

**MAKER  
FACTORY**

The logo for 'Maker Factory' features the words 'MAKER' and 'FACTORY' stacked vertically in a bold, dark teal, sans-serif font. A stylized rocket ship is integrated into the text, positioned behind the 'A' in 'MAKER' and the 'F' in 'FACTORY'. The rocket has a grey body, a white nozzle, and a bright yellow flame at the top. The base of the rocket is a dark grey, rounded shape.

# Content

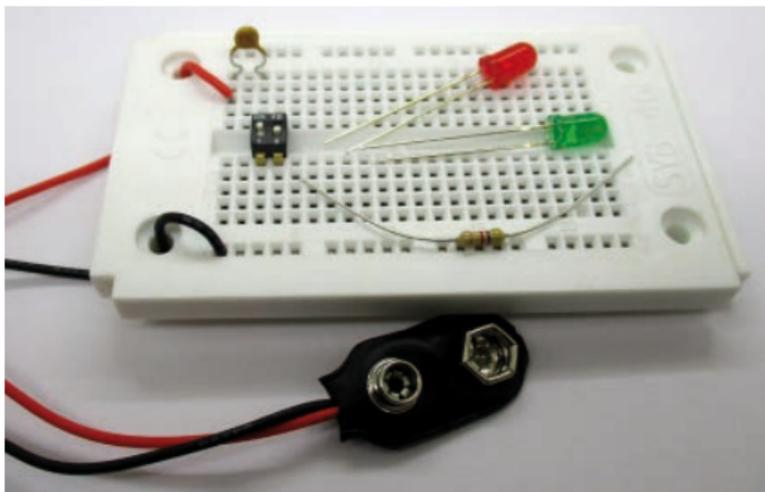
1 Préparatifs .....	3
2 Lampe à LED simple .....	4
3 Plus de couleur : rouge et vert .....	7
4 Lumière de veille pour la nuit.....	8
5 Luminosité commutable .....	10
6 Courant amplifié.....	13
7 Alarme .....	16
8 Bouton-poussoir .....	17
9 Longue luminescence.....	19
10 Rouge et vert dans la même cadence.....	21
11 Désactivation temporisée des trois LED .....	23
12 Clignotant rectangulaire à cadence régulière.....	25
13 Commutateur tactile.....	26
14 Capteur de lumière à LED .....	28
15 Avec interrupteur supplémentaire même dans l'obscurité .....	30
16 Bascule de transistor : rouge ou vert .....	32
17 Jeu de réaction .....	34
18 Commutateur quatre couleurs.....	36
19 Bascule RS simple.....	38
20 Sonde de température .....	39
21 Clignotant lent.....	41

22 Clignotants tricolores .....	42
23 Clignotement discontinu .....	44
24 Feu flamboyant.....	45
25 Voyants à LED spéciaux.....	47

## 1 Préparatifs

Le présent module d'apprentissage porte sur les diodes lumineuses et les transistors. Il aborde également le problème des applications complexes. Et celui qui le veut, trouve également dans ce module des informations nécessaires sur le fonctionnement de tout le système.

Le module d'apprentissage contient les modules suivants pour l'installation et la connexion des composants : une plaque enfichable pour la réalisation de toutes les expériences, un clip de batterie de 9 V pour la connexion de la batterie, un double commutateur avec quatre raccords, un fusible avec deux fils ainsi que cinq câbles de branchement sur la plaque enfichable.



Le câble de la batterie doit être fixé de façon stable autant que possible, pour qu'il ne se détache pas au cours des mul-

tiples expériences. Les extrémités dénudées du câble rouge et noir doivent être branchées avec précision dans les trous de contact appropriés de la platine enfichable. Au préalable, il faut faire de petits trous dans le film de protection à l'arrière de la plaque et passer les câbles par le bas. Ceci garantit une fixation suffisante. L'interrupteur et le fusible doivent être branchés exactement dans la position illustrée. Cette consigne s'applique pour toutes les expériences suivantes.

Par ailleurs, il y a six diodes électroluminescentes (DEL), dont cinq de couleur rouge, jaune, verte, bleu et rose ainsi qu'une LED rouge qui comporte un boîtier clair dans lequel est logé une petite puce supplémentaire.

Attention, les LED ne doivent jamais être branchées directement sur une batterie de 9 V ! Il faut toujours utiliser une résistance qui réduit l'intensité électrique. Il existe de nouvelles résistances qu'on peut différencier à l'aide de leurs anneaux colorés.

Les expériences avec les autres composants électriques sont particulièrement intéressantes. Les deux transistors de modèle BC547B sont d'une importance capitale. Ils ont trois ports que l'on ne doit pas confondre. Par ailleurs, il y a un condensateur d'électrolyte avec 100 microfarads (100  $\mu\text{F}$ ) et deux boutons-poussoirs.

## **2 Lampe à LED simple**

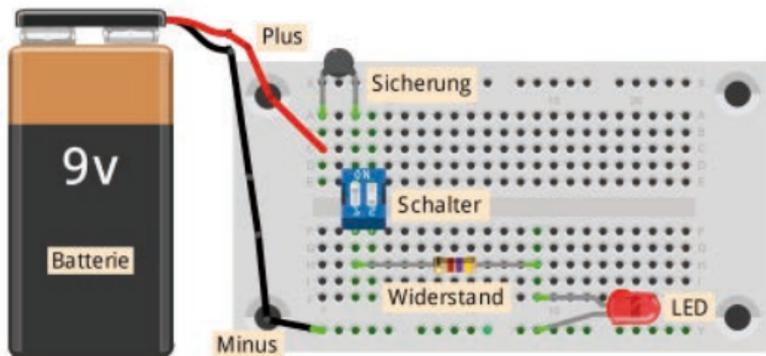
Six composants sont requis pour la première expérience. Quatre de ces composants seront toujours utilisés à chaque

expérience : la platine enfichable, le clip de batterie, le commutateur et le fusible. En plus, pour la première expérience, on utilise une résistance de 4,700 ohms (jaune, violet, rouge, 4,7 k $\Omega$ ) et une diode électroluminescente (LED).



Le sens de montage de la LED est important. Elle est dotée d'un fil plus court (la cathode = pôle négatif) d'un fil plus long (anode = pôle positif). À l'intérieur, un support relativement grand sur lequel est logé le cristal de la LED est visible sur le côté négatif.

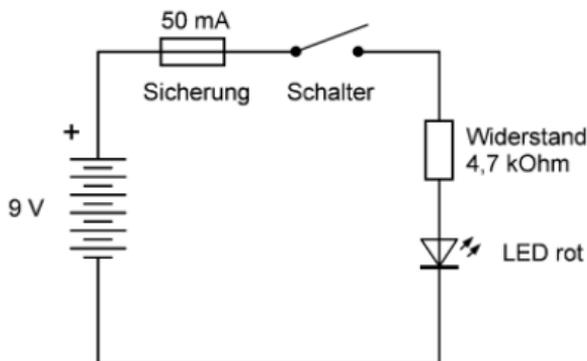
Après le montage et un premier contrôle définitif, la batterie doit être raccordée - une lumière à LED rouge avec le bouton indique la fin du processus. Si on pousse le commutateur gauche vers la direction ON, la LED rouge s'allume. Si cela ne fonctionne pas, il faut à nouveau contrôler l'installation. Le défaut le plus fréquent est une LED incorrectement montée. Mais cette erreur ne provoque aucun dommage. Lorsque la LED est correctement insérée, tout fonctionne



## Schémas électriques

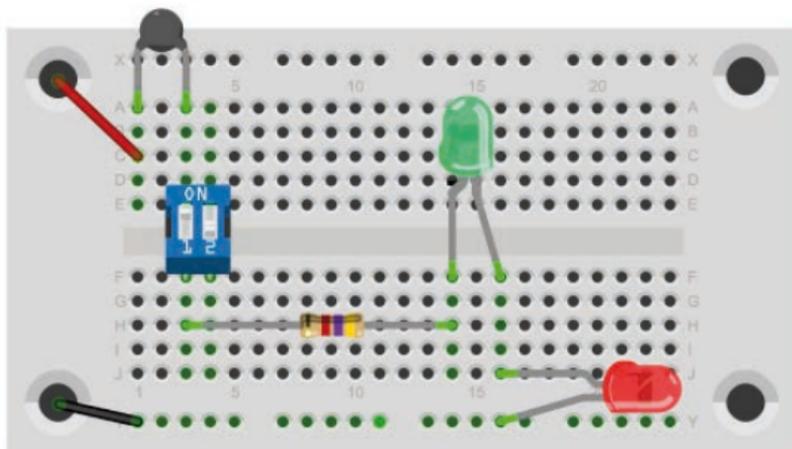
Il n'est pas nécessaire de respecter à la lettre les schémas électriques de ce manuel pour réaliser les expériences avec succès. Mais ils peuvent faciliter la compréhension de tout le processus. Un schéma électrique illustre les connexions des composants de façon simplifiée avec des symboles de commutation pour chaque composant. Si on est habitué à ce procédé, on comprend plus facilement avec un schéma électrique comme tout l'ensemble s'harmonise.

La batterie est constituée de six cellules de 1,5 chacune. Le trait qui est plus long représente le pôle positif. Le fusible est marqué comme cadre avec un fil. Le commutateur indique une connexion ouverte. La résistance est représentée dans l'encadré. La LED contient une flèche qui représente le sens du courant. Deux petites flèches indiquent la lumière produite. Dans ce schéma électrique, on voit clairement que tous les composants constituent un circuit fermé, donc un circuit électrique. Le circuit est seulement interrompu à un endroit : sur le commutateur ouvert.



### 3 Plus de couleur : rouge et vert

Ici, une LED verte supplémentaire est montée en série avec la LED rouge. Ainsi les deux LED s'allument simultanément. Avec le bouton, il est possible d'activer et de désactiver simultanément les deux LED.



#### Circuit en série

Dans le cas d'un circuit en série, le courant continu circule à travers deux ou plusieurs consommateurs. Il s'agit d'un « circuit électrique non ramifié », parce qu'il n'y a qu'un chemin. En d'autres termes, l'intensité électrique est la même à chaque endroit. Cette réalité peut être facilement vérifiée en interchangeant les deux LED. La luminosité reste la même.

La tension de la batterie de 9 V se répartit sur les trois consommateurs. La LED rouge présente une baisse de tension de 1,8 V, la verte 2,4 V, et la résistance 4,8 V. Lorsqu'on addi-

tionne toutes les sous-tensions, on obtient la tension globale :  
 $1,8 \text{ V} + 2,4 \text{ V} + 4,8 \text{ V} = 9,0 \text{ V}$ .

