

# roue de la fortune

## CMOS, transistors et 23 LED... mais aucun microcontrôleur

Des roues de loterie, vous en avez déjà vu à la télé, à la fête foraine ou en réunion de bienfaisance. Pour tenter votre chance, d'un bon coup, vous lancez la roue dans l'espoir qu'elle s'arrêtera sur la bonne case.

Cette roue-ci demande moins de force, elle est d'ailleurs dépourvue de pièce mobile.



**Sunil Malekar**  
(elektor.labs, Inde)  
&  
**Harry Baggen**  
(Elektor)

Ne confondons pas avec La roue de la Fortune, la peinture mythologique d'Edward Burne-Jones exposée au musée d'Orsay : l'implacable déesse Fortune qui fait front aux humains, vient les chercher et les écrase. Il y a de meilleures fortunes dans la vie !

Une bonne fortune, en voici une, son titre s'inspire d'une émission basée sur un jeu télévisé dont les origines, en France, remontent à 1986. Les Pays-Bas ont emboîté le pas en 1990 et l'émission y fait toujours un tabac. Voyons d'abord comment fonctionne la roue originale. C'est un grand disque lourd, dont le flanc est divisé en cases qui affichent des points, des montants ou des symboles. Le joueur doit donner un élan à la roue qui va tourner pendant un certain temps en faisant défilet les cases devant un index, de moins en moins vite avant de s'immobiliser. La case

ainsi désignée décide de ce que le joueur gagne.

Bien sûr, l'électronique peut réaliser le même scénario. La rotation de la roue est ici figurée par une vingtaine de LED assises en rond et qui s'allument à tour de rôle. Pour simuler le freinage mécanique, le processus ralentit progressivement avant de s'arrêter. On n'a pas oublié le bruit des cliquets de la version mécanique, une section audio du circuit y pourvoit, un petit haut-parleur les rend audibles. Remarquez au passage la pureté de l'électronique mise en jeu : des CMOS 4000, des transistors, diodes et LED, mais aucun microcontrôleur !

