avec une couche barrière PN qui conduit le courant dans un sens et ne laisse passer aucun courant dans l'autre, c'est-à-dire bloque le courant. En plus des diodes électroluminescentes, il existe également des diodes redresseuses et des photodiodes en silicium, le même matériau dont sont faits tes transistors. Une photodiode utilise une surface particulièrement grande de sorte qu'une grande quantité de lumière de l'extérieur peut pénétrer dans la couche barrière. Là, la lumière assure qu'une tension électrique est générée et que le courant peut circuler. Une LED a une structure similaire, mais seulement une très petite surface. Par conséquent, le courant dépendant de la lumière n'est que faible. Cependant, après une forte amplification par les deux transistors, il est suffisant pour cette expérience.

La LED rouge ou verte peut également fonctionner comme une photodiode. Remplace une fois la LED dans ton circuit et fais attention à la direction de montage correcte. Ainsi, tu peux explorer quelle LED est la meilleure diode photoélectrique.



## 15

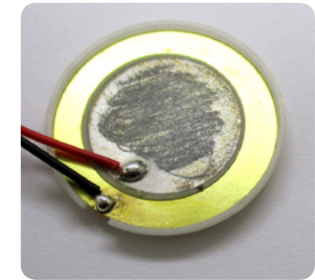
## Le détecteur de mouvement

Derrière la 15e porte se cache un autre câble. Tu construis un détecteur de mouvement infrarouge avec. Le capteur actuel est le disque piézoélectrique. Tu sais déjà que lorsque la température change, elle génère une tension électrique. Et cela fonctionne aussi sans contact direct si tu n'es qu'à proximité. Mieux encore si tu fonce la couche d'argent du disque avec un crayon doux. Ta main chaude émet un rayonnement de chaleur infrarouge. Quand il touche le cap-

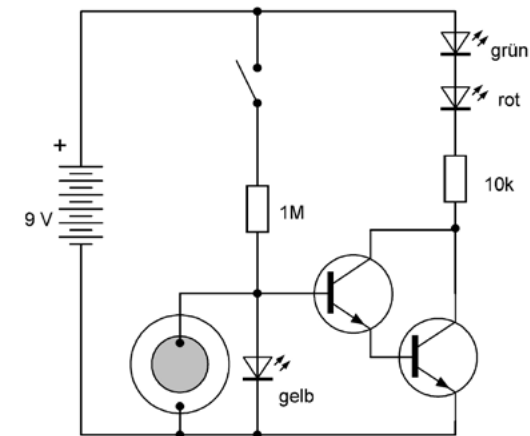
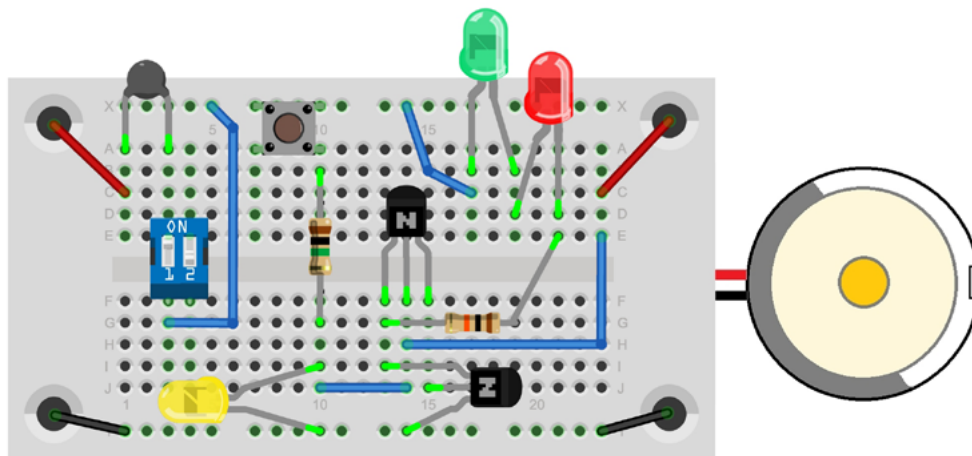
teur noirci, il chauffe un peu. Ceci ne produit qu'une très faible tension électrique. C'est pourquoi tu as besoin d'un bon amplificateur, qui consiste ici en un circuit Darlington. De plus, un très faible courant de base est nécessaire, que la LED jaune fournit en fonction de l'éclairage. De plus, il y a des boutons pour la lumière continue.

Attends un certain temps jusqu'à ce qu'une faible luminosité uniforme des LED rouge et verte apparaisse.