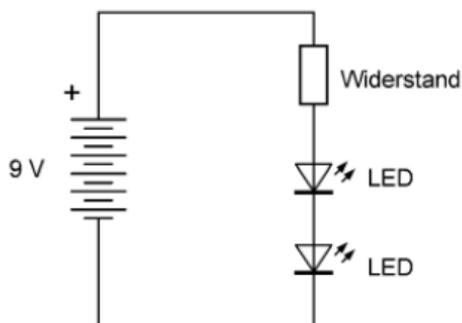
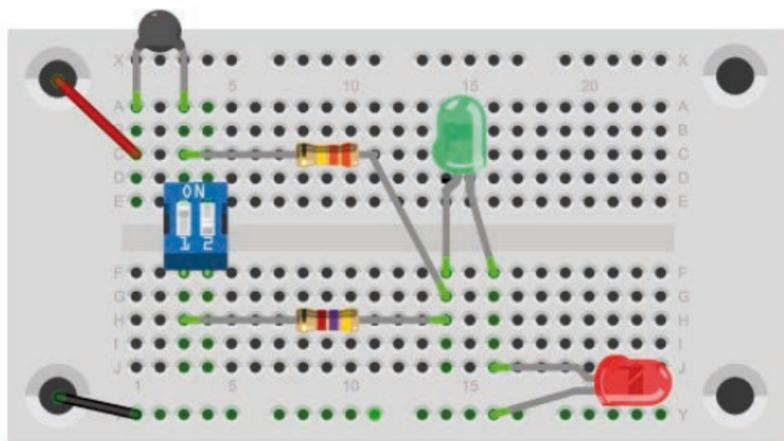
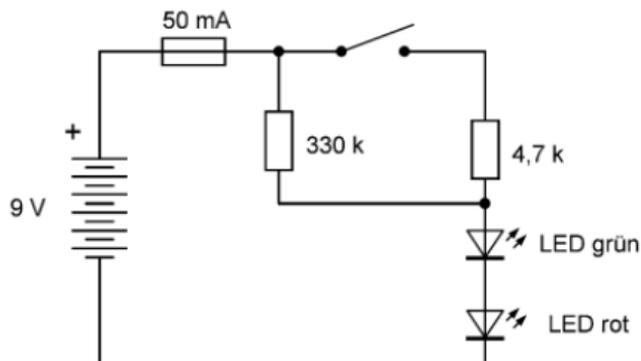


Schéma électrique simplifié d'un circuit en série

## 4 Lumière de veille pour la nuit

Ici, une autre résistance de  $330 \text{ k}\Omega$  (330 Kiloohms) est appliquée. Elle porte les anneaux colorés orange, orange, jaune ainsi un anneau supplémentaire doré. Plus la résistance est grande, moins le courant circule. La première résistance avait seulement  $4,7 \text{ k}\Omega$  (jaune, violet, rouge) et garantissait un éclairage relativement clair. Lorsqu'une plus grande résistance est utilisée, les LED s'allument avec une faible intensité lumineuse.

Dans l'éclairage de veille, la grande résistance permet de retrouver la lampe à tout moment dans l'obscurité. Lorsque la lampe est ensuite utilisée, une luminosité plus grande est activée. Cette configuration est également observée dans certains interrupteurs. Une petite lampe néon permet de trouver facilement l'interrupteur.



### Résistances et anneaux colorés

Les anneaux colorés sur les résistances représentent des chiffres. Pour la lecture, commencer par l'anneau qui se trouve à proximité sur le bord de la résistance. Les deux premiers anneaux représentent deux chiffres, le troisième représente les zéros ajoutés. L'ensemble constitue la résistance en ohm. Un quatrième anneau indique la précision. Toutes les résistances ont un anneau doré.

En d'autres termes, la valeur spécifiée est de 5 % plus grande ou plus petite que celle indiquée par les anneaux colorés. La première résistance est lue comme suit : jaune = 4, violet = 7, rouge = 00, total 4.700 ohms, soit 4,7 k $\Omega$ .

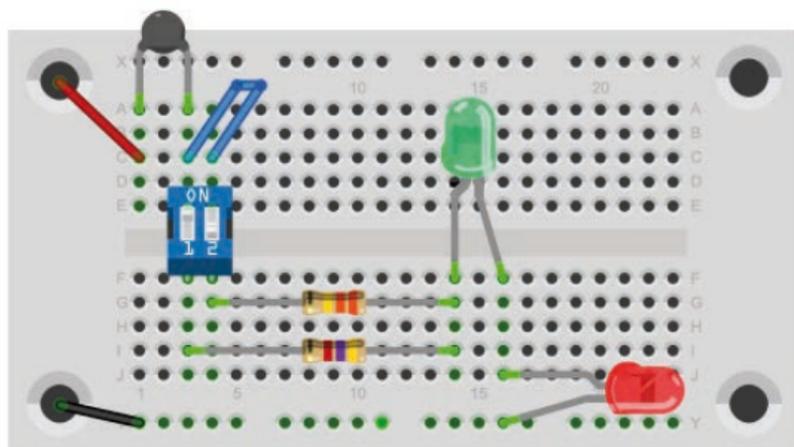
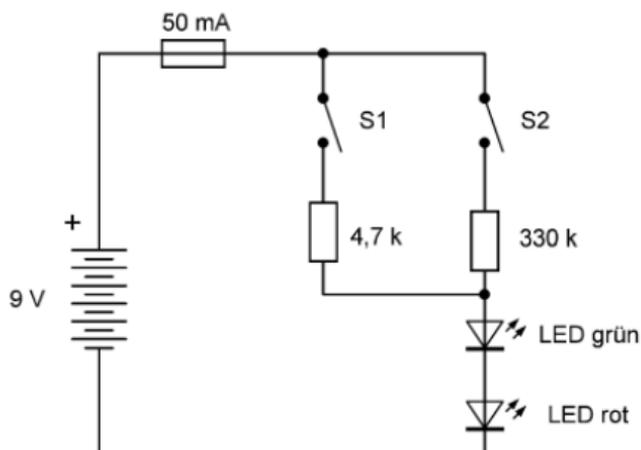
### Code de couleur de la résistance

Couleur	Anneau 1 1. Chiffre	Anneau 2 2. Chiffre	Anneau 3 multiplicateur	Anneau 4 Tolérance
noir		0	1	
Marron	1	1	10	1 %
Rouge	2	2	100	2 %
Orange	3	3	1 000	
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 Luminosité commutable

Ici, les voyants à LED sont transformés de telle manière que les deux parties de l'interrupteur garantissent leur propre luminosité. À cet effet, on a besoin d'un câble et de deux connecteurs. Ensuite, il est possible de configurer trois ni-

veaux de luminosité à gré : éteint, lumière faible et lumière claire. Si les deux interrupteurs sont actionnés, on devrait avoir un quatrième niveau, car le courant circule à travers les deux résistances. Mais la différence par rapport au troisième niveau est si faible qu'elle n'est pas perceptible.



### **Tension, résistance et intensité**

La tension électrique est généralement mesurée en volt (V). La batterie a 9 V. On mesure la résistance en ohm ( $\Omega$ ) ou en kilohm ( $1 \text{ k}\Omega = 1.000 \Omega$ ). Toutefois, il existe d'autres grandeurs de mesures très importantes : l'intensité électrique est mesurée en ampère (A) dans le cas des intensités petites en milliampère ( $1 \text{ mA} = 1/1\,000 \text{ A}$ ). Toutes ces désignations sont dérivées de noms de célèbres chercheurs, pionniers des recherches dans le domaine de l'électricité il y a environ 200 ans : Alessandro Volta, Georg Simon Ohm et André-Marie Ampère.

Avec un appareil de mesure, on pourrait mesurer la quantité de courant qui circule à travers la LED. Mais il est aussi possible de la calculer si on connaît la tension de la batterie et la tension disponible sur la LED. Si la batterie est encore neuve, elle a une tension de 9 V. Les deux LED ont besoin de 4 V environ. Il reste encore 5 V pour la résistance. La formule de la luminosité relativement grande peut donc être définie comme suit :

intensité = tension / résistance

Intensité =  $5 \text{ V} / 4\,700 \Omega$

Intensité =  $0,0011 \text{ A} = 1,1 \text{ mA}$

Cette valeur est petite, l'intensité est seulement de 1,1 mA, bien que la LED supporte une intensité de 20 mA. Mais la batterie a une longue autonomie ! Elle a généralement une capacité de 500 milliampères/heure (500 mAh), elle peut donc fournir 500 mA pendant une heure ou 1 mA pendant 500 heures. Ou

bien la lampe reste allumée pendant environ 450 heures avec 1,1 mA, soit quasiment pendant trois semaines.

Pour la plus grande résistance de 330 k $\Omega$ , on a une intensité d'environ 0,015 mA et une durée de fonctionnement quatre ans seulement avec une batterie. Ça vaut la peine d'économiser le courant !

## **6 Courant amplifié**

Le composant le plus important de ce module d'apprentissage est le transistor. Il a trois ports que l'on ne doit pas confondre. Il s'agit notamment de l'émetteur (E), de la base (B) et du collecteur (C). L'abréviation C vient de l'anglais « Collector ». L'émetteur doit être relié au pôle négatif de la batterie. Pour ce faire, le côté plat du transistor avec l'inscription doit être orienté vers la gauche.

L'expérience montre le comportement typique d'un transistor. Lorsque les deux interrupteurs sont actionnés, la LED verte s'allume seulement avec une faible intensité lumineuse, mais la LED rouge est claire. Si on éteint la LED verte avec l'interrupteur droit, la LED rouge s'éteint également. Le transistor se comporte comme un interrupteur. Un petit courant qui circule à travers le port de base provoque une grande intensité à travers le port du collecteur.

Les transistors constituent des éléments importants dans les domaines de l'électronique. Que ce soit dans les radios et les

téléviseurs ainsi que les smartphones et les ordinateurs - les transistors sont intégrés partout. Il est donc nécessaire de comprendre avec précision comment un transistor fonctionne. Le circuit illustre même un élément fondamental d'un ordinateur, notamment le circuit UND. La LED rouge ne s'allume que lorsque l'interrupteur 1 (S1) ET l'interrupteur 2 (S2) sont placés sur ON. Si l'une des deux ou si les deux sont en position circuit fermé, la LED reste éteinte. Il est possible de monter des automates, des calculatrices ou des ordinateurs complets à partir d'un grand nombre de circuits de base de cette nature.