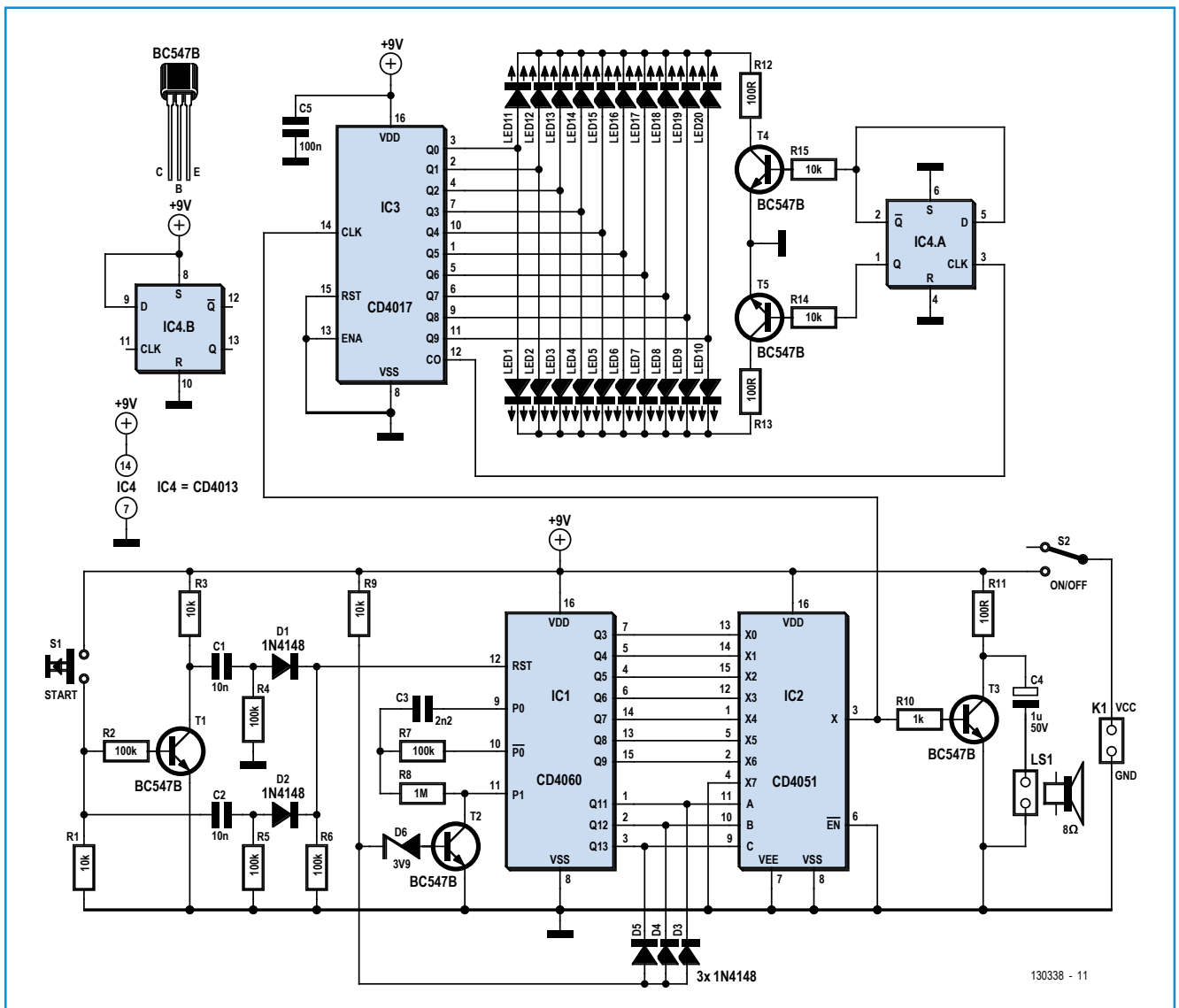
### Schéma

Lire le schéma de la **figure 1** de haut en bas, c'est commencer par la fin : un peu de changement ne fait pas de tort. Intéressons-nous donc au compteur en anneau et aux LED. Cette partie du circuit se compose de IC3 et IC4A. La puce IC3 est un compteur de décade en CMOS du type 4017. Son signal d'horloge

arrive sur la broche 14, les signaux de mise à zéro (15) et de validation (13) sont à la masse pour que le compteur tourne en permanence. Les sorties Q0 à Q9 passent successivement au niveau haut, une par une, au flanc montant du signal d'horloge. Après Q9, c'est Q0 qui retrouvera le niveau haut. Ces sorties donnent assez de courant pour allumer les LED. Leurs anodes sont donc reliées aux différentes sorties Q et leurs cathodes sont rassemblées par dix sur une résistance série commune en vue de rejoindre la masse. Mais pas directement, puisqu'il faut encore sélectionner les paquets de dix, étant entendu qu'une seule LED doit s'allumer à la fois. Le truc, c'est de faire passer les groupes par

un sélecteur basé sur la bascule IC4A, assistée de T4 et T5. On utilise pour la commander le signal de report (*carry-out*) de la décade, la broche 12 du 4017. Cette sortie CO sert normalement de signal d'horloge pour le compteur suivant dans une chaîne de diviseurs, elle devient haute en même temps que Q0 et basse quand Q5 devient haute. Le signal CO sert ici d'horloge pour le diviseur par deux constitué de la bascule IC4A de type D du 4013. Elle réagit sur le flanc montant du signal CO et comme la sortie  $\bar{Q}$  (broche 2) est renvoyée à l'entrée D (broche 5), la polarité des sorties Q et  $\bar{Q}$  est inversée sur chaque flanc montant. Ces deux sorties de la bascule pilotent les deux transistors de commu-

Figure 1. Le schéma de la version électronique de la roue de la fortune.



130338 - 11

tation et chacun relie à la masse le groupe de 10 LED quand la sortie Q qui le précède est au niveau haut. De cette manière, une première série de LED peut s'allumer sous le contrôle de IC3, puis les sorties Q échangent leurs polarités et c'est au tour de la seconde série de poursuivre la rotation.

