

ES SPUKT ZU HALLOWEEN!

Ein Kürbis, der flackert und ächzt...



Video:
www.elektor.tv



Bausatz
im Webshop!

Halloween ist ein jährlich wiederkehrendes Ereignis, das sich auch in unseren Breiten etabliert hat.

Vor dem Haus ein hohler Kürbis, innen von flackerndem Licht beleuchtet, da lassen spukende und Wegezoll fordernde Gespenster nicht lange auf sich warten. Doch das Gänsehaut-Gefühl am Halloween-Abend lässt sich noch toppen.

Halloween wird der Tag vor dem Feiertag Allerheiligen genannt, auf dem Kalender ist es der 31. Oktober. In manchen Regionen ist dieser Tag ein gesetzlicher Feiertag, weil evangelische Christen den Reformationstag begehen. Nach alter Halloween-Tradition schlüpfen spaßbegeisterte Halbwüchsige in phantasievolle Kostüme, sie mutieren zu Gruselgestalten und Gespenstern. Haustüren oder Gartentore werden mit ausgehöhlten, von innen beleuchteten Kürbissen geschmückt, die zu

Köpfen mit fratzenhaften Gesichtern umgestaltet sind. Die kleinen und großen Gespenster klingeln an den Türen, um die Bewohner zu erschrecken. Der Spuk findet erst ein Ende, wenn die Gespenster mit Süßigkeiten, Obst oder anderen Leckereien beschwichtigt werden. Auch Menschen, die den Kinderschuhen längst entwachsen sind, feiern Halloween. Sie veranstalten abgefahrene Partys im Halbdunkeln, auf denen sie sich wie Geister, Gespenster, Monster oder Zombies gebärden.

Entwurf:
Niek Laskarzewski,
Text: **Harry Baggen**
(Elektor-Labor)

Das nicht mehr ferne diesjährige Halloween brachte das Elektor-Labor auf die brillante Idee, eine ausgefeilte Elektronik für hohle Kürbisse zu entwickeln, die erschreckende Licht- und Klangeffekte produziert. Wenn sich ein argloser Passant der präparierten Kugel-frucht nähert, flackert die interne Beleuchtung gespenstisch, und es ertönt ein furchterregendes Ächzen oder auch ein gellender Schrei. Testreihen unter Elektor-Angehörigen haben bewiesen, dass der Schreckgenerator nicht nur bei unbedarften Menschen seine Wirkung entfaltet...

Um näherungsempfindliche Lichter und Schreie zu generieren, haben wir einen PIR-Näherungssensor, drei große LEDs, ein Geräusch-Modul, einen Mini-Audioverstärker, einen kleinen Lautsprecher und einen AVR-Mikrocontroller in einen Topf geworfen und einmal gut durchgerührt. Was dabei herausgekommen ist, macht übrigens nicht nur zu Halloween Spaß. Mit weihnachtlichen Tönen auf der Speicherkarte des Geräusch-Moduls entsteht daraus ein nettes Gadget für die Weihnachtszeit. Wir haben ein Paket mit sämtlichen Bauteilen