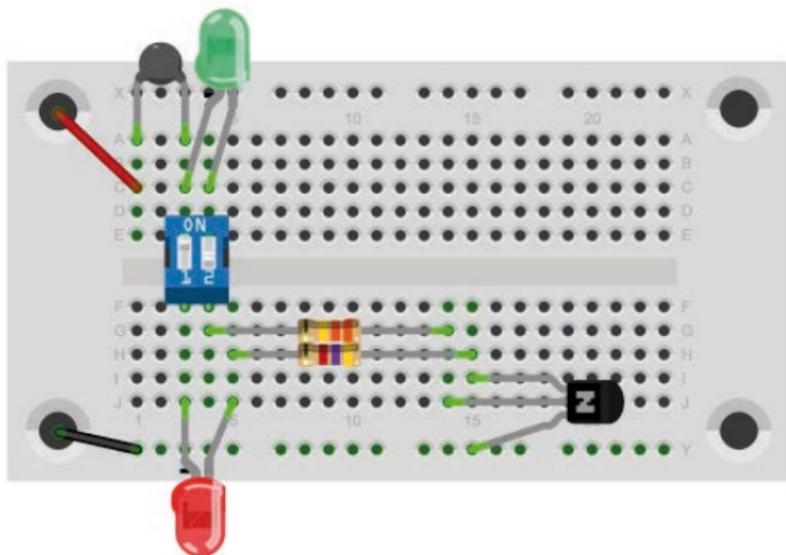
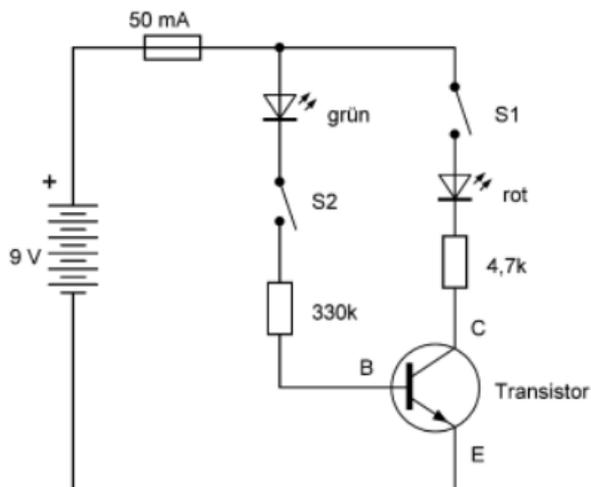
### Transistors

Le transistor contient un cristal en silicium. Le silicium (Si) est présent en grande quantité dans du sable quartz normal (quartz = oxyde de silicium). Il fait partie des semi-conducteurs, notamment des matériaux qui ne conduisent pas parfaitement le courant électrique comme les métaux, ni ne l'isolent comme le verre ou le caoutchouc. Pour qu'une certaine conductibilité soit atteinte, on ajoute au silicium pur des particules d'autres matériaux. Selon la nature de ces matériaux, on obtient le silicium N ou le silicium P. Il existe trois couches dans votre transistor : NPN. Les autres types ont une autre séquence de couche, notamment PNP. Ils fonctionnent de façon similaire, avec un autre sens de courant.



Ce transistor est du modèle BC547B. Avec cette désignation, on peut sélectionner le type approprié produit par plusieurs entreprises. Ou bien on peut chercher la fiche technique sur Internet. Elle

contient les propriétés et les valeurs mesurées importantes.  
En résumé : ce transistor NPN supporte une tension de 50 V et une intensité de 100 mA. Et il peut amplifier le courant au moins 200 fois.



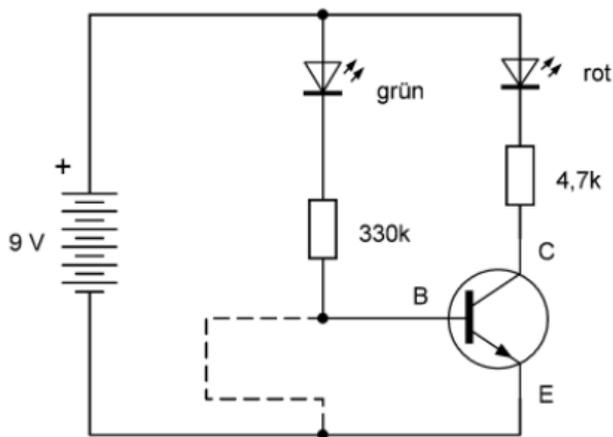
## 7 Alarme

Pour cette petite alarme, on a besoin d'un deuxième câble. Il établit une connexion entre la base qui coupe le courant du collecteur et l'émetteur du transistor. Mais si on retire le câble, l'alarme est enclenchée. Ensuite la LED rouge s'allume.

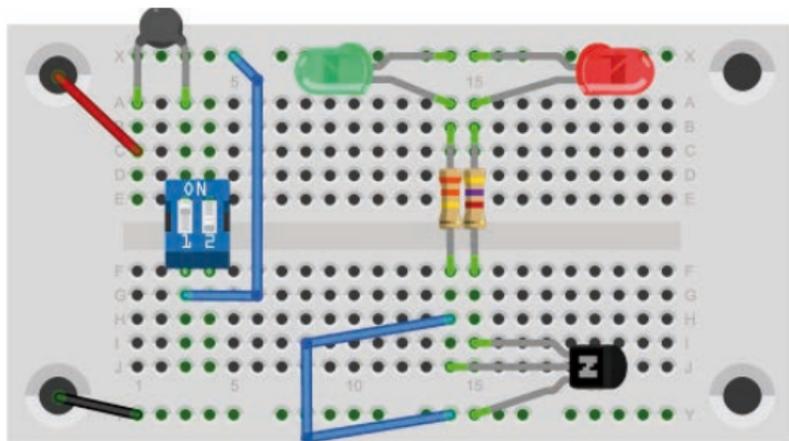
Une alarme peut être construite avec un fil fin qui se coupe lorsque quelqu'un ouvre une fenêtre ou une porte. Le fil pourrait, sous la forme d'une boucle d'alarme, sécuriser simultanément plusieurs fenêtres et portes. Si un cambrioleur le découvre et le sectionne spontanément pour couper l'alarme, il se trompe lourdement. En effet, l'alarme est également déclenchée.

En mode alarme, un petit courant circule à travers la LED verte, la résistance  $330\text{-k}\Omega$  et à travers le port de base du transistor. Le transistor active par conséquent le circuit du collecteur et la LED rouge s'allume. La boucle d'alarme forme un court-circuit entre la base et l'émetteur. Ainsi, le courant de base est coupé. Sans courant de base, le courant du collecteur circule également, la LED rouge reste éteinte. Si on coupe la boucle d'alarme, le transistor est mis en marche.

Même sans alarme, un petit courant circule toujours. La LED verte s'allume avec une faible intensité et montre que l'alarme est active. Mais comme un courant très petit circule en état de repos, la batterie tient pendant plusieurs années. Une plus grande intensité circule seulement en cas d'alarme.



Attention, le fusible et l'interrupteur ne sont pas illustrés dans le schéma électrique, mais font toujours partie de celui-ci.



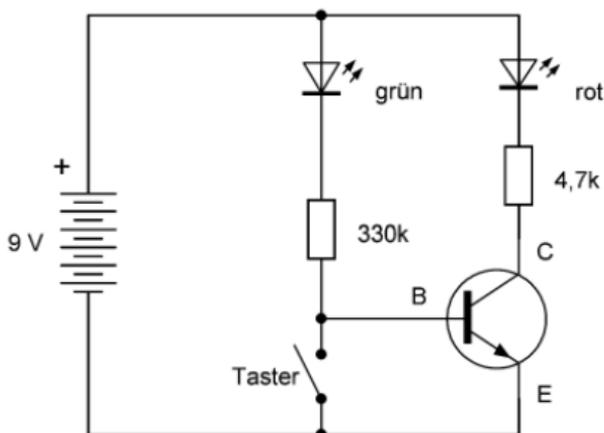
## 8 Bouton-poussoir

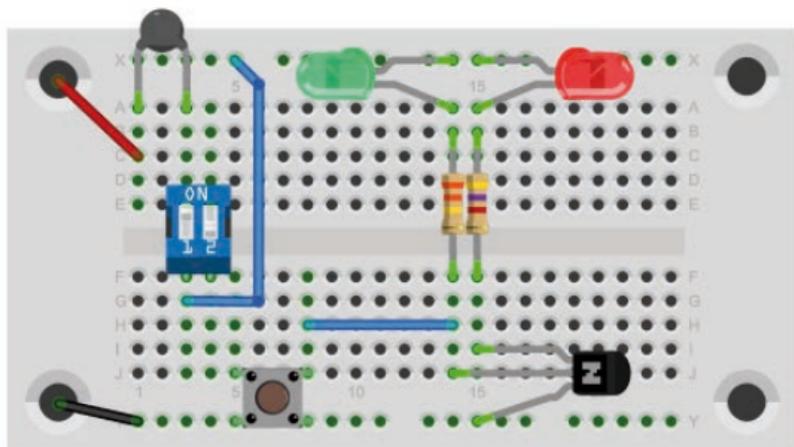
Ici, au lieu d'une boucle d'alarme de la dernière expérience, un bouton-poussoir est intégré. Dans un état normal, l'in-

interrupteur est ouvert. Le contact ne se ferme que lorsqu'on appuie sur le bouton. Ce qui permet d'éteindre la LED rouge.

### La NON-commutation

Cas rare, on ferme un contact et on active un courant, mais, par ce processus, on coupe un autre courant. Une mise en marche entraîne un arrêt, donc exactement l'inverse. Même cette configuration fait partie des circuits de base importants de la technique informatique et il est désigné comme NON-commutation. Une autre expression est « Inverter » (« inverseur »). Comme la commutation INCLUSIVE, la NON-commutation est également un circuit logique de base. On peut construire un ordinateur complet à partir de plusieurs circuits intégrés et non intégrés.





## 9 Longue luminescence

Le condensateur dans ce module d'apprentissage est quelque peu identique à un petit accumulateur d'énergie. Il s'agit d'un condensateur d'électrolyte (en abrégé Elco) qui tient sa particularité du fait qu'on doit considérer la polarité dans le cas d'une LED. Le pôle négatif est marqué par un épais trait blanc et doit être associé à Moins.

Attention ! Un condensateur d'électrolyte ne doit pas être incorrectement monté. En cas d'inversion de la polarité sur un condensateur d'électrolyte, son isolation ne fonctionne pas. Le courant qui circule est susceptible d'entraîner avec le temps une destruction du composant .

