

Neues vom Ambiente-Design

Von Nothart Rohde / November 2003

-1-

Unsere unnatürliche Welt wird gerne mit künstlicher Natur aufgehübscht. Plastikpflanzen, leise Stimmungsmusik, digitale Bilderrahmen, künstliches Kaminfeuer, Lichter für den Garten. Die Liste ist endlos. Mit der Einführung der C-MOS-Schaltkreise gab es einen gewissen Boom bei kleinen Synthesizern, inzwischen sind die Vorschläge aber selten geworden. Dabei ist es nicht immer notwendig, mit 24 bit digitalisierte Soundkonserven via PC in einen Speicher zu laden und dann die Endlosschleife zu starten.

Bleibe noch die Frage, ob man die vielen preisgünstigen Solarlichter auch für andere Zwecke nutzen könnte.

Soundgeneratoren, nicht nur für die Modellbahn, haben eine lange Tradition. Stand der Technik ist heute, für fast jede Anwendung Geräusche zu sampeln und dann aus einem Speicher wiederzugeben. Das geht bis zum digitalisierten Musikinstrument. Aber gerade dort hört man von neuen Varianten, die die Klänge nicht sampeln, sondern berechnen. Mit einem DSP geht ja heute so manches. Ob das die Rückkehr zum guten, alten "Moog" ist, kann man bezweifeln. Jedenfalls ist es offensichtlich, dass es beim Sampeln prinzipielle Problem gibt, etwa das unmerkliche Anstückeln des abgespielten Datensatzes an seinen Anfang. Bei der Erzeugung von Sprache und der Simulation von Musikinstrumenten kämpft man mit den Formanten. Das sind Resonanzen, die immer mitschwingen und von der Tonhöhe unabhängig sind. Der Mundraum erzeugt solche Effekte. Ein gesampter Ton klingt daher schnell unnatürlich, wenn man ihn mit falscher Geschwindigkeit zu Gehör bringt.

Samplen ist einfach und es geht manchmal auch nicht anders. Aber eigentlich ist es uninteressant, weil es ein Verfahren für die Dummen ist. Es hat doch mehr Reiz, zu verstehen, wie ein Geräusch erzeugt wird, es modellmäßig nachzubauen und sich dann zu freuen, weil man das Prinzip verstanden hat. Das geht natürlich nicht immer, ist vielleicht aufwändig oder klingt schlecht. Eben wie bei künstlichem Aroma, dem man den billigen Bonbongeschmack austreiben muss.

Klätzlich gescheitert ist kürzlich der Versuch, einen kleinen Bachlauf oder das Rauschen eines halb geöffneten Wasserhahns, der eine Tasse füllt, mit einfachen Mittel nachzubilden. Das Nachmessen mit Mikro und Oszilloskop zeigt, dass das Signal recht schlicht daherkommt. Man sieht die Überlagerungen von kurzen Schwingungen mit einem gewissen Rauschanteil. Setzt man die Schallgeschwindigkeit in Luft und im Wasser mit dem Durchmesser der Tropfen und Blasen ins Verhältnis, so führt das zu hohen, nicht hörbaren Frequenzen. Was man also hört, ist wohl eher die Bewegung der Oberfläche.

Man kann diese Erkenntnis nachbilden, indem man einen kurzen Puls auf ein möglichst schmales Bandfilter von einigen kHz Mittenfrequenz gibt. Das ist durchaus der tropfende Hahn und es klingt noch echter, wenn man die Frequenz des Filters während der Schwingung etwas verändert. Mit höherer Tropfenfrequenz, sei sie periodisch oder zufällig verteilt, hört man dann alles Mögliche, nur nicht den geplanten Sound. Tja, wer jetzt einen Bach simulieren möchte, weil das eigene Grundstück schon hinter der Terrasse endet, wird wohl samplen müssen. Blicke das Problem des Anstückelns. Vielleicht kann man den Knack mit dem periodischen Quietschen des Mühlrades überdecken.

Prima simulieren lassen sich Töne, die quasi digital erzeugt werden, und von Heuschrecken und Zickaden stammen. Plötzliches Einsetzen, konstante Lautstärke und so hohe Frequenzen, dass man sich um die Kurvenform kaum noch kümmern muss, machen es uns leicht. Töne, zu denen das definierte An- und Abschwellen gehört, sind wesentlich schwieriger zu erzeugen, wenn sie wirklich natürlich klingen sollen.

Bei guter Auslegung kann es durchaus vorkommen, dass man den Schraubenzieher holen möchte, weil die Lautstärke nicht stimmt, und dann feststellen muss, dass nur ein natürlicher Kollege mitgezirpt hat. Zu dieser Auslegung gehört allerdings eine gewisse Veränderung in der Zeit für Aktivität und Pause, eine merkliche Modulation oder Instabilität des Tones und bei schwankender Versorgungsspannung eine definiert Abschaltung.