En appuyant brièvement sur le bouton, Tu peux raccourcir le temps d'attente. Ensuite, tiens ta main avec une déceance d'environ 5 cm au-dessus du disque piézoélectrique. Après quelques secondes, la luminosité des LEDs change. Retire à nouveau la main et observe le changement inverse de luminosité. Les deux LEDs peuvent donc indiquer l'approche de la main. Toutefois, il est impossible de prévoir la direction du changement. Tu peux les changer en remplaçant les



deux câbles de l'enceinte piézo. Les LED devraient s'allumer plus clairement si tu tiens ta main plus près du disque piézoélectrique, si tu tiens ta main plus près. Tu l'as utilisé pour construire une lumière du soir avec un détecteur de proximité.





## 16

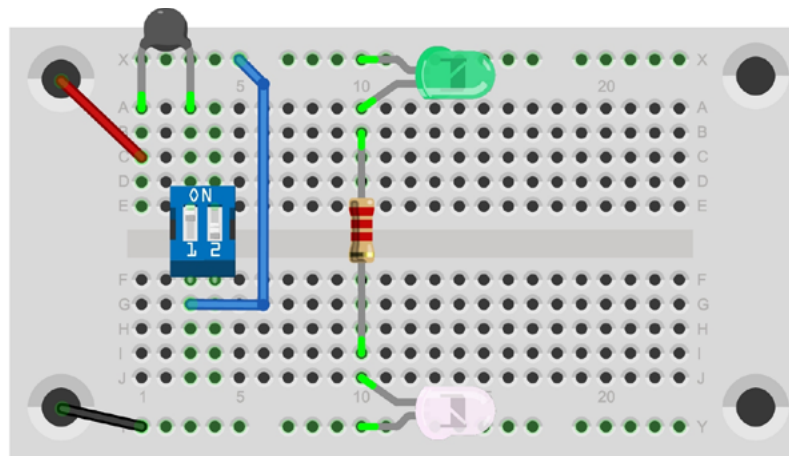
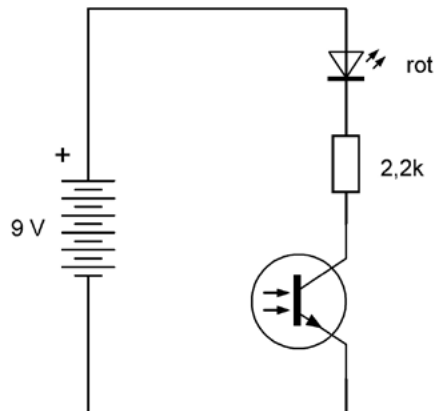
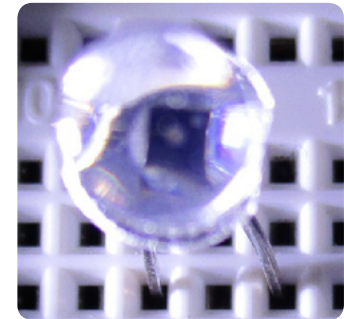
## Un amplificateur de lumière

Ouvre la porte numéro 16 et retire un nouveau composant. À première vue, il ressemble à une LED dans un boîtier transparent, mais il s'agit en fait d'un capteur de lumière, plus précisément d'un photo transistor. Installe-le avec une résistance et une LED. Respecte le sens d'installation. Contrairement à ce que tu sais d'une LED, le fil long doit être connecté à la borne négative, car c'est l'émetteur. La LED rouge s'allume

plus fort lorsque plus de lumière tombe sur le photo transistor. La LED rouge s'éteint dans l'obscurité totale.

Comme un transistor normal, le phototransistor possède un émetteur (fil long) et un collecteur (fil court). Il y a aussi une base, mais elle n'a aucun lien. Le courant de base est fourni par une photodiode intégrée. Si tu regardes le boîtier transparent de l'avant, tu verras

une zone noire relativement grande. C'est la photodiode photosensible. Elle est nettement plus grande que la surface d'un cristal LED. Par conséquent, le phototransistor est beaucoup plus sensible que la LED de ton capteur de lumière de l'expérience 14.