Une activation du bouton active la LED. Si on relâche le bouton, la LED ne s'éteint pas immédiatement, mais reste

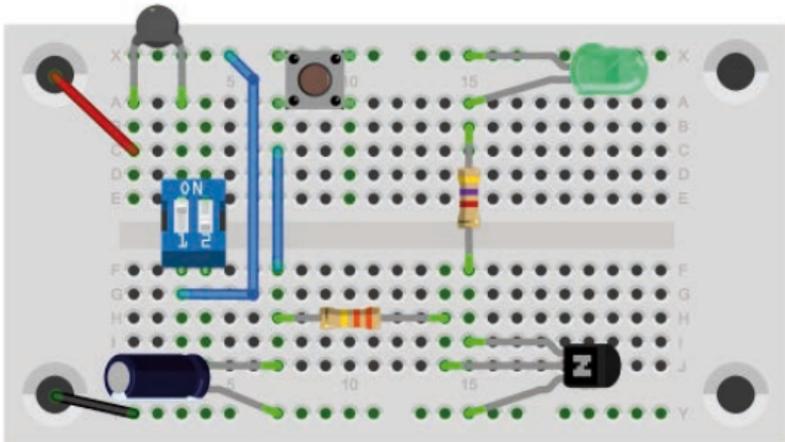
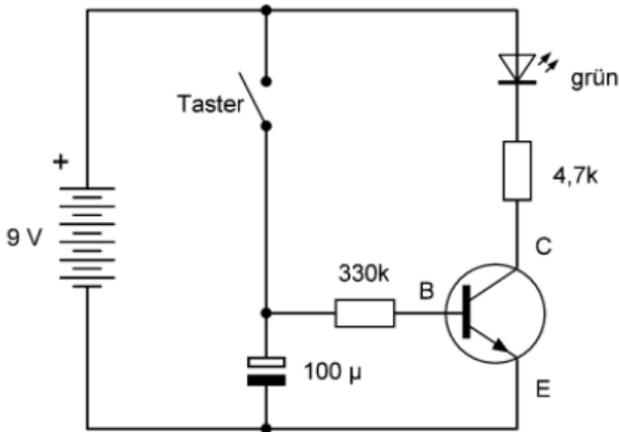
allumée encore environ dix minutes et s'affaiblit ensuite peu à peu. C'est une lampe de nuit idéale, car on peut s'habituer progressivement à l'obscurité.

### **Condensateur**

Un condensateur est constitué de deux plaques métalliques ou films métalliques qui ne sont pas en contact, mais sont isolés l'un de l'autre. Lorsqu'on connecte à une batterie, ils sont chargés électriquement et sauvegardent de l'énergie électrique.

La capacité d'un condensateur, c'est-à-dire, la charge électrique qu'un condensateur stocke à une tension spécifique est mesurée en Farad, d'après le nom du célèbre chercheur Michael Faraday. Ce condensateur a seulement 100 microfarads (100  $\mu\text{F}$ ). 1  $\mu\text{F}$  représente un millionième de Farad. La lettre grecque  $\mu$  ( $\text{My}$ ) représente le m grec minuscule, et « micro » en langue grecque signifie « petit ». Une capacité de 100  $\mu\text{F}$  est donc vraiment minime. Mais comme la résistance de 330  $\text{k}\Omega$  est très grande, le condensateur est déchargé lentement avec un courant très faible. Le transistor renforce ce petit courant de décharge et permet à la LED de s'allumer avec une intensité suffisante.

Sans transistor, l'énergie stockée est suffisante pour un éclair de lumière. Ce scénario peut facilement être testé en retirant le condensateur chargé de la platine enfichable et en le maintenant avec précision sur une LED qui s'allume ensuite brièvement.



## 10 Rouge et vert dans la même cadence

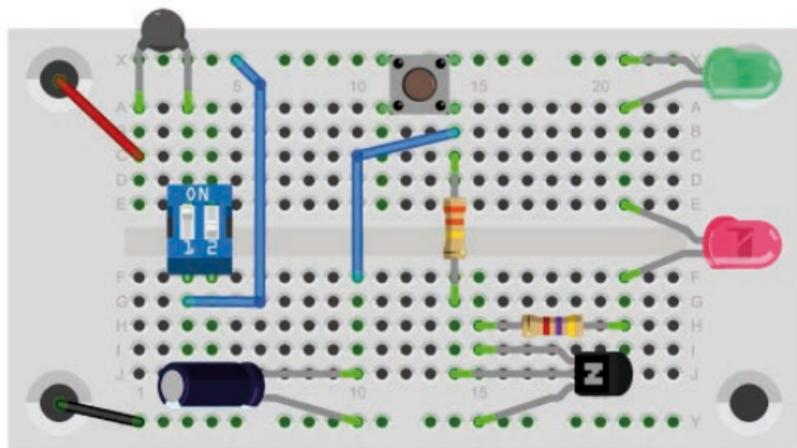
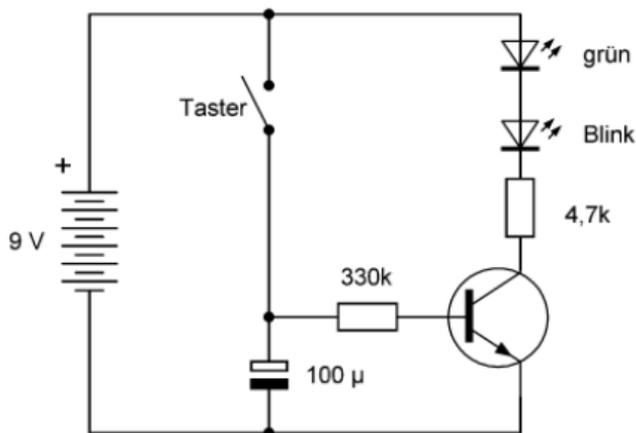
La LED clignotante rouge contient, en plus du cristal, un circuit qui active et désactive en permanence son courant. Lorsqu'on la monte comme sur le schéma de montage, la LED

verte est également activée et désactivée. Le résultat est une lumière clignotante rouge et verte qu'on allume à l'aide du bouton-poussoir et qui devient de plus en plus faible. Si les LED ne clignent pas, la LED rouge normale a probablement été montée. Celle-ci est reconnaissable au boîtier de couleur mate.

### **LED clignotante**

La LED clignotante contient un commutateur électronique constitué d'un transistor. Mais d'autres transistors et éléments de montage sont nécessaires pour former un circuit complexe et ayant pour rôle de commander le cycle précis. Tout cet ensemble est monté sur une petite pièce en silicium qui est montée à côté du cristal de la LED. Plus tard, un circuit clignotant est construit pour comprendre plus clairement comme cela fonctionne.

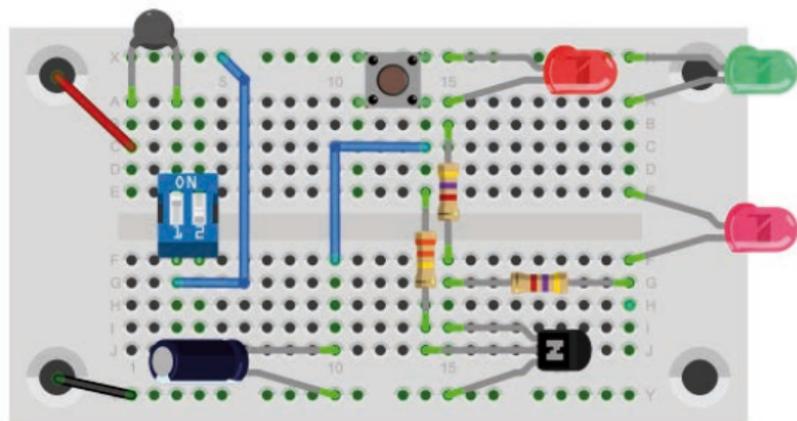
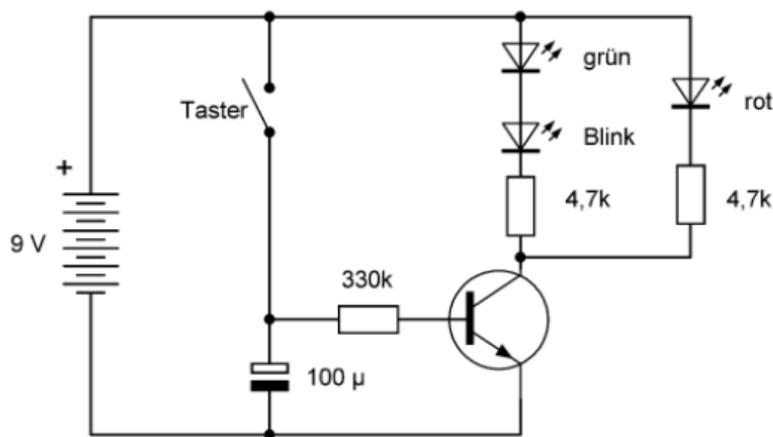
On peut voir que la LED verte ne s'éteint jamais complètement pendant les pauses de clignotement, mais continue de s'allumer faiblement. Cela est dû au fait que le courant ne circule plus à travers le cristal de la LED, mais via les autres parties du circuit. Pour cette raison, il y a un petit courant résiduel qui permet à la LED verte de continuer d'émettre une faible lumière.



## 11 Désactivation temporisée des trois LED

Maintenant une troisième LED est montée avec une autre résistance de 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge). La deuxième LED rouge ne clignote pas, parce qu'elle n'est pas en série avec

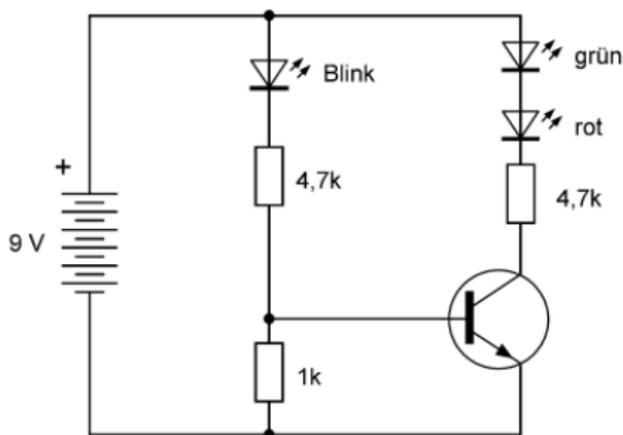
la LED clignotement. Mais elle s'éteint lentement comme les autres LED. À la fin, la LED rouge est toujours allumée. La LED verte et la LED de clignotement sont ensuite éteintes parce qu'elles n'ont plus besoin de tension.

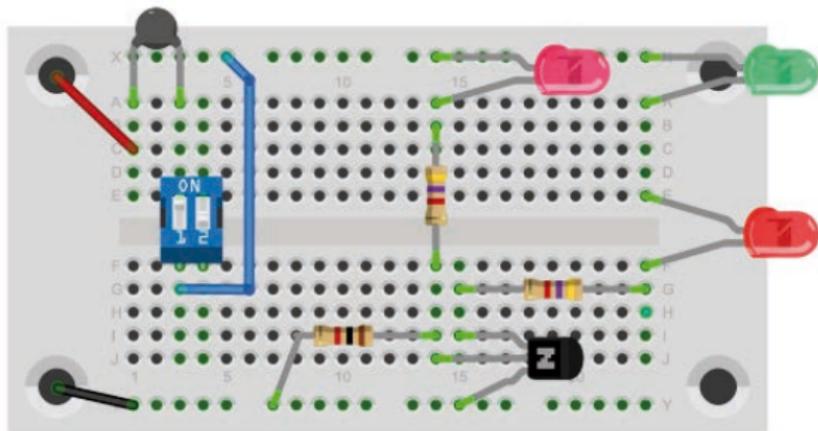


## 12 Clignotant rectangulaire à cadence régulière

Le circuit est ensuite modifié de sorte que toutes les trois LED s'éteignent complètement lors des pauses de clignotement. Dans ce contexte, on utilise une résistance de  $1\text{ k}\Omega$  (marron, noir, rouge). La LED clignotante rouge commande le transistor qui active et désactive ainsi les LED rouge et verte. Le résultat est un clignotement de toutes les trois LED.