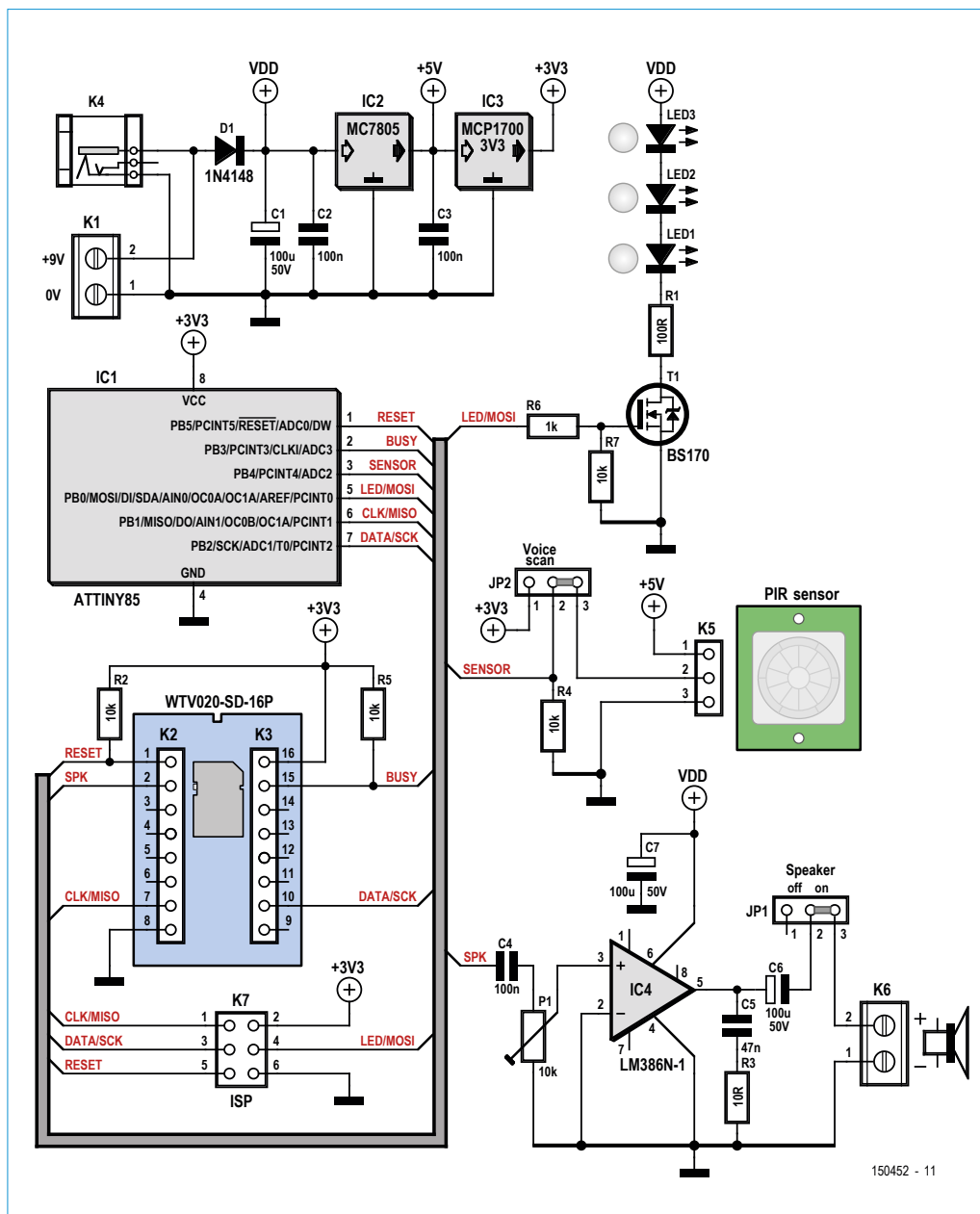


Bild 1. Der Spukgenerator produziert Geräusche und Lichteffekte.

zusammengeschnürt, so dass dem Start des Projekts nichts im Weg steht.

Elektronik

Was sich im hohlen Kürbis verbirgt, zeigt die Schaltung in **Bild 1**. Die Anzahl der Bauteile hält sich in Grenzen, weil ein einsatzfertiges Geräusch-Modul und ein PIR-Näherungssensor-Modul dazugehören. Gesteuert werden diese Komponenten von einem unkomplizierten Mikrocontroller ATtiny85. Die vergleichsweise wenigen I/O-Leitungen, die verfügbar sind, reichen hier aus. Programmieren lässt sich der ATtiny85 über den ISP-Anschluss K7. Für die Lichteffekte sind LED1...LED3 zuständig, ihr Durchmesser beträgt 10 mm. Der Mikrocontroller schaltet die LEDs über den MOSFET T1.

Den Lautsprecher steuert ein NF-Endverstärker-Baustein LM386 (IC4) an, er ist hier nach dem Vorschlag im Datenblatt geschaltet. Die Verstärkung des Eingangssignals beträgt 20, die Lautstärke lässt sich mit Trimpoti P1 einstellen. Jumper JP1 schaltet den Lautsprecher ab.

Die Schaltung macht zwei Betriebsspannungen notwendig: Der ATtiny85 und das Geräusch-Modul arbeiten an 3,3 V, während das PIR-Sensormodul 5 V erfordert. Die LEDs und der LM386 liegen unmittelbar an der Spannung der Batterien (8...12 V) oder eines Steckernetzteils. Wegen der beiden Betriebsspannungen sind die Spannungsregler IC2 und IC3 in Reihe geschaltet. Diode D3 schützt die Elektronik vor falscher Polung. Nach dieser Kurzbeschreibung sollen das Geräusch-Modul und das PIR-Näherungssensor-Modul (siehe **Bild 2**) etwas detaillierter betrachtet werden.