Bild 1 zeigt ein Schaltungskonzept für zirpende Insekten. Zentraler Tongenerator ist ein Oszillator mit dem Gatter G1, das eine Hysterese hat, und den beiden Bauteilen R1 und C1.

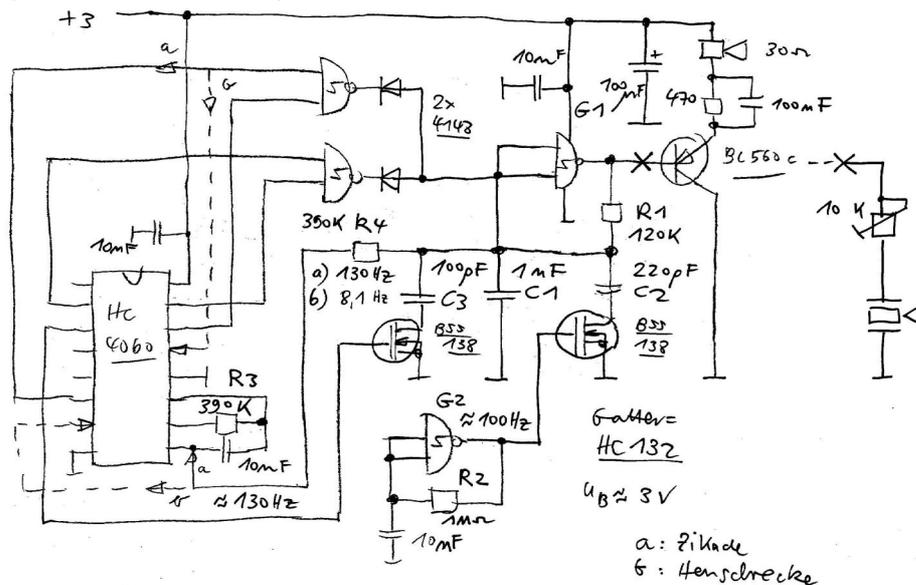


Bild 1 Ein erprobter Synthesizer für zirpende Insekten. Unterschieden werden im Musteraufbau zwei unterschiedliche Geräusche, die man mit Zikade und Heuschrecke beschreiben kann.

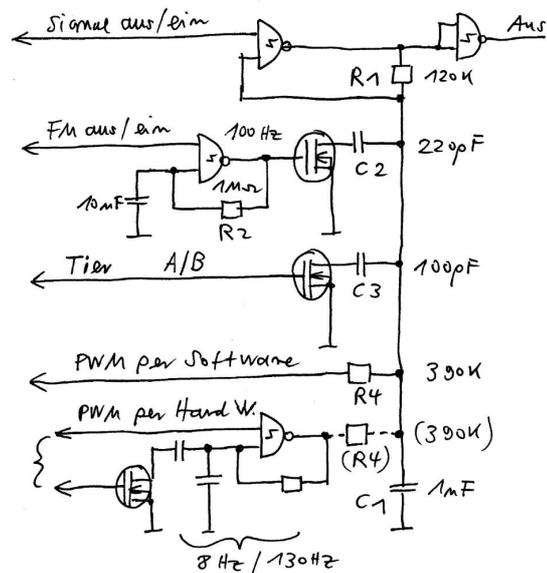
Ohne weitere Beschaltung dieser 3 Bauteilen liegt die Tonhöhe bei etwa 7,5 kHz und das Tastverhältnis ist etwa 1:1. Da die Hysterese vom Fabrikat des Bausteins abhängen kann, sollte man hier einen Vortest machen und R1 gegebenenfalls ändern. Das gilt prozentual dann auch für R2 und sinngemäß für R4.

Als erste Verwischung des technischen Klangs dient eine Pulsweitenmodulation (PWM), für die über R4 eine zweite Frequenz zugeführt wird. Damit wird die Schaltschwelle von G1 verschoben und das Tastverhältnis periodisch zwischen 1:2 und 2:1 umgeschaltet. Die mittlere Frequenz sinkt dabei leicht, auf etwa 6,3 kHz. Die Frequenz zur Modulation ist höher für das Schwirren von Zikaden und tiefer für das deutliche Schaben einer Heuschrecke. Die restliche Anmutung von Technik wird dem Geräusch mit einem dritten Oszillator ausgetrieben, rund um G2, der eine dauernde, leichte Frequenzmodulation erzeugt, um etwa $\pm 8\%$. Der zusätzliche Kondensator C2 senkt die Frequenz auf etwa 5,6 kHz.