Si on retire la résistance de  $1\text{-k}\Omega$  du circuit à des fins de test, seule la LED clignotante clignote encore, les deux autres LED restent allumées. L'amplification du transistor est suffisamment importante pour activer seul et complètement les autres LED grâce au petit courant résiduel de la LED clignotante. La résistance de  $1\text{ k}\Omega$  sert à dévier ce petit courant si bien que le transistor fonctionne comme conducteur seulement lorsque la LED clignotante est allumée. Les trois LED clignotent simultanément avec une lumière plus claire que la LED clignotante seule - il est donc évident que le transistor fonctionne comme amplificateur.





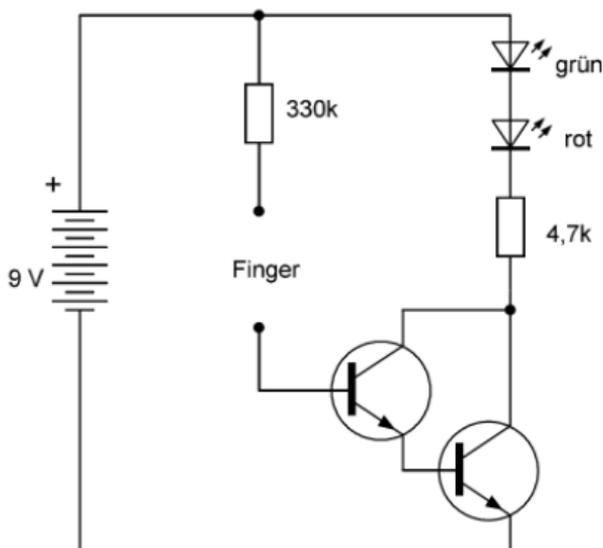
### 13 Commutateur tactile

Un autre transistor doit maintenant être associé au premier pour garantir une plus grande amplification. Les deux ports de collecteur sont directement reliés et l'émetteur du premier transistor conduit à la base du deuxième. Ce circuit est appelé circuit de Darlington. Il est doté d'un commutateur tactile. Lorsqu'on touche simultanément avec le doigt l'extrémité libre du câble et la résistance avec  $330\text{ k}\Omega$ , un courant très faible, non perceptible circule à travers le doigt et il s'amplifie au point où les deux LED s'activent.

Jusqu'ici le premier transistor doit être branché dans sa première position. Mais maintenant, il doit être monté différemment pour que les deux soient reliés convenablement. La nouvelle entrée constitue la base du transistor gauche.

## Circuit de Darlington

Le circuit de Darlington fait référence à une connexion de deux transistors comme l'illustre le schéma électrique. Deux transistors ont une plus grande puissance d'amplification par rapport à un seul. Ceci s'applique particulièrement pour ce circuit où l'intensité amplifiée est encore plus amplifiée par un deuxième transistor. Le nom vient de l'inventeur Sidney Darlington qui a eu cette idée en 1952. Les deux collecteurs sont directement reliés et l'émetteur du premier transistor circule vers la base du deuxième. Le circuit de Darlington se comporte comme un transistor isolé avec une puissance d'amplification énorme.

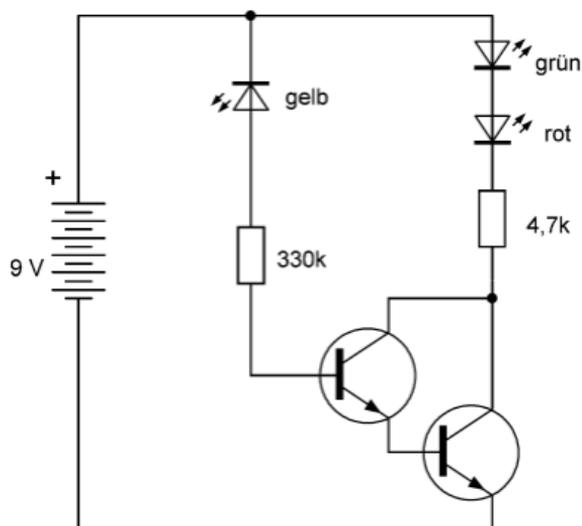


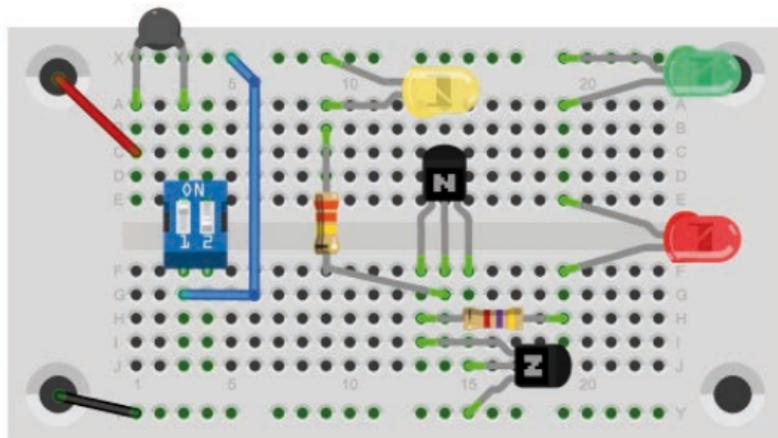


En dehors des diodes lumineuses, il y a des diodes de redressement et des photodiodes en silicium constituées du même matériau que les transistors. Dans le cas d'une photodiode, on utilise une surface particulièrement grande pour qu'une lumière forte venant de l'extérieur puisse pénétrer dans la couche de verrouillage. Cette lumière veille à ce que l'effet isolant de la couche de verrouillage soit partiellement neutralisée et le courant circule. Une LED présente une structure similaire, mais a seulement une surface très petite. Pour cette raison, le courant qui dépend de la lumière est aussi faible. Après une forte amplification par les deux transistors, il suffit pour cette expérience.

### Expérience supplémentaire

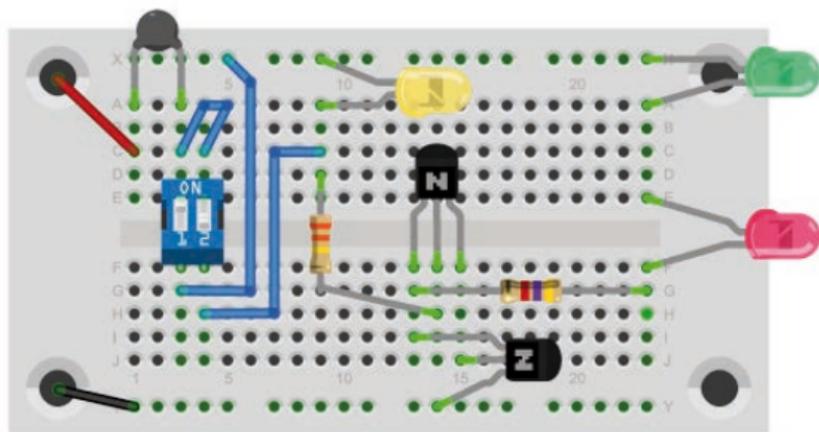
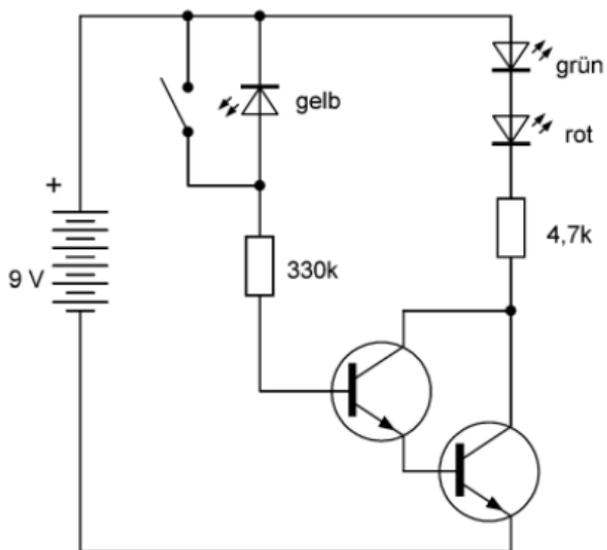
La LED rouge ou verte peut fonctionner comme photodiode. On peut facilement déterminer quelle LED est la meilleure photodiode.





## 15 Avec interrupteur supplémentaire même dans l'obscurité

Ici, le capteur de lumière fait l'objet d'une extension avec un interrupteur supplémentaire. Avec le deuxième interrupteur, les LED peuvent être activées la nuit. Il est positionné parallèlement au capteur de lumière et peut aussi être une base de courant suffisante dans l'obscurité. Au lieu de l'interrupteur, on peut également monter deux contacts pour un capteur de contact ou toucher simplement les fils de la LED du capteur.



## Fusible PTC

Au cours de toutes les expériences, on utilise un fusible qui intervient en cas de défaut. En cas de court-circuit, un câble pourrait devenir incandescent. Ou bien la batterie pourrait devenir chaude, se décharger rapidement ou exploser dans le pire des cas. Mais le fusible devrait empêcher un tel scénario.



De nombreux fusibles grillent tout simplement lorsqu'on provoque un court-circuit. Mais cette protection spéciale est un fusible à réarmement automatique, qu'on appelle également fusible CTP. Si un courant très fort circule en cas de court-circuit, le fusible CTP chauffe et laisse passer un courant de très faible intensité, parce que sa résistance augmente considérablement. CTP signifie « Coefficient de Température Positif » et implique que la résistance augmente avec la température. En cas de court-circuit, le fusible CTP atteint environ 60 degrés. Si on coupe ensuite le courant et on répare le défaut, il se refroidit et revient à l'état neuf.