Geräusch-Modul

Für die Geräusche ist ein Geräusch-Modul WTV020-SD-16P zuständig, die Geräusch-Dateien sind hier auf einer Micro-SD-Karte gespeichert. Das Modul hat 16 Anschlüsse, auf der Platine passt es in zwei 8-polige SIL-Buchsenleisten. Die Position von Anschluss 1 ist auf der Platine durch eine Kerbe gekennzeichnet. Da die Betriebsspannung höchstens 3,5 V betragen darf, liegt das Modul hier an 3,3 V. Das Modul kann bis zu 512 Audiodateien von der Micro-SD-Speicherkarte wiedergeben. Nach Herstellerangaben darf die Speicherkarten-Kapazität 1 GB nicht übersteigen, doch auch eine Karte mit der Kapazität 2 GB arbeitete problemlos.

Das Geräusch-Modul verarbeitet ausschließlich Audiodateien im Format AD4, dies ist ein wenig gebräuchliches Format. Die abzuspielenden Klänge oder Titel müssen deshalb zuerst bearbeitet und konvertiert werden. Stereosignale sind in Monosignale zusammenzuführen, beispielsweise mit dem Programm Audacity, außerdem kann eine Komprimierung notwendig sein. Von dort werden sie im WAV-Format (16 bit) exportiert. Der zweite Schritt ist die Konvertierung von 16-bit-WAV nach AD4, zum Beispiel mit dem „Audio Tool“-des australischen Anbieters 4D Systems [1]. Dieses Programm konvertiert MP3 oder WAV nach AD4.

Beim Speichern der AD4-Dateien auf der SD-Karte ist unbedingt auf die korrekte Nummerierung zu achten. Die Dateinamen müssen dem Muster XXXX.ad4 entsprechen, wobei XXXX für die laufende Nummer (beginnend mit 0000.ad4) steht. Wie schon erwähnt, können höchstens 512 Dateien wiedergegeben werden.



Bild 2.
Das Geräusch-Modul und das PIR-Näherungssensor-Modul.

Um eine Datei abzuspielen, muss ein 16 bit langes Datenwort, das die Dateinummer enthält, über den Anschluss DATA (Pin 10) eingetaktet werden. Das zugehörige Taktsignal ist an Anschluss CLK (Pin 7) zu legen. Während der Wiedergabe zieht das Modul den Anschluss BUSY (Pin 15) auf hohe Spannung.

Andere wichtige Kommandos, die das Geräusch-Modul steuern, lauten im Hex-Format wie folgt:

- 0xFFFF0...0xFFFF7 = Volumen anpassen (0xFFFF0 = Minimum)
- 0xFFFFE = Pause/Play
- 0xFFFFF = Stopp/Wiedergabe

Leider existiert kein Kommando, mit dem sich die Anzahl der auf der Karte befindlichen Klangdateien auslesen lässt.

Wird eine Datei abgespielt, erscheint das Audiosignal an den Anschlüssen SPK+, SPK- (PWM-Signal) und Audio-I (DAC-Ausgang). An SPK+/SPK- ist ein Mini-Lautsprecher direkt anschließbar, für mehr Volumen kann, wie hier geschehen, ein externer NF-Endverstärker nachgeschaltet werden. Das steuernde Signal liefert Ausgang Audio-I (Pin 2).

Da kein Kommando existiert, mit dem die Anzahl der gespeicherten Geräusch-Dateien abgefragt werden kann, können die Dateien nach der Initialisierung von der Firmware gezählt werden. Wenn Jumper JP2 auf „Voice Scan“ gesteckt ist und die Betriebsspannung eingeschaltet wird, läuft die Firmware im Scan-Modus. In diesem Modus wird das Vorhandensein von Dateien durch Zeitmessungen bestimmt. Mit 0000 beginnend werden sämtliche Dateinummern durchlaufen, und die Dateien werden kurz angespielt. Während der Wiedergabe einer Datei geht das BUSY-Signal des Geräusch-Moduls (Pin 15) auf High. Wenn eine Datei mit einer bestimmten Nummer nicht existiert, springt das BUSY-Signal nach etwa 1,8 s zurück auf Low. Durch Prüfen des BUSY-Signals nach 2 s lässt sich feststellen, ob die fragliche Datei auf der Speicherkarte existiert. Damit diese Prozedur problemlos abläuft, muss die Abspieldauer der Dateien mindestens 2,5 s betragen. Es ist ratsam, den Lautsprecher während des Scannens mit Jumper JP1 abzuschalten.

