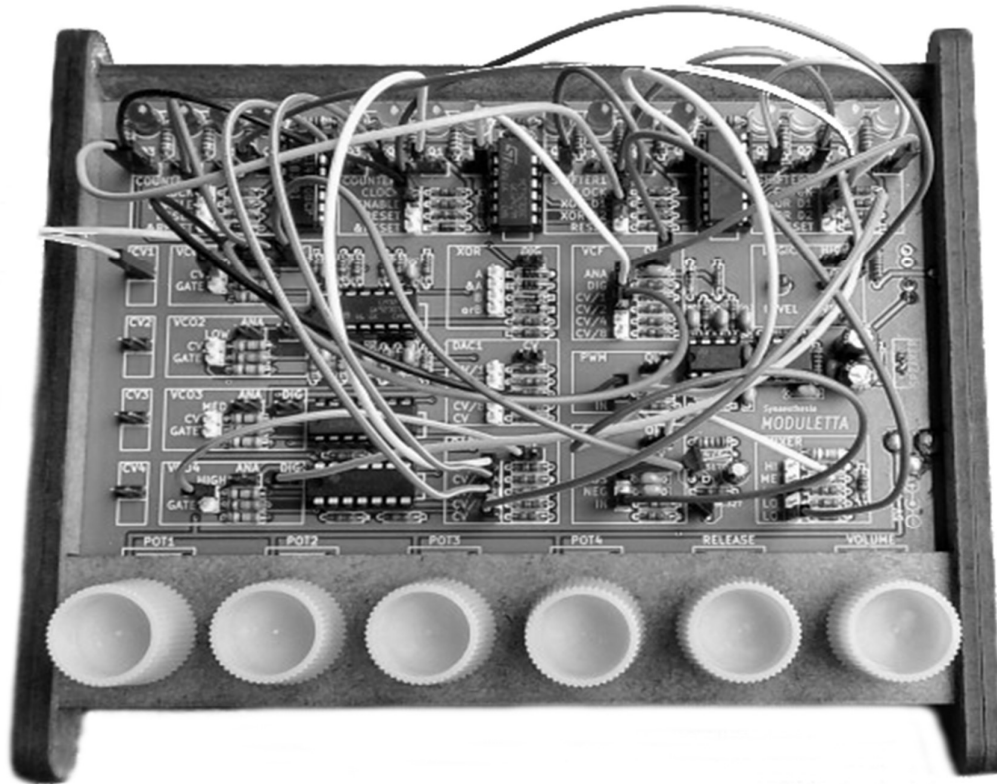


1 The Moduletta



The Moduletta is a cross-over between a modular synthesizer and a Lunetta circuit for experimental sound generation.

Modular Synthesizers are electronic musical instruments made from a variety of different circuits (modules) for the generation of electronic sounds. An essential feature of analog modular synthesizers is that these modules are voltage controlled. A control voltage (CV) can be placed for example on the input of an oscillator, so that a change in voltage results in a change of the generated frequency.

A Lunetta is an electronic musical instrument which is composed primarily of CMOS chips, which implement logic devices such as gates or counters. Frequently occurring elements in Lunetta circuits are, for example, shift registers, counters as a frequency divider, and digital to analogue converters for simple melody generators. Occasionally the CMOS components used are operated in the linear mode to replace operational amplifiers. The Moduletta mixes both design ideas and combines logic circuits with operational amplifier where it makes sense.

2 Connectors and controls

2.1 Barrel connector

The barrel connector (5.5mm x 2.1mm) is used to connect the operating voltage. The Moduletta is designed for operating voltages in the range 5-9 volts. It is advisable to provide a smoothed operating voltage. The power consumption is low and remains below 100mA. Therefore, a simple power supply will be sufficient. A battery may be used, but is not recommended. While the components used would allow operating voltages up to 12 volts, it should be limited to 9 volts so that the VCO keep operating reliably.

2.2 Audio jack

The 3.5mm output jack is intended for connecting to other devices or a headset. Please lower the volume before use. The signal output level at full volume can be as high as the operating voltage.

2.3 Potentiometer

There are six potentiometers at the lower edge of the Moduletta. The first four on the left (POT1 to POT4) are connected so as to provide a control voltage (0 volts to operating voltage) available at the outputs CV1 to CV4. The fifth potentiometer (RELEASE) is used to control the decay time of the envelope generator. The rightmost potentiometer (VOLUME) adjusts the volume of the amplifier.

2.4 LEDs

At the top there are four groups of four LEDs showing the states of the counters and shift registers. If one of the LED glows, it indicates that a logical '1' (LOGIC:HIGH) is located at this point. Otherwise it is a logical '0' (LOGIC:LOW) .