## 16 Bascule de transistor : rouge ou vert

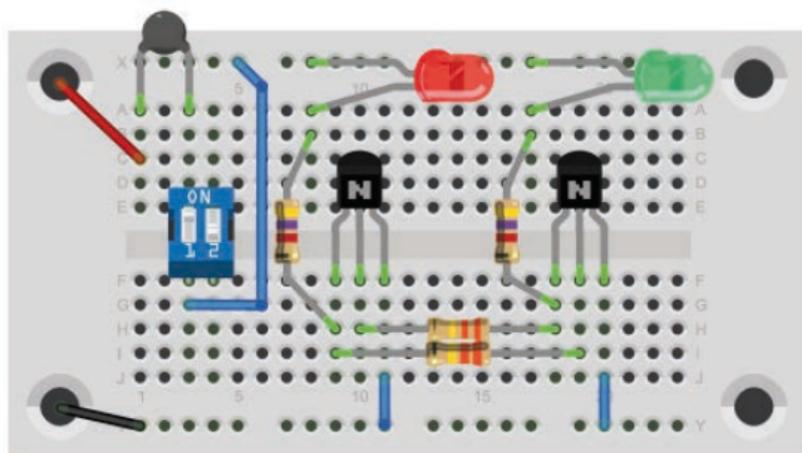
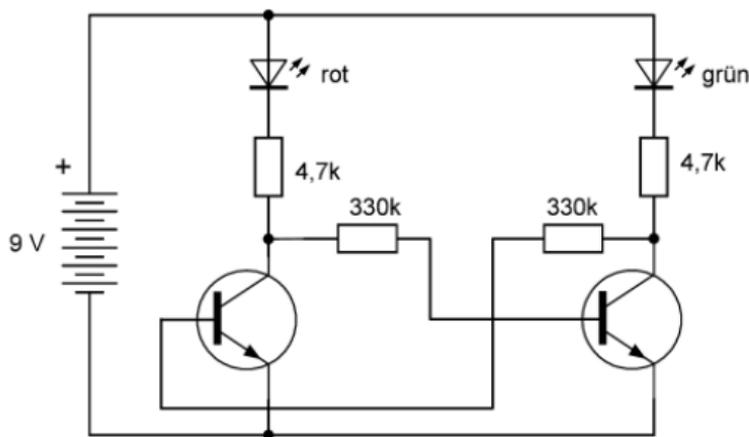
Dans ce circuit, il y a deux transistors qui s'activent et se désactivent réciproquement. Une grande résistance de 330 k $\Omega$  conduit à chaque base. Chaque fois qu'un transistor est en marche, il arrête parallèlement le courant de l'autre transistor. Dans ce cas, la LED rouge ou verte est allumée. Mais l'autre LED s'allume avec une très faible intensité parce que

le petit courant de base de l'autre transistor circule à travers cette LED.

On ne peut pas prédire quelle LED va s'allumer avec la mise en marche. Mais on peut commuter l'état en touchant l'un des raccords de base avec un fil et en créant ainsi une courte impulsion électrique en raison des charges aléatoires disponibles. En général, ceci ne fonctionne pas la première fois. Une commutation sûre est garantie lorsqu'on relie la base avec l'émetteur au niveau du transistor conducteur.

### **Bascule**

Une bascule est un circuit qui a deux états stables. L'état disponible reste sauvegardé tant qu'on ne le modifie pas intentionnellement. Pour cette raison, la bascule est également une mémoire d'informations. Dans ce cas, une information est enregistrée. On peut la désigner par Oui ou Non, mais aussi par Un ou Zéro ou Rouge ou Vert comme dans ce cas. Plusieurs bascules sont utilisées comme mémoire dans les ordinateurs et enregistrent en conséquence une grande quantité d'informations.



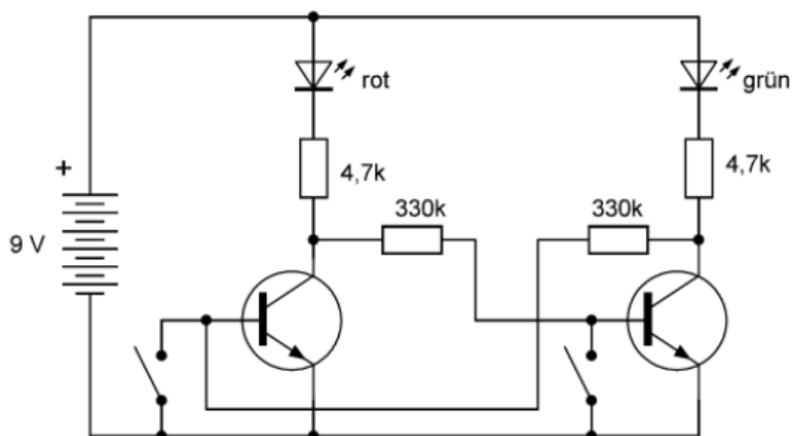
## 17 Jeu de réaction

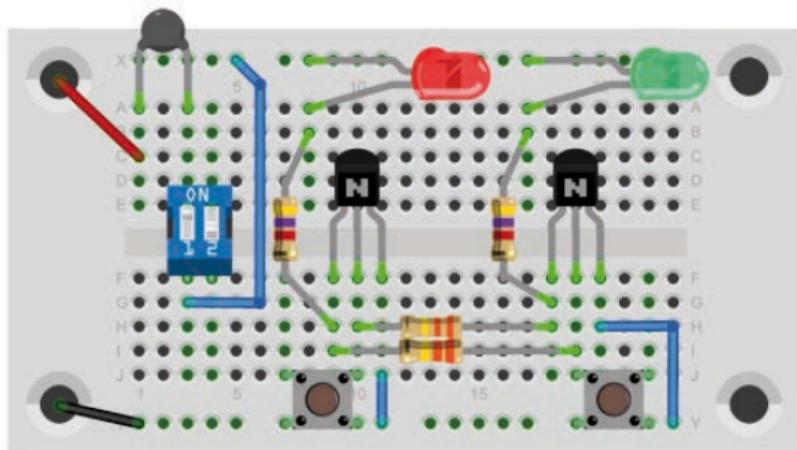
On peut utiliser deux boutons pour déplacer de façon ciblée la bascule de la dernière expérience dans un état souhaité. L'expérience peut être utilisée comme signal lumineux. Le

rouge signifie : ne pas déranger ! Et le vert signifie : autorisation de parler. Mais l'expérience est également un petit jeu électronique.

Chaque interrupteur peut arrêter le courant de base de son transistor, et par conséquent la LED connectée s'éteint. Normalement, on appuie sur les touches seulement de façon individuelle ou alternative. Mais si on appuie simultanément sur les deux, les deux LED s'éteignent. En revanche, lorsqu'on relâche la touche, une seule LED s'allume et on ne peut prédire laquelle. Il est vraiment impossible de relâcher totalement les deux interrupteurs au même moment. Même lorsque la différence est d'une micro-seconde seulement, un interrupteur s'ouvre plus rapidement que l'autre. La LED s'allume sur le côté.

Fonctionnement du jeu pour trois personnes : deux actionnent les interrupteurs, une autre donne l'ordre de les relâcher. Ensuite, on voit qui réagit le plus rapidement, car sa LED s'allume. On procède toujours à tour de rôle pour pouvoir déterminer le gagnant au terme de plusieurs séries.





## 18 Commutateur quatre couleurs

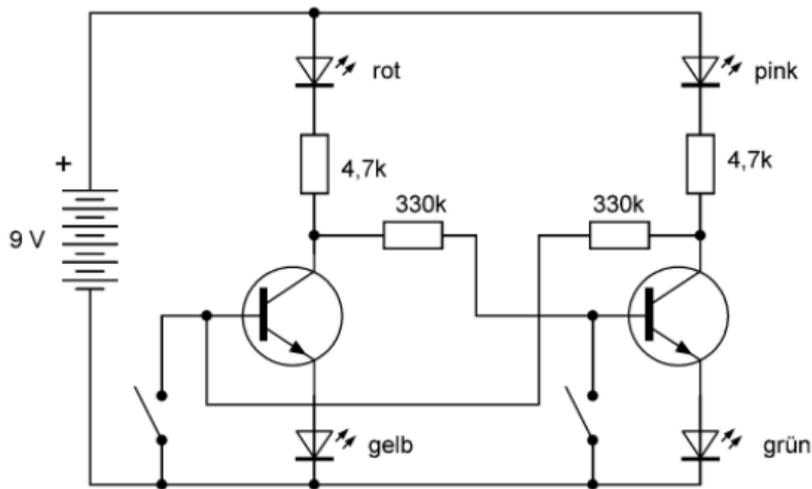
La LED rose est utilisée ici pour la première fois. Le boîtier est blanchâtre, mais en réalité, cette LED s'allume en couleur rose. La bascule RS de la dernière expérience doit maintenant être étendue avec quatre LED. Sur chaque transistor, il y a une LED dans le câble de collecteur, mais l'autre LED est utilisée dans le câble de l'émetteur. Ainsi le rouge et le jaune sont toujours allumés ou de l'autre côté le rose et le vert.

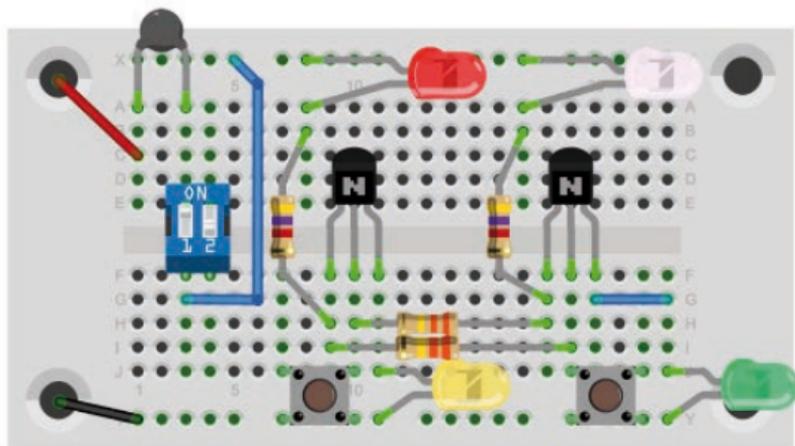
Au cours de cette expérience, il est important que les deux LED aient les mêmes tensions sur la borne négative, ce qui est le cas seulement si les couleurs sont identiques. Lorsque le courant est le même, les tensions se différencient sur les LED et l'ordre correspond à celui d'un arc-en-ciel : rouge, jaune, vert, bleu, violet. Le jaune et le vert sont également proches dans la tension. Pour des besoins du test, on doit

permuter à tour de rôle toutes les LED et examiner comment fonctionne le circuit.

### Structure d'une LED rose

Le cristal de la LED rose émet une lumière bleue. Mais il est recouvert par un phosphore, qui absorbe une partie de la lumière bleue et l'émet à nouveau comme lumière rouge. De cette façon, la LED rose émet deux couleurs : rouge et bleu. On obtient ainsi le mélange de couleur rose.