En remontant le courant au fil du signal d'horloge de IC3, on aboutit à la section de l'oscillateur et du diviseur qui fournit les impulsions au 4017. On y retrouve une vieille connaissance, le 4060 IC1, qui conglomère avec pertinence un oscillateur et une enfilade de quatorze diviseurs par deux. La fréquence d'oscillation est déterminée par R7 et C3, elle avoisine 450 Hz. Toutes les sorties des diviseurs ne sont pas accessibles de l'extérieur, seules Q3 à Q9 et Q11 à Q13 le sont. Sur Q3 (broche 7), la sortie de la quatrième bascule, la fréquence est donc de  $450 / 16 = 28$  Hz ; sur Q4, la moitié, environ 14 Hz et ainsi de suite.

Si nous utilisons successivement des sorties de plus en plus lentes comme signal d'horloge, nous obtiendrons bien l'effet recherché d'une roue qui ralentit jusqu'à l'arrêt complet. Comment aiguiller les différentes sorties vers la suite du circuit ? C'est l'affaire du multiplexeur à 8 canaux IC2 du type 4051. Les niveaux logiques appliqués aux entrées A, B et C sélectionnent l'entrée qui sera dirigée vers la sortie. Les sorties Q3 à Q9 de IC1 sont branchées aux entrées X0 à X6 de IC2. Ce sont les sorties Q11 à Q13 du 4060 qui régissent la sélection d'entrée. Voyons comment cela marche. Après un appui sur le bouton S1, le 4060 est mis à zéro et l'oscillateur démarre, nous y reviendrons, à ce démarrage. À cet instant, toutes les sorties sont basses, donc les entrées A, B et C de IC2 aussi, en conséquence, c'est l'entrée X0 qui est choisie et une fréquence proche de 28 Hz est envoyée à IC3. Un peu plus tard, la sortie Q11 devient haute. Directement, c'est l'entrée X1 qui est choisie et la sortie Q4, à 14 Hz, transmise à IC3. En réponse aux changements de niveau de Q11, 12 et 13, la fréquence transmise diminue jusqu'à ce que les niveaux de Q11, 12 et 13 soient tous hauts, alors, l'entrée X7 est sélectionnée. Or, elle est à la masse, plus aucun signal d'horloge n'est envoyé, la roue est à l'arrêt. Pour être sûr que l'oscillateur s'arrête, il y a les trois diodes D3, D4 et D5 et le transistor T2. Les diodes forment

avec la résistance R9 une porte logique ET discrète. Le nœud R9/D3/D4/D5 ne peut être haut que si (et seulement si) Q11, Q12 ET Q13 de IC1 sont hauts en même temps. Dans ce cas, la diode zener D6 met le transistor T2 en conduction et l'entrée P1 (broche 11) de l'oscillateur de IC1 est ramenée à la masse. L'oscillateur s'arrête et plus rien ne changera jusqu'à la mise à zéro de IC1.

La partie audio du circuit est d'une grande simplicité. Nous avons vu comment produire un signal d'horloge de fréquence décroissante, c'est lui qui est envoyé au transistor T3 pour attaquer le haut-parleur LS1. Le condensateur C4 empêche que le haut-parleur soit parcouru par un courant continu en provenance de R11. Il nous reste à discuter de la section de démarrage et de mise à zéro. Nous savons déjà que T2 bloque l'oscillateur au moment où la roue s'arrête et que pour le relancer, il faut remettre à zéro IC1, ce qui se fait en mettant un instant l'entrée RST à la broche 12 au niveau haut. Rien de plus simple, direz-vous : un bouton-poussoir et une résistance ! Mais jusqu'ici, nous ne disposons d'aucun moyen pour élaborer l'indispensable aspect aléatoire du jeu, avouez que c'est inadmissible pour une roue de loterie ! Qu'arrive-t-il en fait ? Vous mettez le circuit sous tension, la roue démarre toute seule pour un parcours, avant de s'arrêter et d'attendre l'impulsion de départ. Le compteur IC3 est alors dans un certain état, peu importe lequel. Le reste du circuit est construit de telle façon qu'avec un peu de calcul et de jugeote, on arrive vite à trouver quelles LED resteront allumées après avoir poussé sur le bouton. Ce n'est pas le but du jeu ! Il nous faudrait un véritable générateur aléatoire, mais alors au prix de pas mal de composants supplémentaires. Le système retenu ici n'en réclame que peu et met à profit la durée d'appui sur le bouton, qui n'est jamais deux fois la même. En donnant au 4060 deux impulsions de mise à zéro, l'une lors de l'appui, l'autre au relâchement, on crée une durée arbitraire, ce qui occasionne un effet aléatoire qui octroie au circuit réellement le droit à appellation de roue de loterie, ou de fortune.

