

FANTASMAGORIE ÉLECTRONIQUE

citrouille lumineuse et sonore



Retrouvez-la sur :
www.elektor.tv



Kit disponible !
sur elektor.fr

Plus le soleil se couche tôt, plus cela donne envie de célébrer la lumière, les traditions ne manquent pas. Nombreuses sont les contrées où l'on organise en novembre une fête des lanternes, généralement en papier coloré. Ce circuit interactif rappelle une ancienne coutume en y ajoutant des effets tant sonores que lumineux.

Bien avant que ne soit importée et commercialisée la fête d'Halloween, aux Pays-Bas et en Belgique, pour le 11 novembre (saint Martin), on avait déjà coutume d'évider des citrouilles et d'y ajouter des trous en forme d'yeux, de nez et de bouche pour y installer une bougie dont la lueur percerait. Hissées sur des bâtons, à grands cris, les enfants les faisaient circuler le soir de maison en maison, l'occasion de créer une certaine émotion, de se faire remarquer... et de réclamer friandises

et sucreries ! Impossible aujourd'hui d'ignorer Halloween, avec son cortège monstrueux de déguisements horribles ou sanglants, des sorcières, des vampires, des toiles d'araignées et autres joyusetés. Elektor a donc eu l'idée lumineuse de développer un circuit qui, tout en rappelant la citrouille, produit des effets de lumière et de son de circonstance. Vous pouvez même l'installer au cœur d'un potiron. Lors des essais au château Elektor, l'effet en a saisi plus d'un, à

Niek Laskarzewski
et
Harry Baggen
(labo d'Elektor)

coups de lumières imprévisibles, de cris stridents et de hurlements.

Pour y arriver, nous avons équipé le circuit d'un détecteur de présence, de quelques LED, d'un module son, d'un petit amplificateur audio et d'un haut-parleur. Le tout placé sous les ordres d'un microcontrôleur AVR. Mais il pourra encore servir après Halloween ! Avec quelques chants de Noël sur la carte SD du module son, vous pourrez le ressortir sous un autre habillage pour les fêtes de fin d'année. Et avec le kit de construction que nous vous avons préparé, la réalisation du projet ne traînera pas.

Le circuit

La **figure 1** donne à voir l'ensemble du circuit. Avec un module son prêt à l'emploi et le détecteur de mouvement à capteur PIR (infrarouge passif) complet, modulaire lui aussi, il ne reste que peu de composants à installer. Aux commandes de l'ensemble, il y a un petit ATtiny85 choisi du fait que nous n'avons besoin que de peu de lignes d'E/S. On le programme par K7, le connecteur ISP. Trois grosses LED de 10 mm de diamètre, LED1 à LED3, assurent les effets lumineux, conduites par le FET T1, lui-même commandé