3 Betrieb

The modules of Moduletta can be combined in various ways to create interesting circuits for producing sound. As with a modular synthesizer, the modules are not hard-wired , but can be combined in almost any way by plug connections. Modular synthesizers use expensive patch cables for that. The Moduletta simply uses pin headers connected by Dupont cables. There is one important rule that must be adhered to:

Always connect an output (on horizontal pin headers) with only an input (on vertical pin headers). Never connect an output with another output.

There are both digital and analog circuit modules. The outputs of these modules are marked accordingly with DIG for digital signals and ANA for analog signals. The inputs of the COUNTER and SHIFTER modules should only be connected to digital outputs to function properly. They can stand analog input signals, but likely will not work correctly then.

To allow connecting one output simultaneously to two different inputs, all the outputs are duplicated. The horizontally adjacent pins always provide the same signal.

In order to hear something, at least some module output must be connected to the mixer. As an input to the MIXER both digital and analog signals are allowed. Since digital signals are much louder, it is advisable to connect them to the LO inputs.

With that in mind, you can otherwise combine and experiment freely. Some interesting patches (that is what a set of connections is called for a modular synthesizer) can be found at the end of this document.

4 Assembly

4.1 Modifications

Please consider before assembling:

1. Since the LEDs have different forward voltages , they require different resistors. There are four red , then four green , then four blue and four yellow LEDs. You can change the order of the colors , but you need to change the resistors accordingly. The LEDs provided in the workshop will need the following resistor values: Red:2K2 , Yellow:2K2 , Green:1K , Blue:4K7.
2. It is recommended to use different colored headers for the vertical and horizontal pin rows:one color for all inputs and another for all outputs. Please consider in advance what color it should be , and choose two 40-pin headers for each of the desired colors.

4.2 Assembly steps

If a wrong component was soldered to the board and needs to be removed, please get some help. The thin wires of the PCB can easily be damaged when a component is removed forcefully.

You should complete the board in the following order:

1. Solder all resistors. The values are printed on the board. See the Errata for exceptions.
2. Solder all diodes. Pay attention to the polarity. All diodes are the same.
3. Solder the IC sockets. The notch should be on the same side as specified on the circuit board.
4. Solder all capacitors. The values are printed on the board.
5. Solder the transistors. The values are printed on the board. It is ok to leave long connection wires here. Do not solder for a long time as the heat might destroy the transistor otherwise. See the Errata for a change related to the BS170.
6. Solder the LEDs. Pay attention to the polarity. The flat side of the housing points to the left. Only solder one connection first, then easily press and reflow the solder again so that the LED aligns with the others. Do not solder for a long time as the heat might destroy the LEDs otherwise.
7. Break the pin headers to the desired length and solder them. Please collect the remaining pin headers for later use.
8. Finally, solder the barrel plug and the audio jack on the backside(!) of the circuit board.
9. Assemble the potentiometer bank and the housing.
10. Insert the ICs with the notch in the same direction as for the socket. If you can not see the label on the board, take a look at the attached diagram.

5 Test

VCOs	Connect CV1 to VCO1:CV and VCO1:ANA to MIXER:LO. Turn POT1 and change the volume. There should be a tone at the speaker. Do the same for VCO2 to VCO4.
COUNTER, SHIFTER	Connect VCO1:DIG to COUNTER:CLOCK and SHIFTER:CLOCK. Connect LOGIC:LOW to the two SHIFTER:XORD1 inputs. All LEDs should light up.
ENV	Connect CV1 to VCO1:CV, CV2 to VCO2:CV, VCO1:DIG to ENV:POS, VCO2:ANA to ENV:IN, ENV:OUT to MIXER:LO. Change the release potentiometer. A repeating tone with variable length should be generated.
PWM	Connect CV1 to VCO1:CV, CV2 to VCO2:CV, VCO1:ANA to PWM:CV, VCO2:ANA to PWM:IN, PWM:OUT to MIXER:LO. Turn POT1 almost completely to the left. A tone with a slowly changing timbre should be generated.
VCF	Connect CV1 to VCO1:CV, CV2 to VCO2:CV, VCO1:ANA to VCF:CV, VCO2:ANA to VCF:IN, PWM:OUT to MIXER:LO. Turn POT1 almost completely to the left. A tone with a slowly changing timbre should be generated.

6 Module descriptions

6.1 CV

Four control voltages (CV1 to CV4) are available which can be controlled with the potentiometers (POT1 to POT4) continuously between 0 volt and operating voltage. In addition, there is a fixed medium voltage level (1.8 volts) available at the output LEVEL:VREF .