17

# Bascule phototransistor/LED

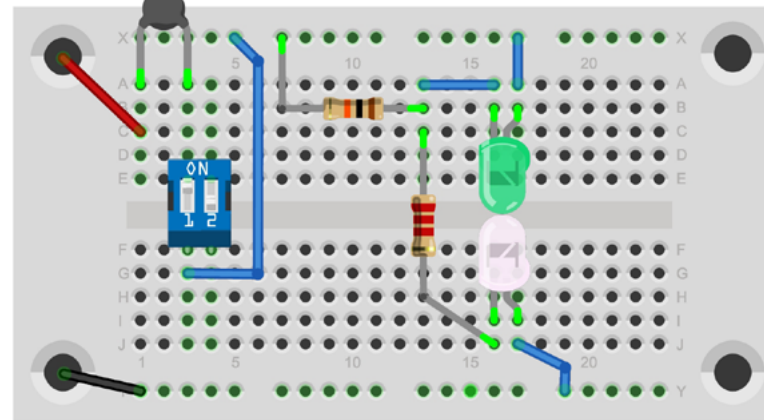
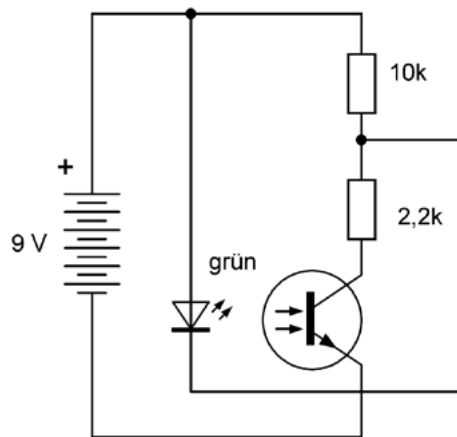


Derrière la porte numéro 17 se trouve un autre câble : il s'agit maintenant de construire un circuit avec une LED et un photo transistor qui s'allument ou s'éteignent l'un l'autre. Plie les fils de façon à ce que la LED soit montée à l'opposé du phototransistor et l'éclaire directement. Pour cette raison, l'état de mise en marche est maintenu même dans l'obscurité. Mais si tu places une feuille de papier entre eux, la LED s'éteint et ne s'allume pas d'elle-

même lorsque tu retires le papier. Mais il suffit d'un bref éclair de lumière ou de la lumière d'une lampe pour le rallumer. Tu peux placer le circuit dans une pièce sombre et après un certain temps vérifier si quelqu'un a allumé la lumière entre-temps.

par l'éclairage et l'ombrage. La résistance de  $10\text{ k}\Omega$  détermine la luminosité à laquelle la bascule passe à l'état ON. Si tu installes une résistance avec  $330\text{ k}\Omega$  à sa place, le circuit réagit déjà à une lumière beaucoup plus faible.

Ce circuit est aussi appelé circuit de bascule parce qu'il peut basculer entre les deux états On (flip) et Off (flop). Dans ce cas, la commutation s'effectue



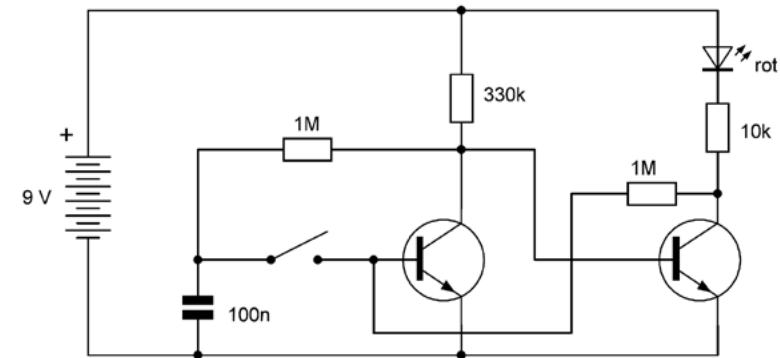
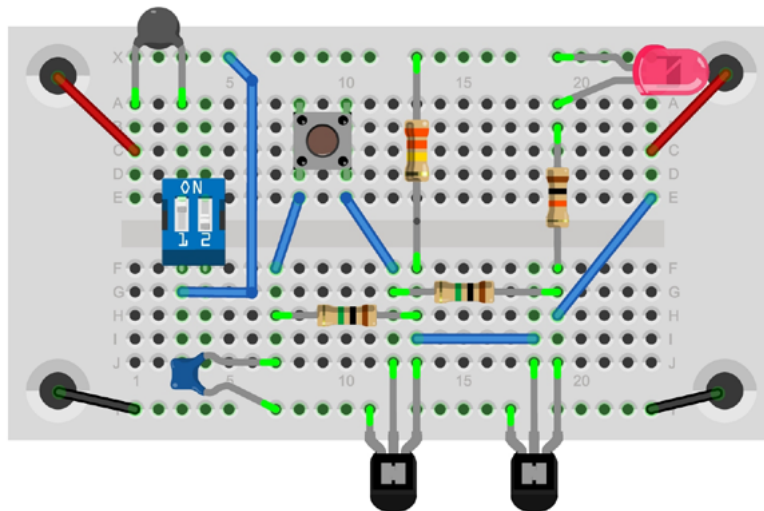
18

# Interrupteur à clé



Derrière la porte numéro 18 se trouve une autre résistance de  $1\text{ M}\Omega$  (1 MOhm, marron, noir, vert). Tu construis un interrupteur à clé avec. Chaque pression sur le bouton change l'état de la LED à On - Off - On - Off et ainsi de suite. Le dernier état est conservé après libération. Ici aussi, le haut-parleur peut rester connecté. Tu entendas un clic à chaque commutation.