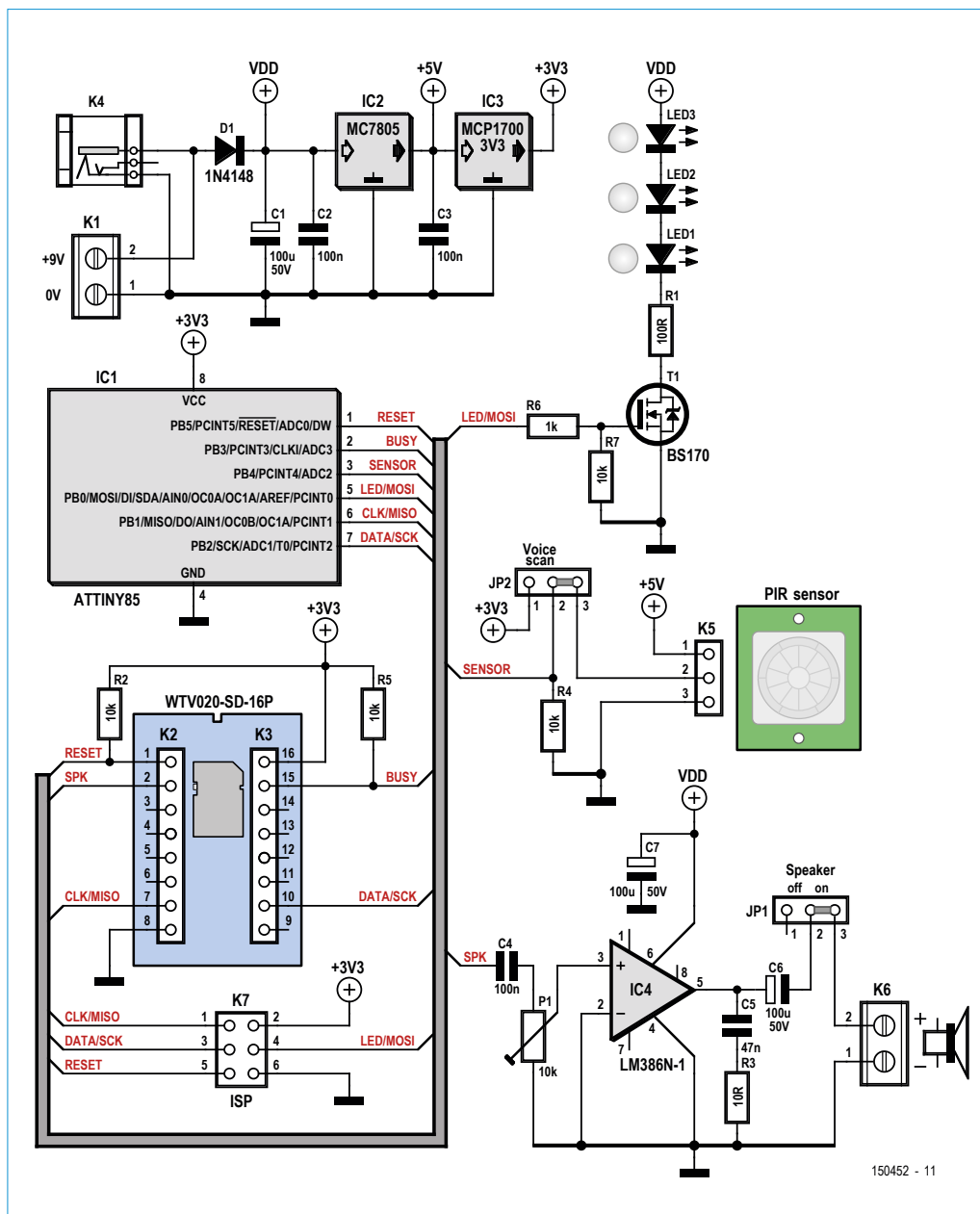


Figure 1. Ce circuit produit des effets sonores et lumineux quand on s'en approche.

par la broche 5 du contrôleur.

C'est IC4, un LM386 en configuration standard, qui sustente le petit haut-parleur. Il amplifie vingt fois le signal d'entrée, dosé par le potentiomètre P1. On choisit au moyen du cavalier JP1 de connecter ou non le haut-parleur.

Le circuit requiert deux tensions d'alimentation : 3,3 V pour le contrôleur et le module son, 5 V pour le capteur PIR. Les LED et l'amplificateur audio s'alimentent directement sur l'adaptateur secteur ou les piles (8 à 12 V). Les deux stabilisateurs des tensions d'alimentation, IC2 et IC3, sont montés en série et D3 empêche une inversion de polarité.

Nous avons ainsi survolé tout le circuit. Examinons maintenant en détail le module son et le capteur PIR (**figure 2**).

Le module son

Le module son choisi pour ce projet est le modèle WTV020-SD-16P équipé d'un emplacement pour accueillir une carte micro-SD sur laquelle sont stockés les fichiers de son. Le module compte seize broches qui s'adaptent aux bandes de pastilles à deux fois huit contacts sur le circuit imprimé. L'un des côtés du circuit imprimé présente une encoche qui repère la position de la broche 1.