PIR-Sensormodul

Das PIR-Sensormodul HC-SR501 hat die Gestalt einer Mini-Platine, darauf befinden sich der PIR-Sensor mit einer Linse aus Kunst-

stoff sowie die Auswerteschaltung. Verbunden ist das PIR-Sensormodul mit Steckverbinder K5. Die Betriebsspannung 5 V stellt Spannungsregler IC2 bereit. Nach dem Einschalten braucht das PIR-Sensormodul ungefähr eine Minute, um sich zu initialisieren. Während der Initialisierung erscheinen am Ausgang vier Impulse, ein Impuls zu Beginn und drei weitere Impulse zum Schluss. Mit den Trimpfotis auf der PIR-Sensormodul-Platine lassen sich die Empfindlichkeit und die Breite der Ausgangsimpulse einstellen. Hier ist lediglich die Empfindlichkeit von Bedeutung (Trimpfoti xS, in der Mitte).

Firmware

Die Firmware wurde unter der Entwicklungsumgebung Atmel Studio geschrieben. Am Anfang steht die Definition der Ausgänge: clockPin, dataPin und resetPin. Die Eingänge wurden busyPin und sensorPin benannt (siehe Quellcode [2] und Flussdiagramm in **Bild 4**). Nachdem die I/O-Leitungen konfiguriert sind, setzt die Firmware das SD-Modul zurück, indem clockPin und resetPin auf High gelegt werden und anschließend ein 5 ms breiter Low-Impuls an resetPin erscheint. Nach einer 300 ms langen Pause wird die im EEPROM des Mikrocontrollers abgelegte Anzahl der Klangdateien gelesen und der Variablen voiceAmount übergeben. Wenn der Wert 0 (keine Datei) oder größer als 512 ist (Maximum), wird voiceAmount auf den Standardwert 21 gesetzt.

Ist dies geschehen, blinken die LEDs einmal, dann wartet die Firmware auf die erfolgreiche Initialisierung des PIR-Näherungssensormoduls, sie kann bis zu einer Minute dauern. Während dieser Zeit generiert das Modul vier Impulse, bei denen die LEDs aufleuchten. Der erste Impuls signalisiert den Beginn der Initialisierung, die drei übrigen Impulse den Abschluss.

Wenn die Firmware während dieser Zeit erkennt, dass Jumper JP2 auf Voice Scan gesteckt ist, wartet sie 15 s, bis sie die Subroutine scanVoice startet. Diese Subroutine zählt die Anzahl der Klangdateien auf der SD-Karte, wie bereits beim Geräusch-Modul beschrieben. Die LEDs blinken mehrmals, um den Scan-Start zu signalisieren.

In scanVoice wird zuerst die Variable voiceAmount auf 0 gesetzt. Anschließend werden die Geräusch-Dateien der Reihe nach ange-

spielt, jeweils nach 2 s wird das Signal an busyPin abgetastet. Liegt busyPin auf High, dann ist die Datei vorhanden. Das Anspielen stoppt, und voiceAmount wird um Eins erhöht. Falls busyPin nach 2 s auf Low liegt, existiert die Datei nicht. Die Prozedur wird abgebrochen, und der aktuelle Wert von voiceAmount wird im EEPROM des Mikrocontrollers gesichert. Nach dem Scannen blinken die LEDs noch so lange, bis Jumper JP2 umgesteckt ist. Das Scannen kann nur unmittelbar nach dem System-Reset eingeleitet werden, also während der Initialisierung des PIR-Näherungssensor-Moduls. Wenn der Scan-Vorgang weniger als eine Minute dauert, wird eine Wartezeit von einer Minute empfohlen, bevor der Jumper zurückgesteckt wird. Anderenfalls spielt die Firmware eine Datei ab, sobald die Initialisierung des Moduls abgeschlossen ist. Nach der Initialisierung des PIR-Näherungssensor-Moduls oder dem Scannen der Dateien verzweigt die Firmware in eine Warteschleife. Wenn jetzt der Näherungssensor eine Bewe-

gung erkennt, legt er die Leitung sensorPin auf High. Das hat zur Folge, dass die Funktion playVoice eine willkürlich ausgewählte Datei abspielt.