Ce circuit est aussi appelé bascule. Si tu appuies dix fois sur le bouton, la LED s'allume exactement cinq fois pendant ce temps. Par conséquent, ce circuit divise par deux le nombre d'états on.



## BOÎTE D'INFORMATION



### La bascule

Une bascule est un circuit qui peut avoir deux états stables. L'état existant reste stocké tant que tu ne le modifies pas intentionnellement. La bascule est donc aussi une mémoire d'information. Dans ce cas, une seule information est stockée. Tu peux les appeler « vrai » ou « faux », mais aussi « un » ou « zéro » ou dans ce cas « on » ou « off ». De nombreuses bascules sont utilisées ensemble comme mémoire dans les ordinateurs et stockent de grandes quantités d'informations.

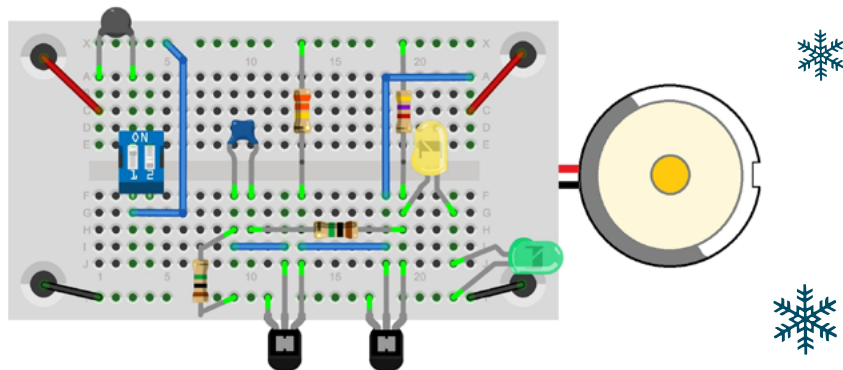
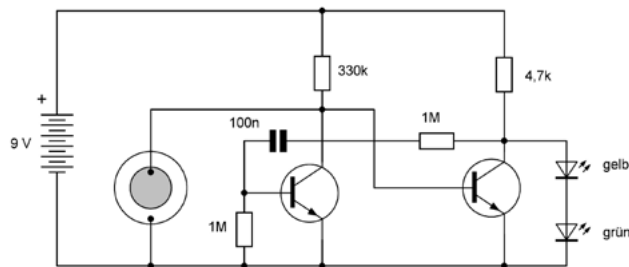


19

# Interrupteur à bouton-poussoir

Ouvre la 19ème porte et retire une résistance de  $4.7\text{ k}\Omega$  (jaune, violet, rouge). Construis maintenant une bascule qui allume la LED pendant un court instant chaque fois que tu tapes sur le disque piézoélectrique, puis l'éteint tout seul. Souvent, il suffit même de tapoter sur la table à côté du capteur.

Cette fois il y a deux LEDs en série à la sortie.



20

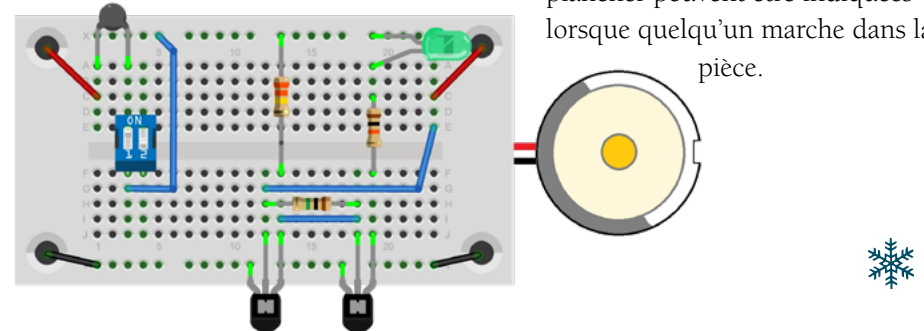
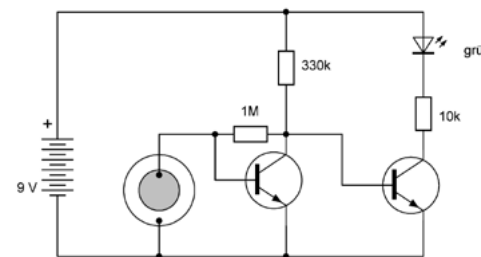
# Un capteur de vibrations

La porte numéro 20 cache une résistance à  $10\text{ k}\Omega$  (marron, noir, orange). Elle est utilisée dans ce circuit comme résistance en série pour la LED. Deux transistors forment un amplificateur sensible. À l'état de repos, la LED ne s'allume que faiblement. Le convertisseur piézo est connecté à l'entrée de l'amplificateur. Lorsque le diaphragme

du transducteur piézoélectrique est mis en vibration, une petite tension est générée qui est fortement amplifiée. C'est pourquoi la LED clignote visiblement.