Ce module ne supporte que 3,5 V comme tension maximale, d'où le choix d'une alimentation sous 3,3 V. Il est capable de jouer jusqu'à 512 fichiers de son différents stockés sur une carte micro-SD de 1 Go maximum, selon le fabricant, mais en pratique, il est apparu qu'il lisait aussi celles de 2 Go.

Il ne fonctionne qu'avec des fichiers au format ad4, aussi rare qu'exotique. Il vous fau-

dra donc convertir les fichiers de son pour les adapter au lecteur. D'abord, passer de stéréo en mono, par exemple avec le programme Audacity, et aussi comprimer le niveau. Puis les exporter en fichiers WAV à 16 bits avant de les convertir au format ad4 à l'aide d'un programme spécial développé par une firme australienne [1]. Ce programme accepte aussi bien les fichiers MP3 que WAV.

Ce n'est pas tout. Quand vous les copiez sur la carte SD, il faut les nommer XXXX.ad4 en numérotation continue, en commençant par 0000.ad4. Le maximum permis est de 512 fichiers.

Pour lancer la lecture d'un morceau, vous devez envoyer sur la broche 10 un mot de 16 bits de données pour indiquer le numéro du fichier, avec les impulsions d'horloge sur la broche 7 du module. Pendant la lecture du fichier, le module lève le niveau de la broche 15, c'est le signal *busy*.

Il y a encore d'autres commandes utiles que l'on peut envoyer au module au format hexadécimal :

- 0xFFFF0 à 0xFFFF7 = réglage du volume (0xFFFF0 = minimum)
- 0xFFFFE = pause/lecture
- 0xFFFFF = stop/démarrer

En cours de lecture, le signal audio sort sur les connexions SPK+, SPK- (signal MLI) et audio-I (sortie du CN/A). On peut brancher directement un haut-parleur sur SPK+/SPK-. Mais pour atteindre une puissance suffisante, mieux vaut intercaler, comme sur le schéma, un étage amplificateur supplémentaire, à l'entrée duquel on branche alors le signal audio-I (broche 2).



Figure 2.
Le module son et le détecteur de mouvement PIR.

Il n'y a malheureusement pas de commande pour savoir combien de fichiers sont stockés sur la carte. Mais le micrologiciel dispose d'une routine qui les compte à partir de l'initialisation. Il faut pour cela mettre le cavalier JP2 sur *Voice scan*. Après la mise sous tension, le micrologiciel passe alors en mode « balayage » et détecte la présence de chaque fichier par une mesure de temps. Toutes les données sont alors envoyées au module dans l'ordre croissant à partir de 0000. Pendant la lecture d'un fichier, la broche *busy* du module est haute. S'il n'y a pas de fichier d'un certain numéro, le signal *busy* retombe après 1,8 s. Une vérification de ce niveau deux secondes après l'envoi du numéro de fichier permet de savoir si ce fichier-là est présent sur la carte mémoire. Pour que cette procédure puisse fonctionner, il faut évidemment que tous les fichiers sur la carte aient une longueur d'au moins 2,5 s. Pendant ce balayage, il vaut mieux débrancher temporairement le haut-parleur par le cavalier JP1.

Le capteur PIR

Le module de capteur PIR HC-SR501 est une petite carte sur laquelle se trouve un circuit complet de détection IR, avec le capteur PIR à l'avant, surmonté d'une lentille en plastique. On le branche sur le connecteur K5. Il est alimenté par une tension de 5 V stabilisée par IC2. Après mise sous tension, il faut environ une minute au module PIR pour réaliser son initialisation. Pendant ce temps, il délivre quatre impulsions en sortie, une au début et trois à la fin. Deux potentiomètres d'ajustage sur le circuit imprimé permettent de régler la sensibilité et la longueur de l'impulsion de sortie. Dans ce circuit-ci, seule la sensibilité (XS au milieu de la carte) est utile.