Allererste Wahl beim Lautsprecher ist eine Piezoausführung mit einer Resonanzfrequenz, die zum Ton passt, möglichst mit 5 kHz. Es gibt auch Breitbandausführungen, die sich etwas besser anhören. Ein kleiner elektromagnetischer Lautsprecher mit mindestens $30\ \Omega$ ist ebenso denkbar, führt aber zu deutlich mehr Stromverbrauch, wenn man natürliche Lautstärke fordert. Im Schaltbild sind beide Varianten eingetragen.

Geräusch und Pausen sind ungleichmäßig verteilt. Den Ablauf erzeugt ein Zählerbaustein Typ HC4060 mit den restlichen beiden Gattern und mit zwei Dioden. Da die Periode des Zählers sehr lang ist, kann für gewisse Zeiten ein tierischer Kollege simuliert werden, indem die Frequenz des Hauptoszillators über C3 leicht abgesenkt wird. Insgesamt hat das erzeugte Geräusch dann einen Schwerpunkt bei 5,2 bis 5,6 kHz, denn einen Ton kann man es nicht mehr nennen.

Die Schaltung wurde im Experiment mit verschiedenen Testhörern ermittelt. Das ist natürlich auch eine Frage des persönlichen Geschmacks. Für mehr Abwechslung ist es möglicherweise sinnvoll, zur Steuerung einen kleinen Prozessor einzusetzen und nur die verkoppelten Oszillatoren extern aufzubauen. Wie das aussehen könnte, zeigt das nebenstehende **Bild 2**.



Grillen gibt es auch im Haus, mitunter im Keller, und sie heißen Heimchen. Sie sind harmlos und leben vom Staub oder irgendwelchen Krümeln. In einem größeren Haus wird aber bald der Hausmeister auftauchen und Gift streuen. Bevor er auch den Stecker zieht, sollte man sich für die Schaltung eine natürlichere Umgebung suchen, den Außenbereich. Da dort meist kein Strom vorhanden ist, fällt der Blick auf die vielen solar betriebenen Gartenlichter. Ob man da einen Unterschlupf finden könnte ?

Bild 3 zeigt das Innenleben eines käuflichen Gartenlichts. Man muss vermuten, dass alle ähnlich aufgebaut sind. Es fällt zunächst auf, dass nur diskrete Bauteile verwendet werden. Das kennt man auch von Schaltnetzteilen aus Fernost. Es ist wohl die billigste Lösung und man ist unabhängig von Lieferanten.

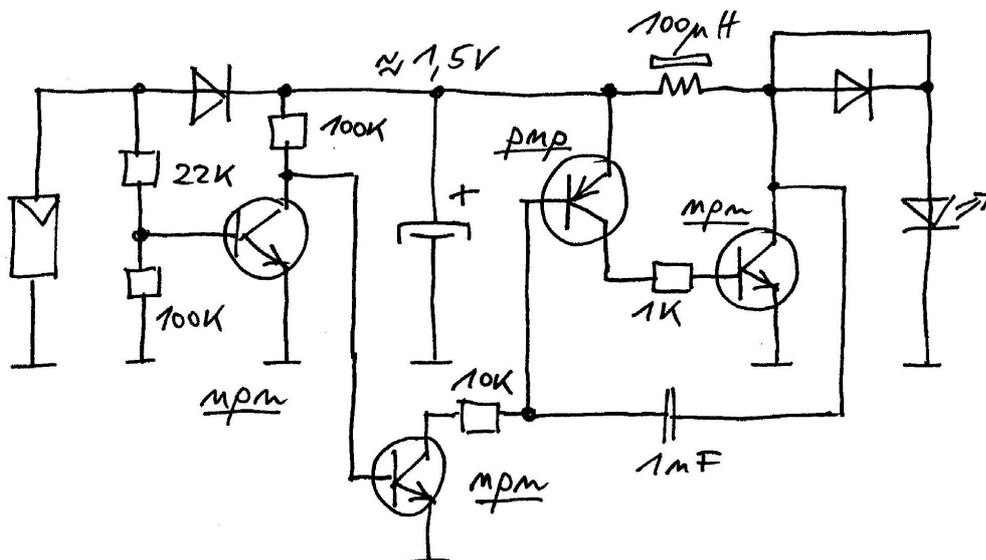


Bild 3 Das Innenleben eines Gartenlichtes aus dem Baumarkt.