Le circuit réagit même aux sons forts. Le convertisseur piézo fonctionne alors comme un microphone. Applaudie et regarde la LED clignoter.

Retourne ensuite le transducteur et place un petit poids sur la membrane. Il peut s'agir d'une gomme à effacer ou d'une pièce de un cent, par exemple. Puis tapote doucement sur la table. La LED clignote fortement. Même les plus petites vibrations du plancher peuvent être indiquées lorsque quelqu'un marche dans la pièce.



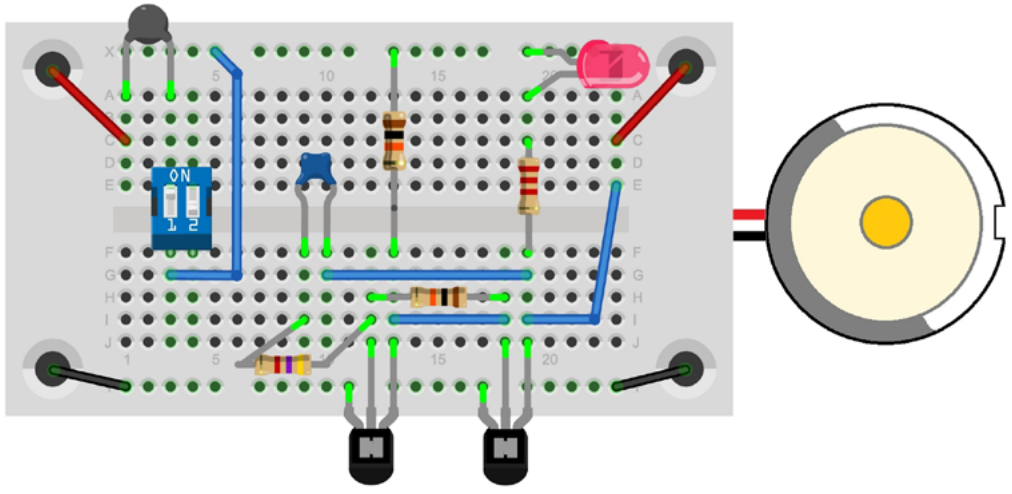
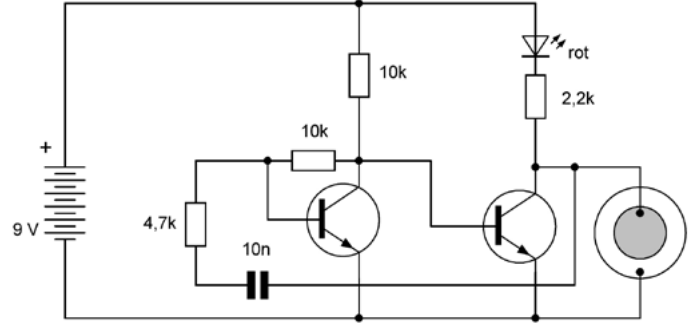
# 21

## Générateur de tonalité unique



Derrière la porte numéro 21 se trouve un condensateur de 10 nF (surimpression 103). Construis maintenant un générateur de son électronique. Tu entendas un son uniforme du haut-parleur. Touche le condensateur avec tes doigts pour qu'il chauffe un peu. Le ton change très lentement. Le fait de toucher le transducteur piézoélectrique modifie également le son.

La fréquence, c'est-à-dire le pas, dépend des composants. Remplace le petit condensateur par 10 nF par le plus grand par un condensateur de 100 nF. Le ton est maintenant beaucoup plus profond et ressemble davantage à un cliquetis. Le son peut être modifié en maintenant partiellement le trou de son de l'enceinte.



La LED semble s'allumer uniformément. Mais si tu fais un mouvement rapide avec tes yeux, tu verras qu'il clignote très rapidement. Tu peux voir le scintillement encore plus clairement si tu regardes la LED au-dessus d'un petit miroir que tu déplaces en même temps. Ainsi, tu peux même reconnaître les vibrations individuelles de la tonalité aiguë.