Le micrologiciel

Le micrologiciel a été conçu dans l'environnement de développement Studio d'Atmel. Le programme commence par la définition des sorties : *clockPin* (horloge), *dataPin* (donnée) et *resetPin* (mise à zéro). Les entrées sont *busyPin* et *sensorPin*. Voyez le code source [2] et suivez sur l'ordinogramme au bas de cet article, à la **figure 4**.

Après le paramétrage des ports d'E/S, le micrologiciel initialise le module SD en maintenant hautes les broches *clockPin* et *resetPin*, puis en envoyant une impulsion 0 d'à

peu près 5 ms sur *resetPin*. Le programme respecte ensuite une pause de 300 ms avant d'aller plus loin.

Il lit ensuite dans l'EEPROM du contrôleur le nombre de fichiers de son présents sur la carte SD, valeur qui y aura été inscrite dans la variable *voiceAmount*. Si cette valeur est nulle, donc aucun fichier, ou si elle dépasse 512, le maximum, il la remplace par la valeur standard 21.

Après quoi, les LED clignotent une fois et le micrologiciel attend la fin de l'initialisation du capteur PIR, ce qui peut durer une minute. Pendant ce temps-là, le module du capteur fournit quatre impulsions qui font s'allumer les LED, une au début, trois à la fin.

Si, au cours de cette période, le programme détecte que le cavalier JP2 est mis sur *Voice scan*, il attend 15 s avant de lancer la routine *scanVoice* pour compter le nombre de fichiers présents sur la carte SD de la manière décrite ci-dessus. Les LED clignotent quelques fois pour indiquer le début du balayage.

Dans la routine *scanVoice*, la variable *voiceAmount* est d'abord mise à zéro (c'est le nombre de fichiers). Puis dans une boucle, on lance la lecture de fichier pour mesurer le niveau de *busyPin*. S'il est encore haut après 2 s, c'est qu'il y a bien un fichier, on arrête la lecture et on incrémente *voiceAmount*. Si *busyPin* est bas après 2 s, c'est que le fichier de ce numéro-là n'existe pas, la boucle s'arrête et la valeur actuelle est transcrite en EEPROM. Après le balayage, les LED continuent de clignoter jusqu'à ce que le cavalier sur JP2 soit remis dans l'autre sens.

On ne peut lancer un balayage que pendant la phase de démarrage, lors de l'initialisation du capteur PIR. Il est recommandé d'attendre une minute avant de replacer le cavalier quand le balayage est achevé en moins d'une minute, sinon le micrologiciel fait jouer un morceau à la fin de l'initialisation du capteur PIR.

Après l'initialisation du capteur PIR et éventuellement le balayage, le micrologiciel entre en boucle d'attente. Dès la détection d'un mouvement, la broche *sensorPin* devient haute. Le micrologiciel choisit alors n'importe quel numéro de fichier et le joue avec la fonction *playVoice*.

Dans cette routine *playVoice*, on met d'abord *clockPin* au niveau bas pendant 2 ms pour lancer la transmission de données. C'est ensuite

par chaînes de deux octets que les données sont envoyées en boucle au module son. À la fin, *dataPin* est mis au niveau haut et l'on revient au programme principal.

Le programme attend alors 200 ms pour permettre au module son de mettre *busyPen* au niveau haut, signe qu'un morceau est joué et jusqu'à son retour au niveau bas, le micrologiciel reste en boucle. Dans cette boucle *while*, donc pendant la reproduction du son, les LED clignotent à la fréquence de 5 Hz.

La construction

Nous avons évidemment développé le circuit imprimé de la **figure 3** pour permettre à tout un chacun de construire aisément le projet. Il n'y a que des composants traversants, faciles à implanter et à souder. En outre, nous avons créé un kit avec tous les composants nécessaires pour une réalisation réussie : le circuit imprimé, les composants, le contrôleur programmé, le petit haut-parleur, les modules

PIR et son avec une carte mémoire de 1 Go. À vous de trouver la citrouille à sculpter ou un autre drôle de boîtier partiellement transparent, adapté à l'ambiance Halloween, mais alors vous ne vous régalez pas avec les restes de la citrouille !