Die Subroutine playVoice setzt zuerst clockPin für etwa 2 ms auf Low, um die Übertragung der Daten zu starten. Anschließend wird ein 2 Byte langer Datenstring zum Geräusch-Modul gesendet. Dann geht dataPin auf High, und die Firmware kehrt in die Hauptschleife zurück. Es folgt eine Wartezeit vom 200 ms, um dem Geräusch-Modul Gelegenheit zu geben, busyPin auf High zu setzen, was das Abspielen einer Datei signalisiert. Die Firmware bleibt so lange in einer Warteschleife, bis busyPin nach Low zurückkehrt. In der Warteschleife, also während des Abspielens, flackern die LEDs mit der Frequenz 5 Hz.

Aufbau

Für unseren Halloween-Spukgenerator haben wir eine Platine entworfen, **Bild 3** zeigt das Layout. Auch junge Leser mit noch wenig

Stückliste

Widerstände:

R1 = 100 Ω
 R2,R4,R5,R7 = 10 k
 R3 = 10 Ω
 R6 = 1 k
 P1 = 10 k Trimpoti

Kondensatoren:

C1,C6,C7 = 100 µ/50 V stehend, RM 3,5 mm
 C2,C3,C4 = 100 n, RM 5 mm
 C5 = 47 n, RM 2,54 mm

Halbleiter:

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

Außerdem:

K1,K6 = Kabelanschlussklemme 2-polig, RM 5,08 mm *
 K2,K3 = Stiftkontaktleiste 8-polig, RM 2,54 mm
 K4 = Stromversorgungsbuchse 2,1 mm für Platinenmontage *
 K5 = Stiftkontaktleiste 3-polig abgewinkelt, RM 2,54 mm
 K7 = Stiftkontaktleiste 2 · 3-polig, RM 2,54 mm
 JP1,JP2 = Stiftkontaktleiste 3-polig,

RM 2,54 mm, mit Jumper
 Lautsprecher 8 Ω/0,3 W, Durchmesser 20 mm (z. B. Kingstate KDMG20008)
 PIR-Sensormodul HC-SR501
 Tonmodul WTV020M01-SD-16P mit Einschub für SD-Karte
 SD-Speicherkarte 1 GB
 IC-Fassungen DIP-8 für IC1 und IC4
 Platine 150452-1
 oder
 Baupaket mit sämtlichen Bauteilen einschließlich Platine, PIR-Sensormodul, Tonmodul und programmiertem Mikrocontroller: 150452-71

* Abhängig vom Anschluss der Betriebsspannung muss entweder K1 oder K4 montiert werden.

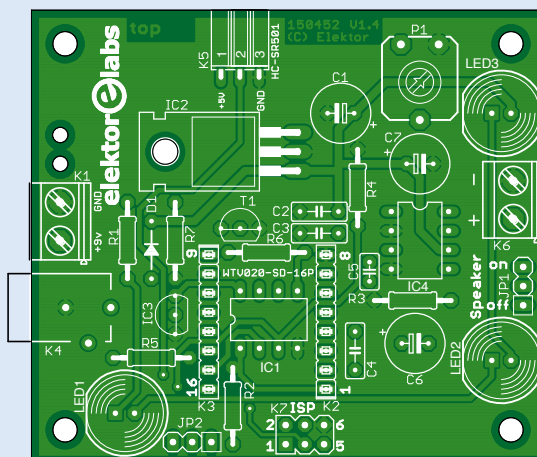


Bild 3. Mit der Platine ist der Spukgenerator schnell aufgebaut.