Les deux transistors s'allument et s'éteignent encore et encore. Ce circuit est appelé une bascule astable, car aucun des deux états n'est stable. Les changements rapides créent un mouvement du disque piézo et donc un son.

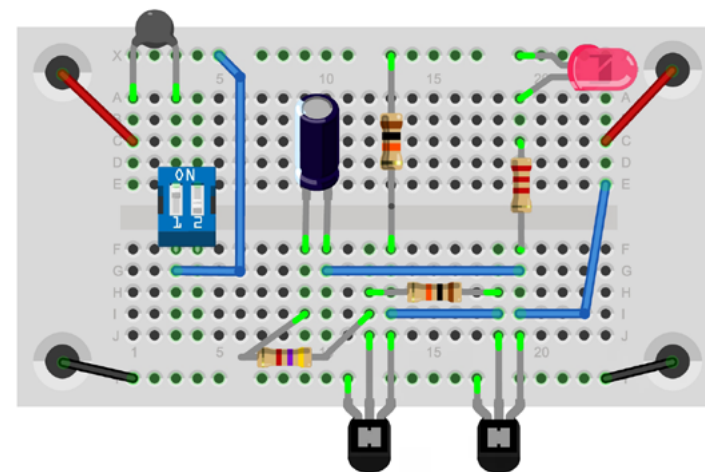
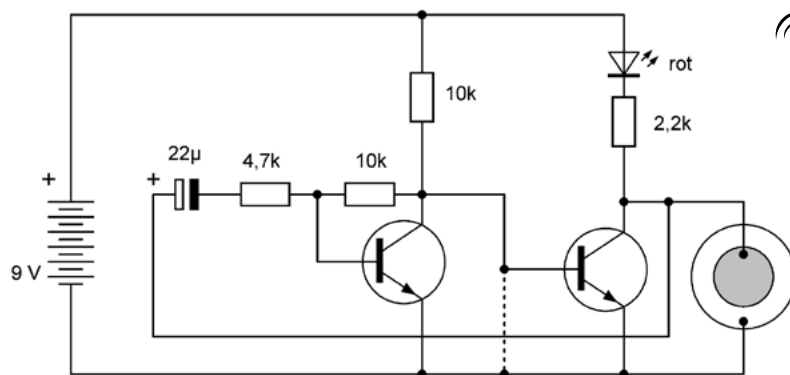


22

# Indicateurs LED

La porte 22 cache un condensateur plus grand de  $22 \mu\text{F}$  (22 microfarad). C'est un condensateur électrolytique (condensateur électrolytique) qui a un pôle positif et un pôle négatif. Porte une attention particulière à la direction de l'installation. Le pôle négatif a le fil le plus court et est marqué d'une ligne blanche. Un microfarad est 1000 fois plus grand qu'un nanofarad.  $22 \mu\text{F}$  est donc 220 fois plus que  $100 \text{ nF}$ . Met le condensateur électrolytique dans le circuit du dernier jour. Cela transforme le générateur de sons en clignotant lent. Si le haut-parleur est toujours connecté, tu entendas un clic lent.

Ce circuit peut également être utilisé comme système d'alarme. Le schéma montre une ligne en pointillés représentant un câble qui existe ou qui n'existe pas. Si tu installes un câble entre la base et l'émetteur du transistor droit, tu éteignes le clignotement. Ce câble est ta boucle d'alarme. Avec un fil, tu l'attaches à une porte ou à une fenêtre, lorsqu'elle est ouverte, elle est tirée vers l'extérieur. De cette façon, tu peux voir l'alarme. Si tu utilises le petit condensateur avec  $10 \text{ nF}$ , l'alarme devient audible.



## BOÎTE D'INFORMATION



### L'oscillateur

Un circuit qui génère des vibrations indépendamment s'appelle aussi un oscillateur. Les oscillateurs sont des circuits importants en électronique et en informatique. Dans un ordinateur, de nombreux composants fonctionnent en mode commun. Et ce temps est donné par un oscillateur, un peu comme un chef d'orchestre dirige celui-ci avec son bâton.