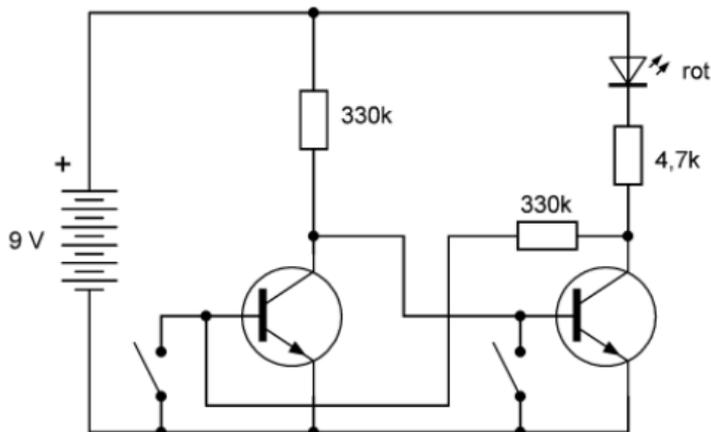


## 19 Bascule RS simple

Une bascule simplifiée peut être construite seulement avec une LED et trois résistances. Il est possible d'activer et de désactiver la LED avec les deux boutons. Ce circuit est également appelé bascule RS. L'abréviation signifie Reset (réinitialiser = arrêter) et Set (activer = mettre en marche). La bascule RS est un élément de base important de l'électronique numérique et de la technique informatique.

Le circuit doté de deux transistors s'appuie sur une configuration où chacun des deux peut arrêter le courant de base de l'autre. Puisqu'une seule LED est utilisée, il est évidemment intéressant de tester aussi les autres couleurs. On peut retirer la LED activée et insérer une autre. Après le remplacement, la LED nouvellement insérée s'allume toujours en premier. Lorsqu'on démonte une LED, on arrête également le courant de

base du transistor gauche comme si on voulait allumer la LED. Un test avec la LED rose est également intéressant. Le clignotement aura-t-il une influence sur l'état de la bascule RS ?

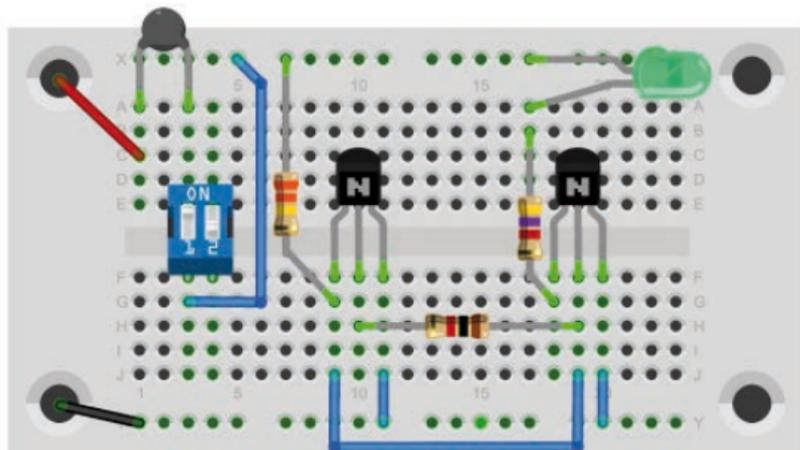
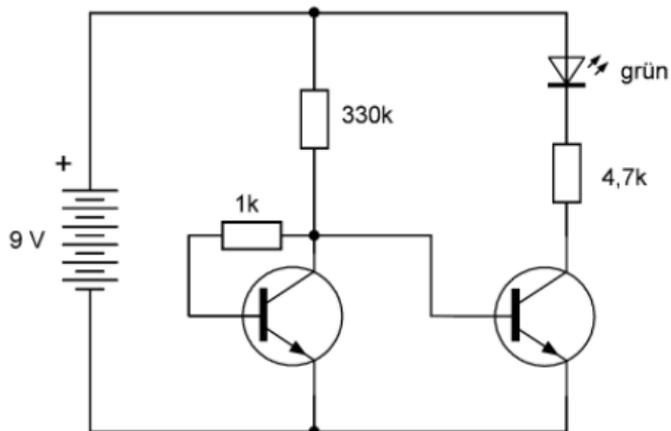


## 20 Sonde de température

Le dernier circuit subit seulement quelques modifications, mais se comporte de façon totalement différente et réagit à différentes températures. Une résistance de 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge) alimente le transistor gauche avec le courant de base. La LED n'est pas totalement allumée, mais elle s'allume toujours de façon régulière et très faible.

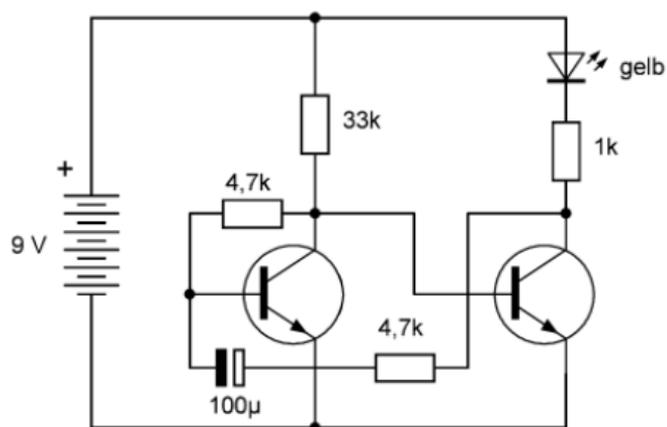
Si on touche le transistor droit avec deux doigts, il chauffe légèrement. La LED devient un peu plus claire. Si on touche le transistor gauche, le résultat est inverse, la LED s'allume plus faiblement. La différence de luminosité n'est pas très grande et dépend directement des différences de températures atteintes. Toutefois, on peut voir les résultats clairs lorsqu'on touche

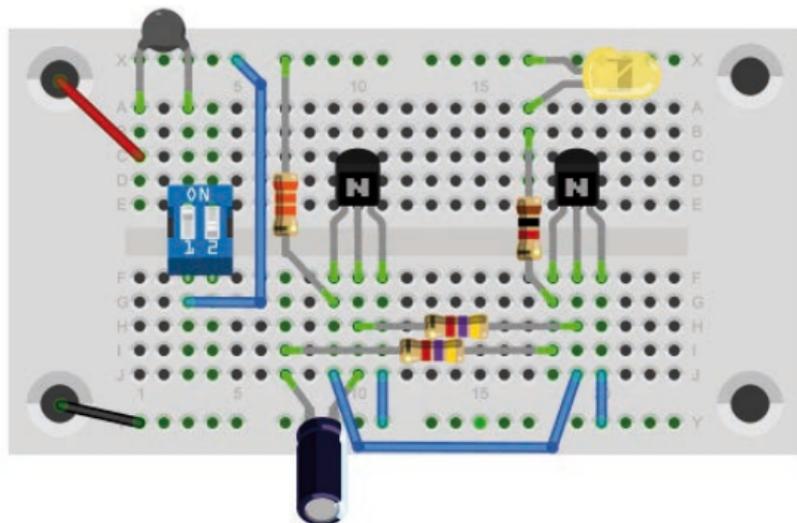
par alternance à un intervalle d'une demi-minute le transistor gauche et le transistor droit. Pour des différences de température relativement importantes, on place un morceau de glace sur une cuillère et on maintient une autre cuillère sur le chauffage, pour pouvoir toucher les transistors avec les deux cuillères.



## 21 Clignotant lent

Contrairement à la LED clignotante rouge avec son clignotant intégré, on doit maintenant monter un clignotant spécifique. Le circuit rappelle en quelque sorte les bascules des expériences précédentes. La différence la plus importante tient du fait qu'un condensateur est intégré cette fois. Le courant de base passe par le condensateur circule seulement jusqu'à ce que le condensateur soit chargé ou déchargé. Ensuite, la bascule change automatiquement l'état. La fréquence du clignotement et la durée d'activation ou de désactivation de la LED dépendent du dimensionnement des composants.



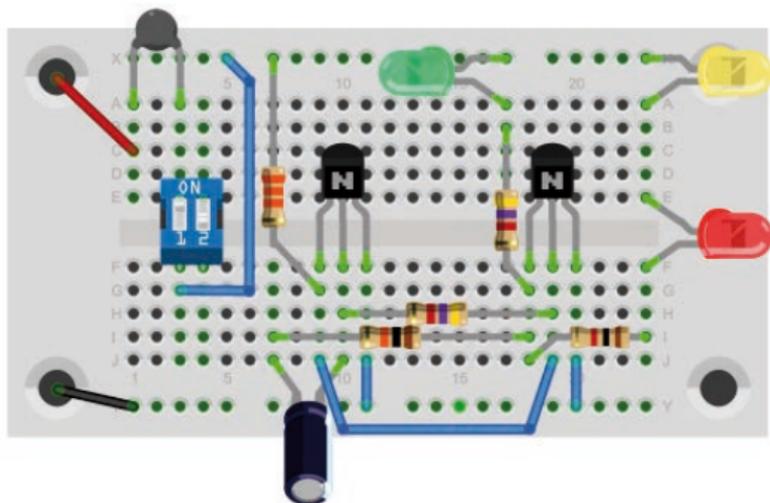
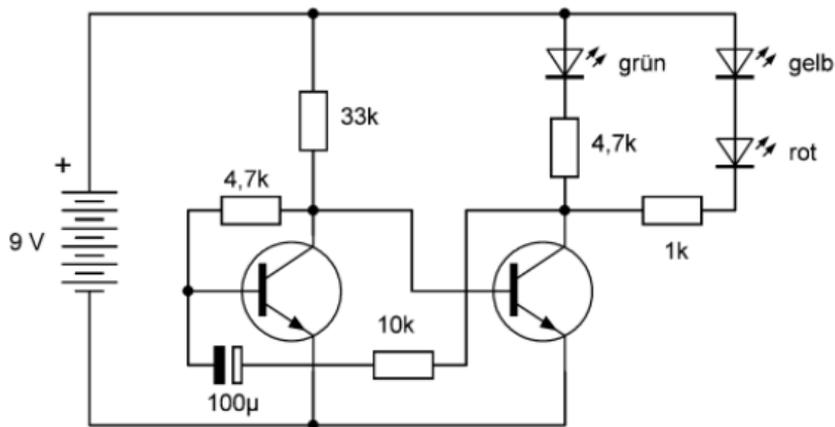


## 22 Clignotants tricolores

Dans le circuit clignotant de la dernière expérience, une résistance supplémentaire de 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange) est montée en série avec le condensateur. De cette façon, le rapport activé/désactivé est plus équilibré. Une autre modification concerne les LED. Le transistor droit peut allumer bien plus qu'une seule LED. Ici, il y en a actuellement trois qui clignotent simultanément.