Löterfahrung schaffen den Aufbau spielend, denn alle Bauelemente sind bedrahtet, sie lassen sich unkompliziert montieren. Außerdem haben wir ein Baupaket zusammengestellt, das alles enthält, was für den erfolgreichen Aufbau nötig ist: Platine, passive und aktive Bauelemente, programmierter Mikrocontroller ATtiny 85, Mini-Lautsprecher, PIR-Modul und Geräusch-Modul mit Micro-SD-Speicherkarte (1 GB). Nur den hohlen Kürbis oder ein anderes für Halloween geeignetes, lichtdurchlässiges Behältnis muss der Erbauer selbst beschaffen. Beginnen Sie auf der Platine mit der Montage der kleinen Bauelemente. Kabelklemme K1 entfällt, wenn Stromversorgungsbuchse K4 montiert wird, K1 ist deshalb im Baupaket nicht enthalten. Für den Mikrocontroller ist eine Fassung vorgesehen, damit er gegebenenfalls leicht ausgetauscht werden kann. Die LEDs sind senkrecht, gerade oder abgebogen, auf der Platine montierbar, oder sie werden über Verlängerungsdrähte mit etwas Distanz angeordnet. Der Ort hängt von der Lichtverteilung ab, mit der die LEDs im hohlen Kürbis leuchten sollen. Der ATtiny85 im Baupaket ist natürlich einsatzfertig programmiert. Falls Sie selbst ein Exemplar programmieren möchten, können Sie den Source- und Hex-Code frei von der Elektor-Projektseite [2] herunterladen. Die nächsten zu montierenden Komponenten sind das Geräusch-Modul (K2/K3) und das PIR-Sensor-Modul (K5). Achten Sie unbedingt auf die korrekte Richtung, wenn Sie die Module auf die Platine stecken. Die Kerbe am Geräusch-Modul muss zum Anschluss 1 von K2 zeigen. Das PIR-Sensor-Modul stecken Sie so auf, dass es auf der Bestückungsseite aus der Platine ragt.

Auf der Micro-SD-Karte müssen nun noch die Geräusche gespeichert werden. Stecken Sie die Karte in einen Kartenleser, schließen sie ihn an Ihren PC an und kopieren Sie die 21 Audio-Dateien 0000.ad4...0020.ad4 auf die Karte. Die Dateien finden Sie im ZIP-Archiv des Downloads auf der Projektseite [2]. Natürlich können Sie auch eigene Geräusche oder Klänge speichern, die notwendigen Schritte haben wir bereits beschrieben. Der Lautsprecher wird an K6 angeschlossen, Jumper JP1 wird auf ON und Jumper JP2 auf die Position neben LED1 gesteckt. Drehen Sie Trimpoti P1 in Mittelstellung und schließen Sie den Ausgang des Steckernetzteils an K4 an (8...12 V, mindestens 500 mA, Plus am Mit-

telstift). Wenn Sie die Geräuschdateien von der Projektseite [2] kopiert haben, ist der Spukgenerator einsatzbereit. Nach der Initialisierung, die bis zu einer Minute dauern kann, können Sie den PIR-Näherungssensor durch eine Bewegung mit der Hand auslösen. Jetzt müssen die LEDs blinken, und das Geräusch-Modul spielt eine willkürliche Datei ab. Beim Einsatz eigener Geräusch-Dateien muss zuerst eine Scan-Prozedur durchgeführt werden, wie sie bereits beschrieben wurde. Bleibt nur noch der Einbau in den hohlen Kürbis, bei dem die LEDs auch die Augen und die Nase des Gesichts verzieren können.

Wir wünschen Ihnen gutes Gelingen und natürlich jede Menge Spaß!

Wenn Halloween vorüber ist und nicht mehr gespukt wird, bricht die besinnliche Weihnachtszeit an. Mit Weihnachtsmelodien auf der Speicherkarte wird aus dem Spukgenerator eine Spieluhr. Der hohle Kürbis hat ausgedient, jetzt ist eine stilvolle Hülle gefragt, die dem Weihnachtsfest angemessen ist.

(150452)gd

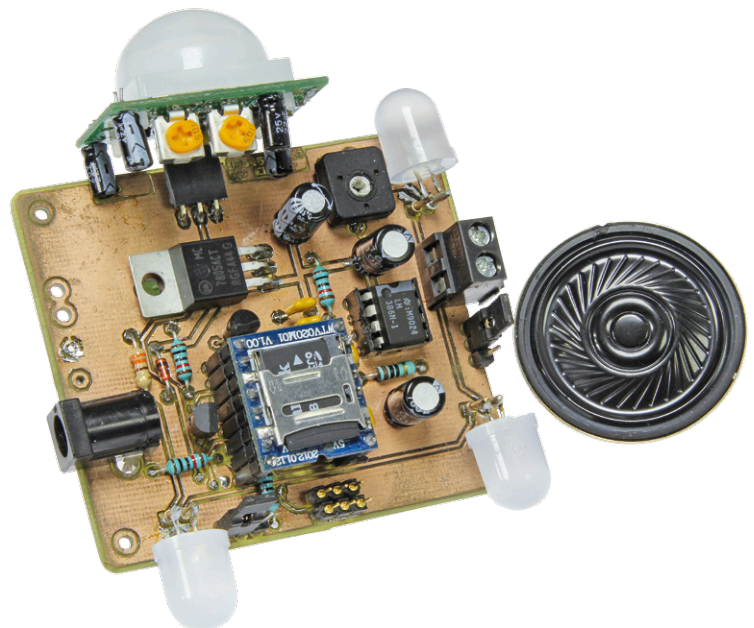
Weblinks

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

[2] www.elektormagazine.de/articles

Bausatz im Webshop:

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



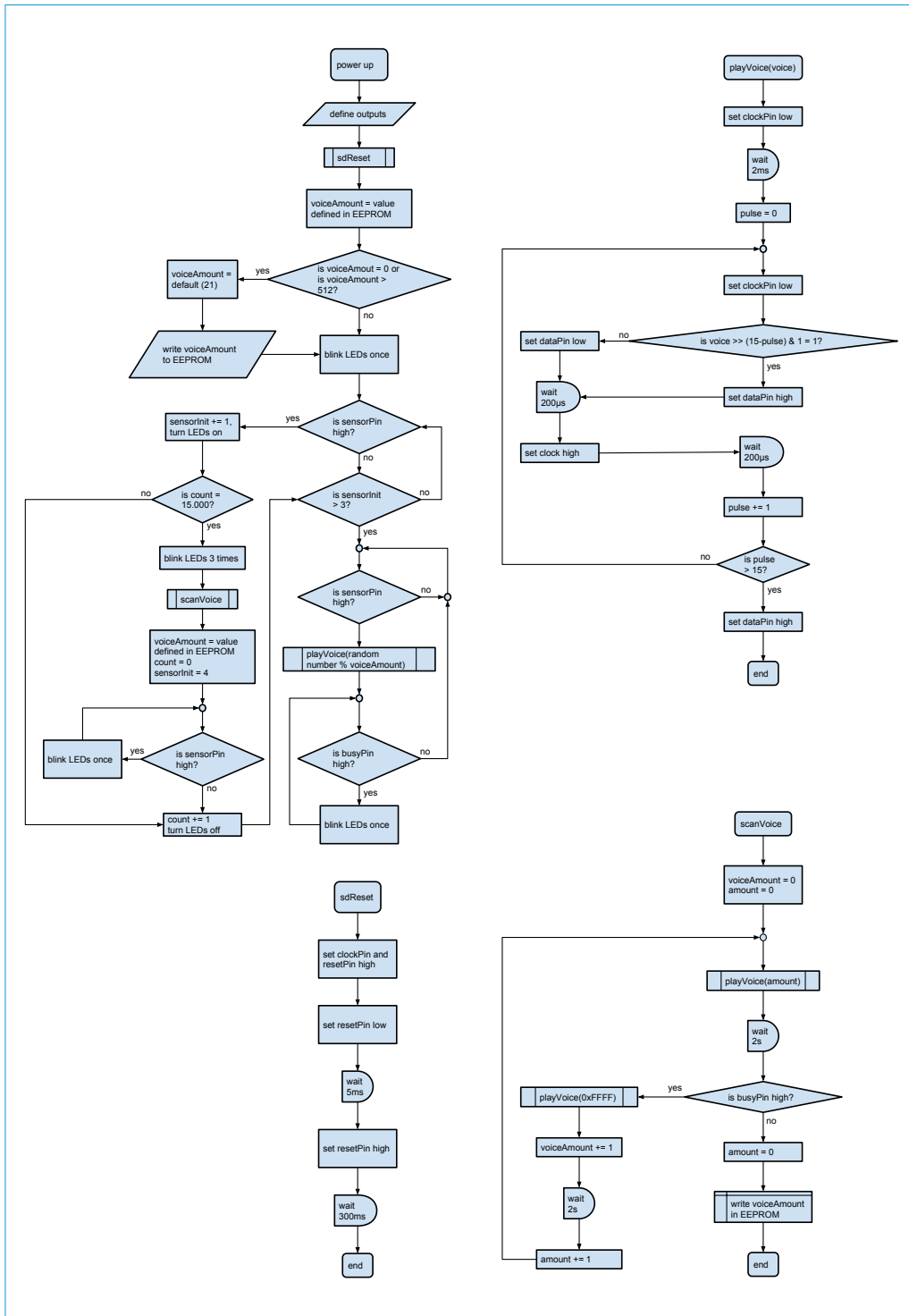


Bild 4. Flussdiagramm der Firmware.