On commence par installer sur le circuit imprimé tous les composants ordinaires. Si vous implantez K4, alors K1 n'est pas nécessaire, il n'est d'ailleurs pas prévu dans le kit. Le contrôleur prendra place dans un support. Vous pouvez souder les LED directement sur le circuit imprimé après en avoir plié les pattes à 90°, mais vous pouvez aussi les allonger par des fils, tout dépend de la répartition désirée de la lumière. L'ATtiny du kit est déjà programmé, mais si vous souhaitez le programmer vous-même, les codes source et hexadécimal sont à votre disposition gratuitement sur le site d'Elektor [2].

Tout ceci terminé, vous pouvez passer au raccordement du module son et du capteur PIR

Liste des composants

Résistances :

R1 = 100 Ω
R2, R4, R5, R7 = 10 kΩ
R3 = 10 Ω
R6 = 1 kΩ
P1 = pot. ajust. 10 kΩ

Condensateurs :

C1, C6, C7 = 100 µF/50 V radial, au pas de 3,5 mm
C2, C3, C4 = 100 nF, au pas de 5 mm
C5 = 47 nF, au pas de 2,54 mm

Semi-conducteurs :

D1 = 1N4148
LED1, LED2, LED3 = LED 10 mm blanche
T1 = BS170
IC1 = ATtiny85-20PU, DIP-8
(µC programmé 150452-41*)
IC2 = MC7805
IC3 = MCP1700-3302E/TO
IC4 = LM386N-1, DIP-8

Divers :

K1, K6 = borne à 2 vis au pas de 5,08 mm**
K2, K3 = embase à 8 picots au pas de 2,54 mm
K4 = connecteur d'alimentation encartable avec prise de 2,1 mm**
K5 = embase à 3 picots coudés au pas de 2,54 mm
K7 = embase à 2x3 picots au pas de 2,54 mm
JP1, JP2 = embase à 3 picots au pas de 2,54 mm, avec cavalier

haut-parleur 8 Ω/0,3 W, diam. 20 mm (p.ex. Kingstate KDMG20008)
module capteur PIR HC-SR501
module son WTV020M01-SD-16P avec emplacement pour carte micro-SD
carte SD de 1 Go
support à 8 contacts pour IC1 et IC4
circuit imprimé réf. 150452-1
ou
kit composé du circuit imprimé, tous les composants, module détecteur PIR, module son et µC programmé : 150452-71*

* Circuits imprimés, modules assemblés et composants programmés disponibles en ligne (www.elektor.fr)

** Selon connecteur d'alimentation souhaité, implanter seulement K1 ou K4.

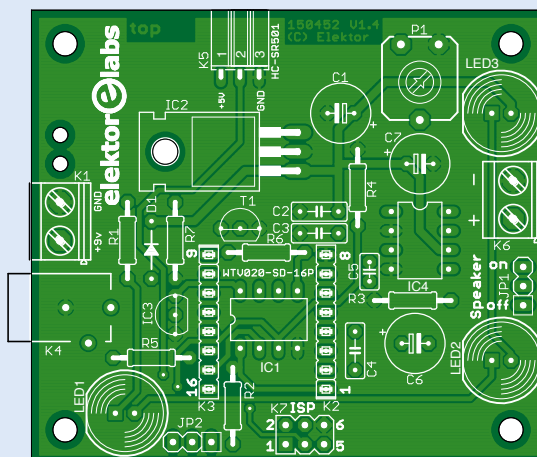


Figure 3. Un petit circuit imprimé pour un assemblage rapide.

sur les connecteurs K2/K3 et K5. Respectez l'orientation, l'encoche dans la carte du module son indique la broche 1 de K2. Placez le module PIR de manière à ce qu'il dépasse le côté composants du circuit imprimé.