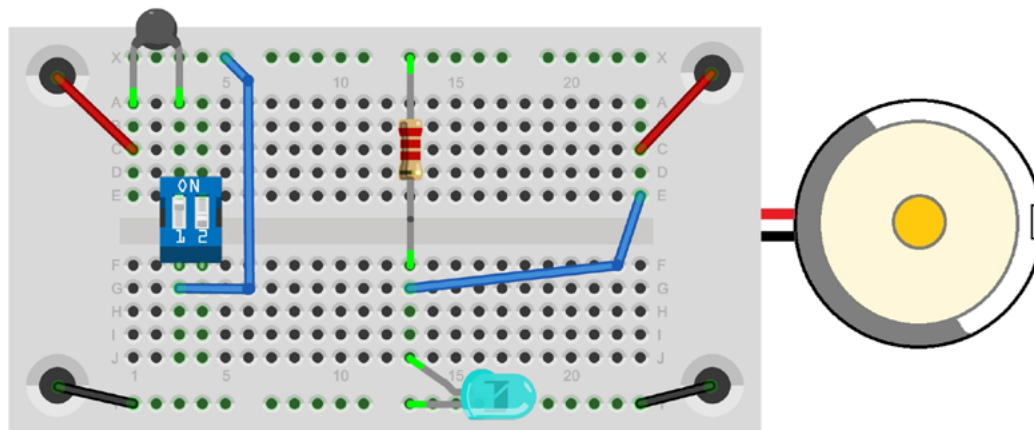
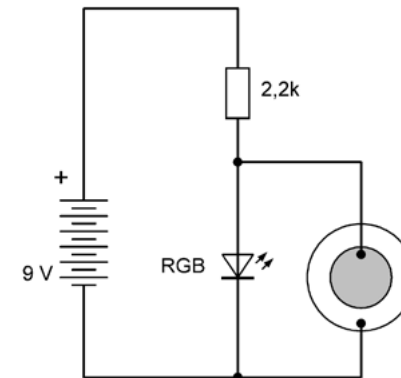
23

# Changement automatique de couleur



Ouvre la porte numéro 23 et retire une LED très spéciale dans un boîtier transparent. Elle contient en fait trois cristaux LED dans les couleurs rouge, vert et bleu (RGB) ainsi qu'un contrôleur qui commute les couleurs individuelles et les fait disparaître les unes dans les autres. Si tu regardes la LED RGB par l'avant lorsqu'elle est éteinte, tu peux voir les différentes pièces.

Comme une LED normale, la LED RGB a aussi besoin d'une résistance en série. Le haut-parleur piézo est également connecté pour ce test. Tu entends des bruits étranges quand tu changes de couleur. Parfois, le contrôleur crée une sorte de lumière clignotante. Alors tout ce que tu entends, c'est un clic. Dans d'autres phases, le fondu se fait



progressivement d'une couleur à l'autre. En fait, le contrôleur allume et éteint ensuite chacune des LED en succession très rapide, ce qui modifie le rapport des longueurs d'allumage. De cette façon, une tonalité changeante est créée.



## Attention!

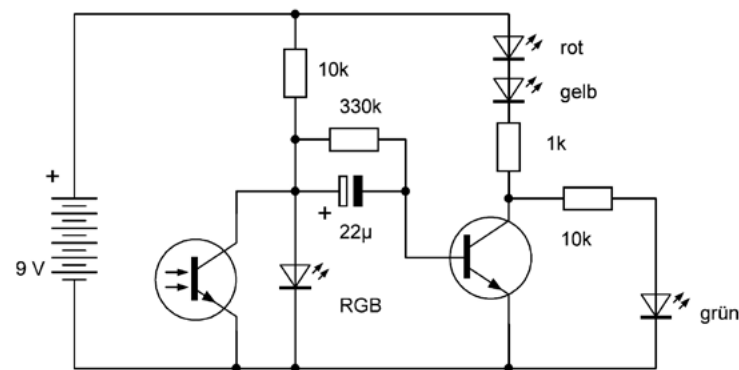
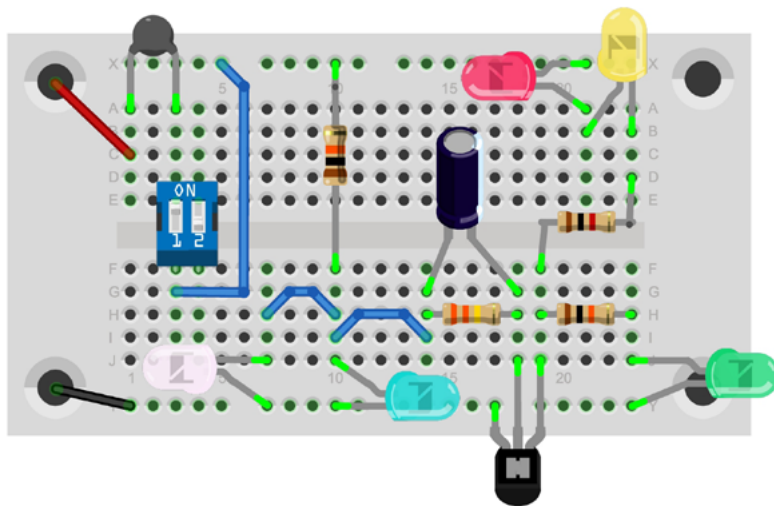
Ne regarde pas à courte distance directement dans la LED allumée ! La lumière bleu est surtout nocive pour les yeux.