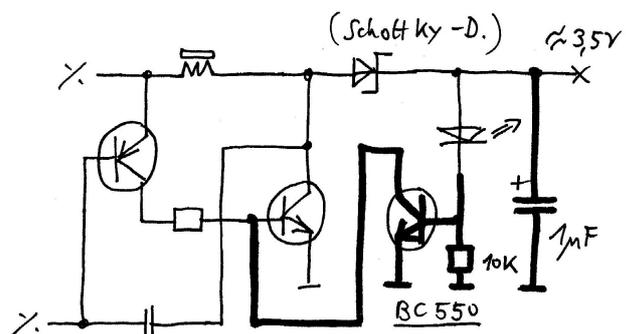
Man sieht zunächst das Solarelement, mit interner Reihenschaltung mehrerer Einzelelemente, dann folgt eine Ladeschutzdiode und dann ein NiMH-Akku mit 900 mAh, Format Mignon. Ein Transistor sperrt bei kleiner Spannung am Solarelement und nach Logischer Invertierung mit einem zweiten Transistor wird ein Wandler gestartet. Die hier gefundene Anordnung hätte man 1965 in der Literatur als Blinkschaltung bezeichnet, wenn man den Kondensator durch einen Elko und die Drossel durch ein Lämpchen ersetzt. Die neue Variante schwingt mit etwa 150 kHz und ist ein Sperrwandler für die notwendige Spannungstransformation. Dazu schaltet der letzte Transistor die Drossel periodisch nach Masse und beim Sperren wird die in der Drossel gespeicherte Energie als Überspannung an den Verbraucher abgegeben. Im vorliegenden Fall fand sich, allerdings gebrückt, auch die für den Sperrwandler übliche Diode. Bei einer LED als Last ist sie nicht nötig.

Soll der Solarspeicher anders verwendet werden, sind gewisse Dinge zu berücksichtigen, sonst leidet die Lebensdauer. Zunächst muss man hoffen, dass die Schaltung so dimensioniert wurde, dass starke Sonne den Akku nicht überladen kann, denn dagegen ist er nicht geschützt. Andererseits muss die gespeicherte Ladung in der Nacht komplett entnommen werden, bis auf eine Restspannung knapp unter 1 Volt. Auch das scheint gegeben zu sein, müsste aber bei einer anderen Last geprüft werden. Wer also, nur als Beispiel, sein Gartenlicht mit einer Schaltuhr ausstatten möchte, muss möglicherweise eine Ersatzlast zuschalten.

Am kritischsten ist der Wandler als solcher, denn ohne Last steigt seine Spannung ins Grenzenlose und im abgeschalteten Zustand liegt immer noch die Akkuspannung am Ausgang, die allerdings nicht für die LED reicht. In diesem Schaltungsbereich muss man also neu konstruieren, wobei die Kriterien für die korrekte Entladung eingehalten werden sollten. Für Umbauten ohne Schaden muss man das Solarelement kurzschließen und den Akku entfernen.

Man könnte die Schaltung komplett durch ein Wandler-IC ersetzen, wenn es für Spannungen bis unter 1 Volt geeignet ist. Dafür gibt es inzwischen eine gewisse Auswahl bei den Herstellern. Es geht aber auch einfacher. Baut man die erwähnte Diode ein oder aktiviert sie wieder, könnte man einen Elko parallel zur LED legen und an ihr eine Gleichspannung abgreifen. Möglicherweise reicht aber die Leistung des Wandlers nicht für zwei Verbraucher oder der Akku ist schnell erschöpft. Auch wird die Helligkeit dauernd schwanken. Man kann aber ebenso die vorhandene LED nur noch als Zenerdiode verwenden und mit einem zusätzlichen Transistor die Aktivität des letzten Transistors regulieren. **Bild 4** zeigt diese Variante. Verzichtet man auf den Lichteffekt, hat man mehr Platz für die Elektronik und muss nur darauf achten, dass kein Regen in den Lautsprecher läuft. Ordentlich Schutzlack auf den Teilen dürfte in jedem Fall zweckmäßig sein, denn Outdoor-Elektronik hat so ihre Tücken.

Bild 4 Zusätze zur Schaltung nach Bild 3, wenn das Solarlicht zur allgemeineren Stromversorgung genutzt werden soll. Die LED dient dann nur als Zenerdiode.



Eine ganz andere tierische Lösung wäre, die weiße LED ohne sonstige Umbauten durch einen Satz blaugrüne, cyanfarbige zu ersetzen und damit Glühwürmchen zu simulieren, die Art, die am Boden oder in Zweigen sitzt. Sie blinken bei uns nicht und brauchen demnach keine weitere Elektronik. Elektrisch schaltet man sie einfach parallel. Zweckmäßig ist, die einzelnen Kollegen mit etwas Kabel von der zentralen Versorgung abzusetzen, etwa mit Koaxialkabel RG174, das schwarz und dünn ist. LED mit kurzen Drähten anlöten und das ganze Ende zur Versiegelung komplett in Epoxidkleber tauchen.