Il faut alors charger sur la carte SD un certain nombre de fichiers de son. Utilisez au besoin un petit lecteur de cartes mémoires pour transférer les 21 fichiers de son 0000.ad4 à 0020.ad4 du dossier zip 150452-12 [2] sur la carte. Glissez-la ensuite dans le module son. Bien entendu, vous pouvez aussi y inscrire vos propres effets sonores de la manière précédemment décrite. Il reste à raccorder le haut-parleur sur K6 et à placer les cavaliers sur JP1 (*on*) et JP2, juste à côté de LED1. Mettez le potentiomètre P1 en position centrale et branchez sur K4 un adaptateur secteur capable de délivrer au moins 500 mA entre 8 et 12 V, le pôle positif sur la broche centrale. Avec les fichiers de son récupérés sur notre site, tout fonctionne directement. Le circuit sera prêt à l'action après une minute d'initialisation. Un mouvement devant le détecteur provoque le clignotement des LED et la reproduction d'un son. Si vous avez enregistré vos propres effets sonores sur la carte, vous devrez commencer par exécuter un balayage des fichiers, comme indiqué. Vient alors le moment de caser l'ensemble dans votre citrouille ou le boîtier de votre choix. Vous pouvez laisser les LED sur le circuit imprimé pour qu'elles éclairent l'intérieur du boîtier ou les monter dans les yeux et le nez de la citrouille. Amusez-vous bien !

Après Halloween, libre à vous de convertir le circuit pour servir lors d'autres fêtes ou occasions. Vous pouvez par exemple enregistrer sur la carte des airs de circonstance et placer le circuit dans une balle transparente ou l'accrocher au sapin de Noël. Succès garanti lors des fêtes !

(150452 - version française : Robert Grignard)

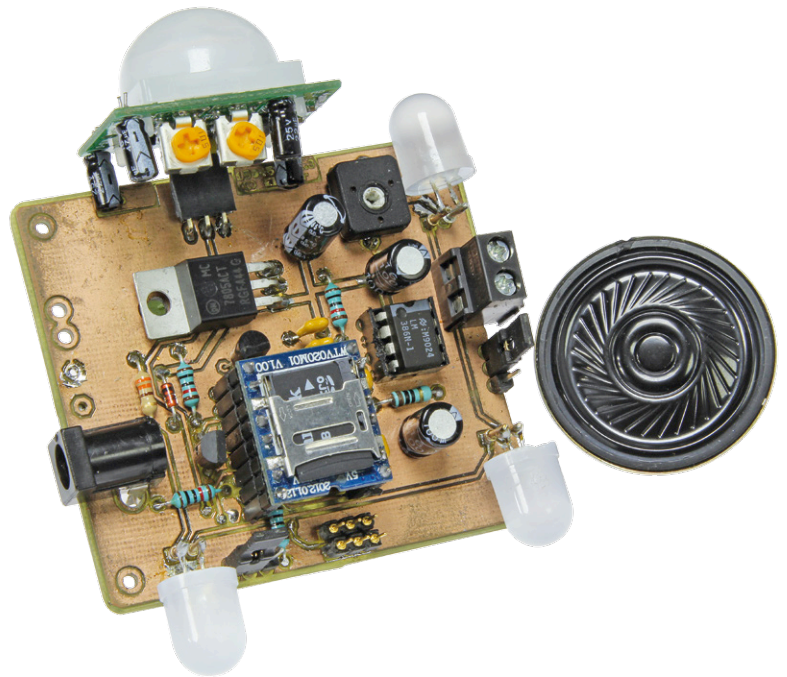
Liens

[1] www.4dsystems.com.au/product/SOMO_14D/

[2] www.elektormagazine.fr/articles

Commandez le kit :