# 24 Le quadruple clignotant

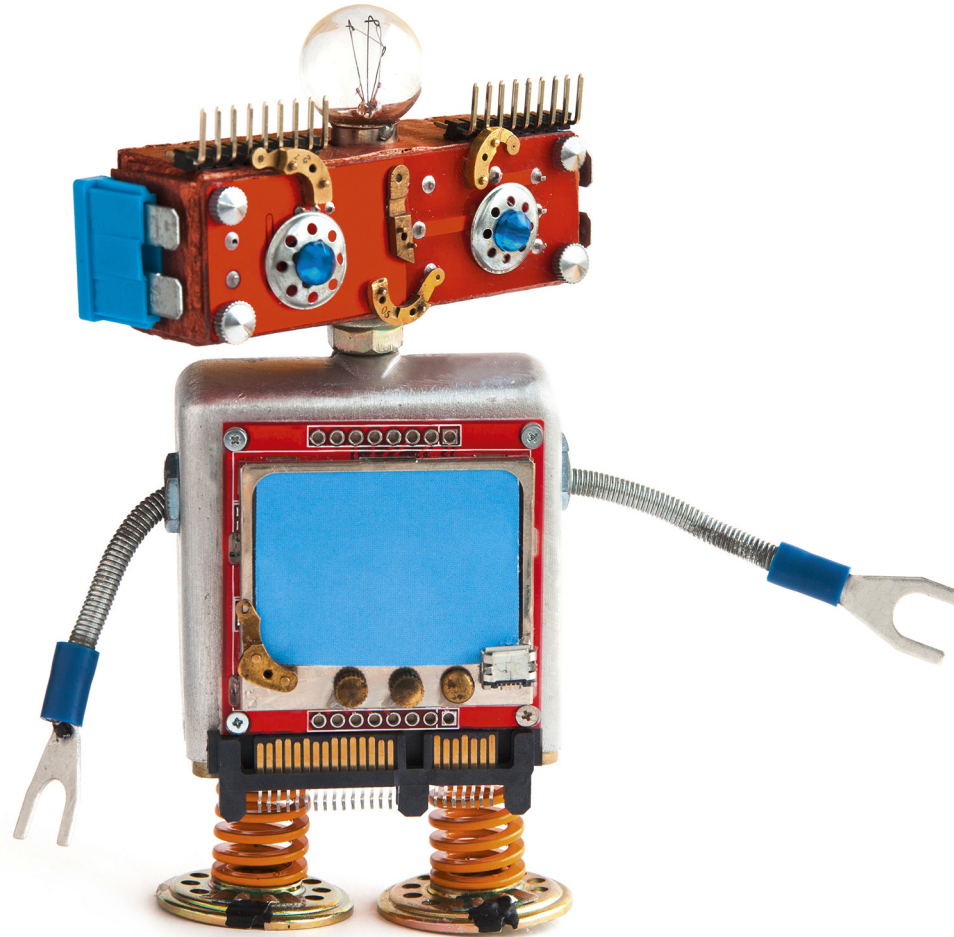
Derrière la 24ème porte une résistance avec seulement 1 kΩ (marron, noir, rouge) apparaît. Elle est utilisée pour obtenir un courant LED plus important et plus de luminosité. Le circuit utilise toutes les DEL ensemble. Tous les affichages clignotent, clignotent et clignotent, contrôlés par la LED RGB et le

transistor. De plus, le phototransistor est intégré pour désactiver le scintillement en cas de luminosité élevée. Avec cela, tu as construit une lampe LED de Noël qui ne devient active que dans l'obscurité. Les lumières rappellent les étoiles scintillantes et les bougies scintillantes.



Maintenant que tu as déjà mis en place tant d'expériences que tu peux certainement mettre en œuvre tes propres idées et désires de changement. Tu sais comment produire un clignotement ou un son, comment changer la luminosité de la LED et bien plus encore. Ramasse bien tous les composants et continue à expérimenter avec. Peut-être qu'un jour tu inventeras de nouvelles choses.





MAKERFACTORY  
distributed by Conrad Electronic SE  
Klaus-Conrad-Str. 1 | 92240 Hirschau  
www.makerfactory.com

Made in P. R. China  
© 2019 Franzis Verlag GmbH  
Richard-Reitzner-Allee 2  
D-85540 Haar, Germany  
2019/01



WEEE-REG.-NR.:  
DE 21445697



N° 1968203



GTIN 4019631150622

96060002