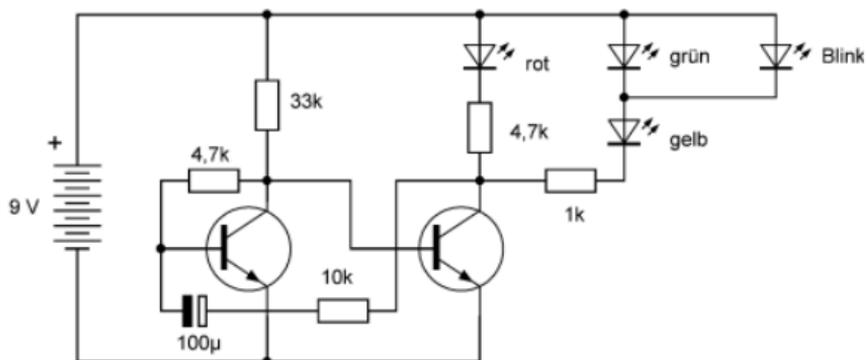
### Oscillateur

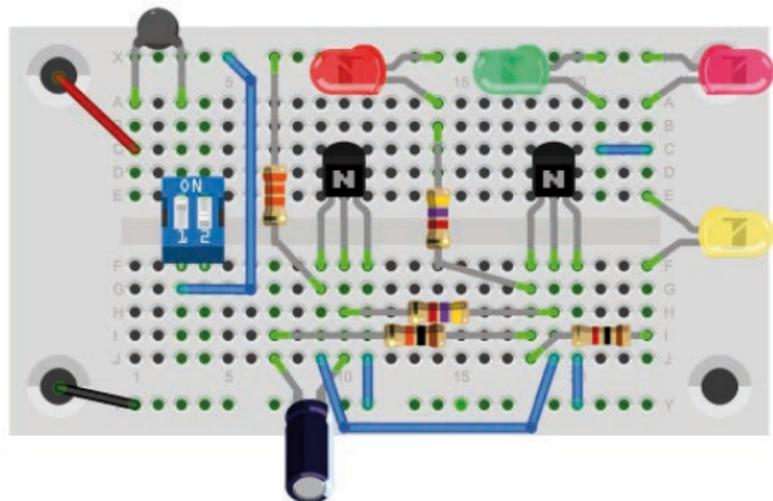
Circuit qui génère des oscillations de façon indépendante. Les oscillateurs sont d'importants circuits de l'électronique et de la technique informatique. Dans un ordinateur, de nombreux composants fonctionnent en harmonie. Cette cadence est définie par un oscillateur, mais elle est nettement plus rapide que dans le cas du clignotement présenté ici.



## 23 Clignotement discontinu

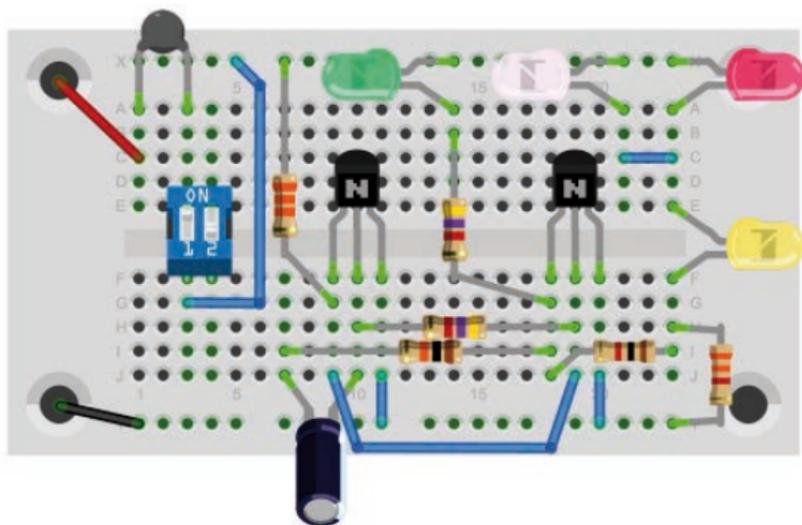
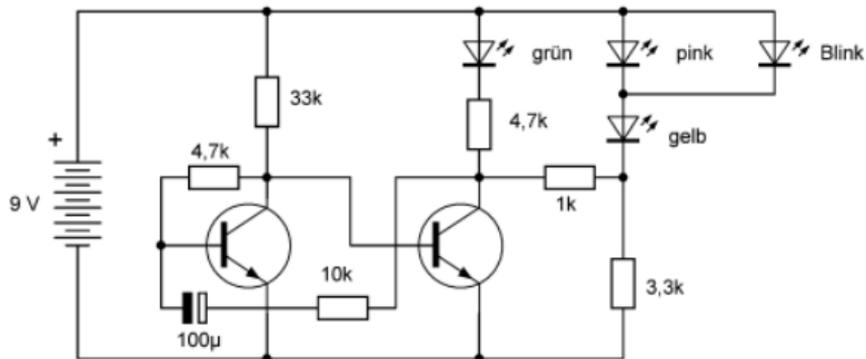
Le clignotement est maintenant doté d'une quatrième LED. Cette fois, la LED clignotante est incluse. Elle est montée parallèlement à la LED verte. Le résultat est que la LED clignotante rouge et la LED verte fonctionnent toujours par alternance. Ce clignotement est plus rapide que le circuit clignotant construit par soi-même. On voit des séries d'impulsions de clignotement où la LED clignotante et la LED verte clignent toujours environ six fois puis s'arrêtent. Les autres LED clignent à une cadence lente.





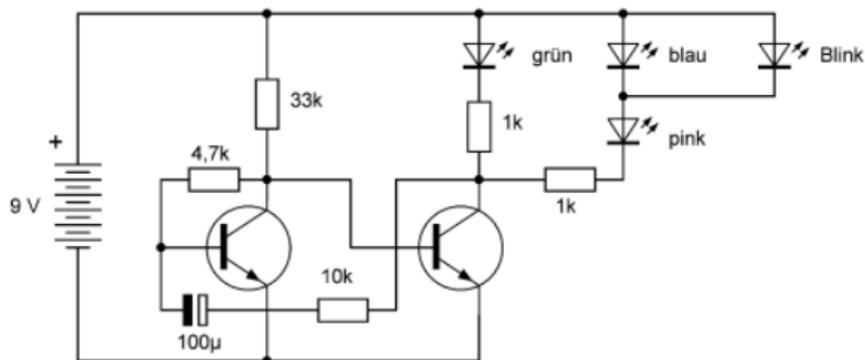
## 24 Feu flamboyant

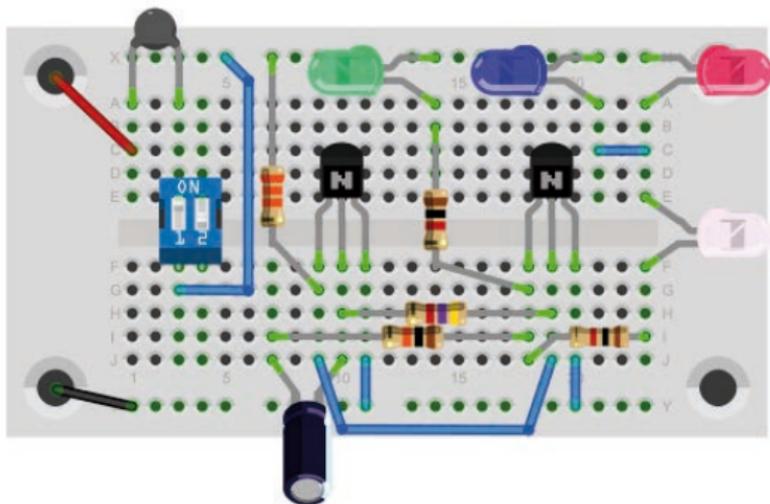
L'objectif de cette expérience est de produire un scintillement doux identique aux simulations de feux de camp. Le circuit doit être doté d'un troisième niveau de luminosité entre Actif et Arrêt. Cette fois-ci, la LED rose est utilisée parallèlement avec la LED clignotante et s'allume toujours lorsque la LED clignotante est éteinte. On obtient ainsi un modèle de clignotement identique au vacillement d'un feu.



## 25 Voyants à LED spéciaux

Une couleur manquait toujours jusqu'ici, voilà pourquoi la LED bleue a été montée. Le clignotement alternatif discontinu roue-bleu est particulièrement beau et attire tous les regards. Mais de nombreuses extensions avec des couleurs différentes sont encore envisageables. Jaune, rouge, vert, bleu ? Avec ou sans clignotement ? Tout est possible !





## Mentions légales

Cher client,



Ce produit a été fabriqué conformément aux directives européennes en vigueur et il est donc certifié CE. L'utilisation conforme du produit est décrite dans le manuel en annexe.

Le respect des règles en vigueur engage exclusivement votre responsabilité, tout comme les d'utilisations non conformes ou modifications du présent produit. Construisez par conséquent les circuits selon les consignes du manuel. Le produit ne doit être cédé à un tiers que s'il est accompagné du présent manuel.



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

© 2018 Franzis Verlag GmbH, 85540 Haar à Munich

Auteur : Burkhard Kainka

GTIN 4019631150202

Produit pour le compte de la société Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Str. 1, 92240 Hirschau

Tous droits réservés, y compris ceux de reproduction photomécanique et de stockage sur support électronique. La création et la distribution de copies sur papier, sur des supports de données ou sur Internet, en particulier en format PDF, ne sont possibles qu'avec l'autorisation expresse de l'éditeur et les contrevenants s'exposent aux poursuites judiciaires.

La plupart des désignations de matériels et des logiciels ainsi que les noms des entreprises, les logos des entreprises mentionnés dans cet ouvrage représentent en théorie les marques déposées et doivent être considérées comme telles. En ce qui concerne les noms de produits, l'éditeur respecte essentiellement l'orthographe des fabricants.

Tous les circuits et programmes présentés dans ce livre ont été développés, vérifiés et testés avec le plus grand soin. Néanmoins, on ne peut exclure complètement des erreurs dans le livre et dans le logiciel. La responsabilité de l'éditeur et de l'auteur est engagée en cas de faute intentionnelle ou de négligence grossière conformément aux dispositions légales. En outre, l'éditeur et l'auteur ne sont responsables que pour les atteintes à la vie, à la santé, de blessures corporelles ou en cas de violation des obligations contractuelles essentielles, en vertu de la loi sur la responsabilité du fait des produits. 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.

Les appareils électriques et électroniques ne doivent pas être éliminés avec les ordures ménagères ! Éliminez l'appareil en fin de vie selon les directives légales en vigueur. Des points de collecte où vous pouvez remettre gratuitement vos appareils électriques ont été créés pour le renvoi du produit. Votre municipalité vous informera de l'emplacement de ces points de collecte. Ce produit est conforme aux directives CE en vigueur s'il est utilisé selon le manuel fourni. La description fait partie de ce produit et doit être transférée en cas de cession du produit à un tiers.