www.elektor.fr/kit-scary-halloween-150452-71



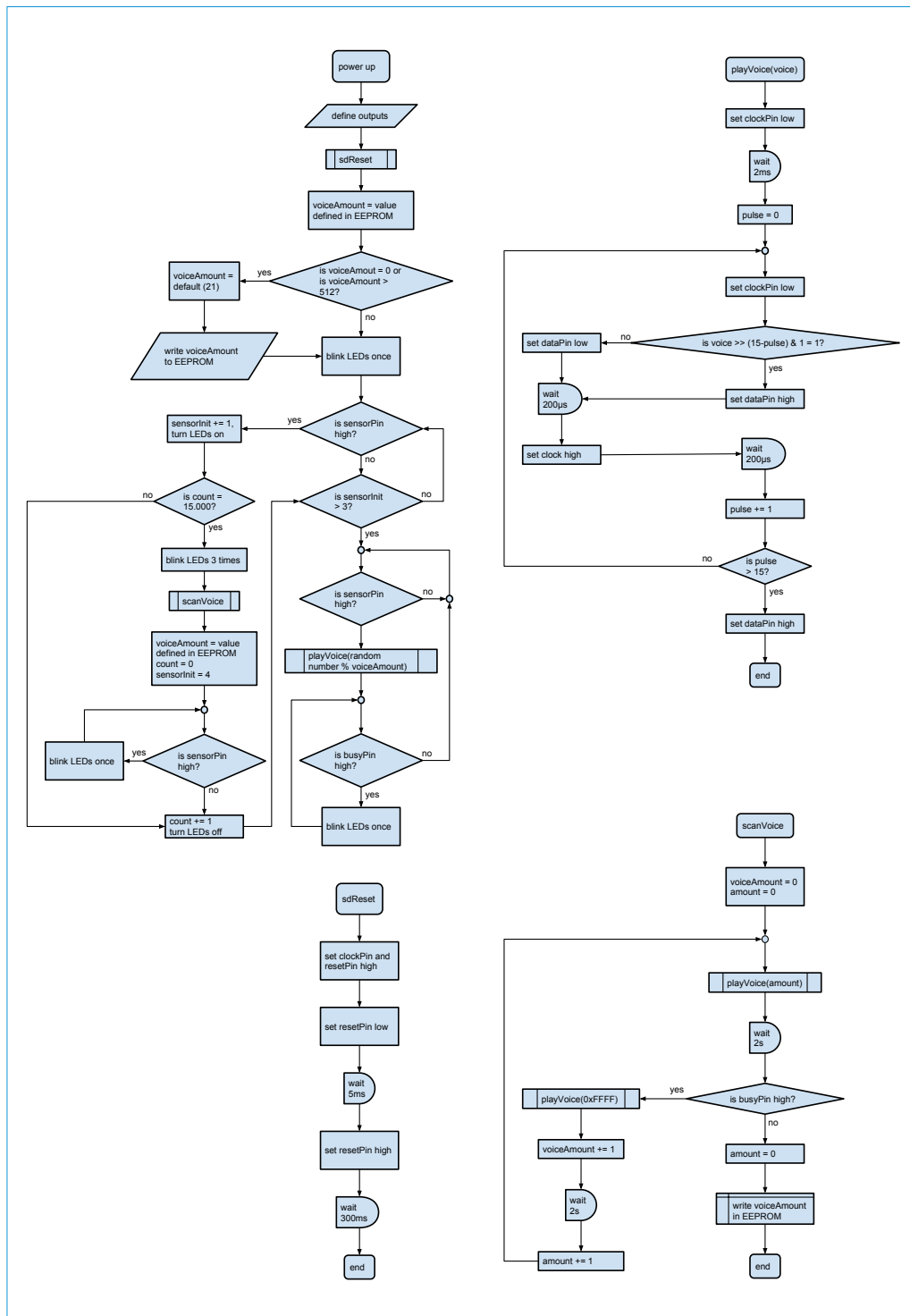


Figure 4. Ordigramme du micrologiciel.