Le matériel qui délivre ces deux impulsions de mise à zéro se situe autour de T1. Le bouton-poussoir S1 provoque le démarrage de zéro. Lors de l'appui, IC1 est mis à zéro par le différentiateur C2/R5 et la diode D2. Simulta-

nément, le transistor T1 devient conducteur, de sorte que le nœud R3/C1 passe au niveau bas. Dès le relâchement de S1, T1 bloque à nouveau et sa tension de collecteur redevient haute. De ce saut de tension, le réseau C1/R4 produit, par différentiation, une courte impulsion que D1, elle aussi, envoie sur l'entrée de mise à zéro de IC1. Il s'agit bien de la seconde impulsion que nous venons d'évoquer.

## Construction

Il existe un circuit imprimé à double face pour ce projet, la disposition des composants en est visible à la **figure 2**. Vous pouvez le commander à l'e-choppe [1], quant au dessin, il est disponible gratuitement [1] également. La construction du circuit est largement sim-

plifiée du fait qu'il ne comporte que des composants à fils. Il faut suivre l'ordre habituel d'implantation, les embases et connecteurs, éventuellement les supports de puces, les résistances, diodes et LED, les condensateurs et enfin les puces. N'oubliez pas d'installer les 20 LED de la roue à une certaine distance du circuit imprimé, selon le boîtier dans lequel vous voulez l'insérer. Les photos de cet article donnent une idée de notre prototype terminé. La **figure 3** peut vous inspirer pour réaliser la face avant, elle d'ailleurs disponible (130338-11) au format PDF sur [1]. Les 20 LED de la roue dépassent légèrement du couvercle. Vous pouvez monter le haut-parleur au milieu d'elles et pratiquer quelques trous pour laisser passer le son. L'interrupteur d'alimentation et le bouton-poussoir peuvent aussi se

## Liste des composants

### Résistances :

R1, R3, R9, R14, R15 = 10 kΩ  
 R2, R4 à R7 = 100 kΩ  
 R8 = 1 MΩ  
 R11 à R13 = 100 Ω  
 R10 = 1 kΩ

### Condensateurs :

C1, C2 = 10 nF  
 C3 = 2,2 nF  
 C4 = 1 μF/50 V radial  
 C5 = 100 nF

### Semi-conducteurs :

D1 à D5 = 1N4148  
 D6 = zener 3,9 V/500 mW  
 T1 à T5 = BC547  
 LED1 à LED20 = LED rouge 5 mm  
 IC1 = CD4060  
 IC2 = CD4051  
 IC3 = CD4017  
 IC4 = CD4013

### Divers :

S1 = bouton-poussoir encartable (p.ex. Multi-comp MCDTS2-1R, Farnell n° 9471669)  
 S2 = embase à 3 picots au pas de 2,54 mm, pour interrupteur marche/arrêt  
 K1, LS1 = embase à 2 picots haut-parleur miniature 8 Ω (p.ex. Visaton FR8)  
 pile de 9 V avec coupleur à clip  
 boîtier 150 x 70 x 50 mm, avec support de pile de 9 V  
 circuit imprimé n° 130338-1 [1]

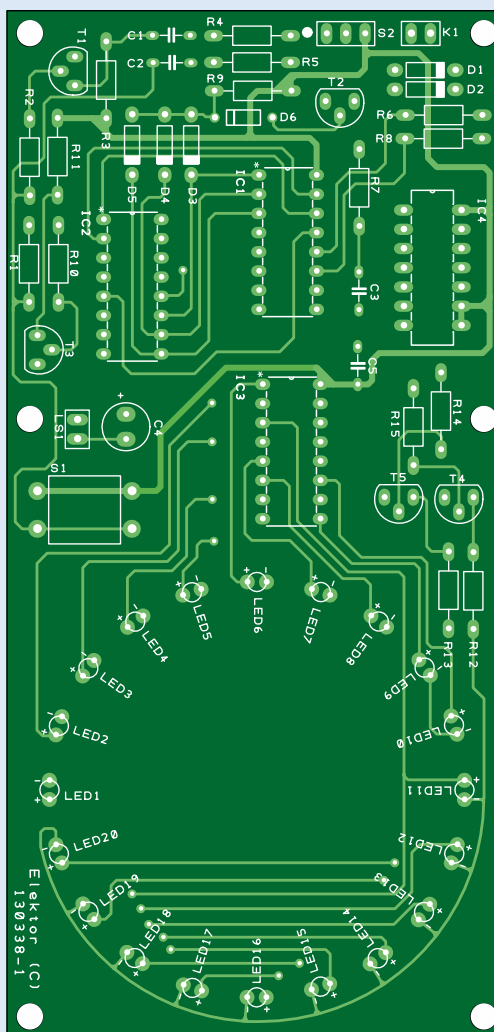


Figure 2. Ce circuit imprimé à double face porte la totalité des composants, y compris les 20 LED disposées en rond. Sur le prototype, le bouton-poussoir est en face avant plutôt que sur le circuit imprimé.

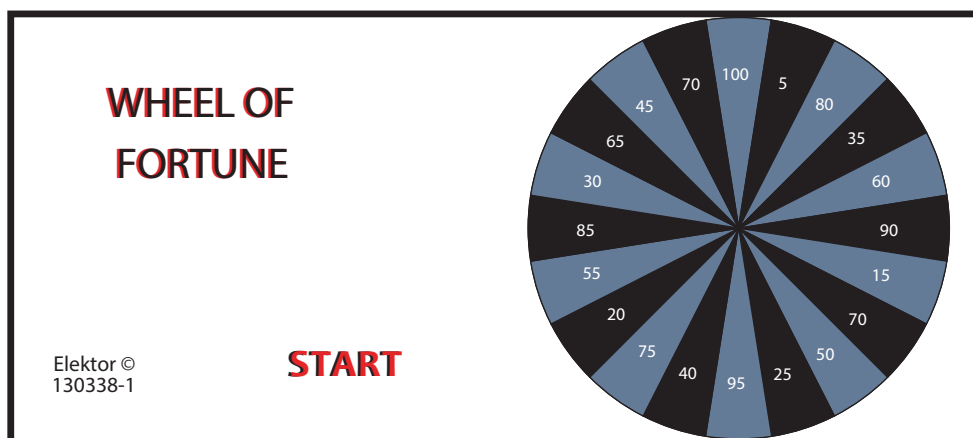


Figure 3. Dessin d'une face avant pour la roue de la fortune. Personnalisez-la avec vos valeurs ou prix dans les cases de la roue ou créez-en une de toutes pièces.

fixer au boîtier, on les relie alors au circuit imprimé par des bouts de fil sur les broches de raccordement.

Pour l'alimentation, une pile de 9 V peut convenir, vu que le circuit ne consomme que peu de courant et qu'il n'aura probablement pas à fonctionner de longues heures durant. Rien à régler sur ce montage, donc après un contrôle attentif, vérifiez que toutes les pièces sont en bonne place et orientation, les puces mises dans le bon sens dans les supports, etc. et vous pourrez brancher la pile et actionner l'interrupteur. Si vous avez la bonne fortune que tout tourne rond dans le circuit, il fait la roue et les LED vont pouvoir pédaler à qui mieux mieux. Si vous préférez une autre vitesse de rotation de la roue, changez la valeur de R7 ou de C3, une capacité plus petite pour accélérer, plus grande pour ralentir. Gagnez le gros lot avec votre roue de la fortune personnelle !

(130338 - version française : Robert Grignard)

### Liens

[1] [www.elektor-magazine.fr/post](http://www.elektor-magazine.fr/post)

Figure 4. Tout le circuit s'insère exactement dans un boîtier standard. Celui-ci est déjà équipé d'un compartiment pour la pile de 9 V, mais vous pouvez aussi la fixer dans votre coffret au moyen de bande adhésive à double face.