6.2 VCO

Four voltage controlled oscillator are available. To generate a frequency, at least the CV input must be connected. The higher the control voltage at the input CV , the higher the frequency generated at the outputs ANA (for analog) and DIG (for digital). VCO1 has the lowest and inaudible frequency range specifically for slow signals to control the pace of sound generation. VCO2 to VCO4 generate frequencies in the audible range. VCO4 has the highest frequency range. The signal at the ANA outputs is a symmetrical triangle wave with an amplitude of about 50 % of the operating voltage. The signal at DIG outputs is a symmetrical square wave with the operating voltage as an amplitude. Furthermore, there is a GATE input for all VCOs. As long as there is a low voltage (for example LOGIC:LOW) at this input, the oscillator is stopped and the sound breaks off.

6.3 COUNTER

There are two binary modules available. To operate, at least the CLOCK input must be connected. Furthermore, there are the inputs ENABLE, RESET and &RESET .

If the ENABLE input is not connected, or if you put a high voltage (for example LOGIC: HIGH) at the input, the counter counts on every rising edge of the input CLOCK by one position. The values are available at the outputs Q0 to Q3. If you apply a low voltage (eg LOGIC: LOW) to ENABLE, the counter will stop counting.

If you apply a high voltage (for example LOGIC: HIGH) at input RESET , the counter is reset to 0. Only when a low voltage (eg LOGIC: LOW) or is applied, or the input is left unconnected, the counter will count.

In addition, when both inputs RESET and &RESET are used, their states will be logically combined by an AND operation first. The counter then will be reset only when both inputs are at logic HIGH.

6.4 SHIFTER

Two shift register modules are available. To operate them , at least the CLOCK input must be connected. At each positive pulse at the CLOCK input, the content of the shift register is shifted one position to the left and the inverted value from input XORD1 is stored in Q0. The resulting values are available at the outputs Q0 to Q3 .

There are also the inputs XORD1, XORD2 and RESET. If both inputs XORD1 and XORD2 are connected, the result of an XOR operation on thiose two is transferred into the shift register.

As long as a high voltage (for example LOGIC:HIGH) is connected to the RESET input , the content of the shift register is cleared. Only if a low voltage (eg LOGIC:LOW) is applied, the shift register will shift its contents .

6.5 XOR

Here there are the inputs A, &A, B and orB that can be used for several logic operations. If you

connect the inputs A and B, there will be the result of an XOR operation at the output DIG. If only inputs A and &A, it will be the result of an AND operation. When connecting inputs B and orB, it will be the result of an OR operation. You can connect all four inputs and will get the result of the logical term (A AND &A) XOR (B OR orB).

A	B	C	D	A&B	C D	A&BxC	AxC D	A&
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	1	1
0	0	1	0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	1
0	1	1	1	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1	1	0	1
1	0	1	1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	0	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0	0
1	1	1	0	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	1	0	0	0

6.6 DAC

Two digital to analog converter (DAC) are available. Typically, an R2R ladder is used for a conversion from digital to analog voltages. The Moduletta makes it a little easier with a resistor network, where all resistors have values proportional to powers of two. By applying digital signals to the inputs CV/1 to CV/8 sixteen distinct voltage levels between 0 volts up to the operating voltage can be generated. The higher the binary value at the inputs, the higher the control voltage generated. An optional fifth input CV is weighted like CV/1 and can be used to add an additional offset to the output. It can be connected to one of the analog outputs of another module or to a fixed voltage like LOGIC:HIGH , LOGIC:LOW or LEVEL:VREF .

6.7 VCF

This module provides a voltage-controlled resonant low-pass filter (VCF). Any (audible) analog signal can be connected to input ANA. Digital signals should be connected to the input DIG. One or more control voltage has to be connected to the CV inputs. The filtered signal is then available at output OUT. Depending on the value of the control voltage at inputs CV/1 to CV/8 other frequency bands are filtered out resulting in different effects. This module is useful for audible frequencies from VCOs or high frequency digital signals. At low (inaudible) frequencies, there will be no audible output.

6.8 PWM

This module provides a pulse width modulation (PWM). At the input IN any (audible) signal can be connected. At the input CV a slowly varying control voltage is applied. A modulated signal will be available at output OUT. The higher the control voltage at the input CV, the shorter the pulse width of the output signal. This module is useful for audible frequencies from analog outputs of the VCOs or high frequency digital signals. At low (inaudible) frequencies, there will be no audible output.

6.9 ENV

This module provides an envelope (ENV) generator. If you connect an audible signal to input IN and a changing digital signal to one of the inputs POS or NEG, the signal at the input IN can be heard at output OUT with a variable length. The more you turn the corresponding potentiometer RELEASE to the right, the longer the input can be heard.

The input POS triggers an output at every rising edge (LOW to HIGH) of a digital signal. The same happens for every negative edge (HIGH to LOW) at input NEG. Only digital signals can be applied at the inputs POS and NEG. any signal can be connected to input IN. At low (inaudible) frequencies, there will be no audible output.

6.10 MIXER

This module provides a mixer that is connected to an amplifier for output to the speaker or the headphone connector. Up to five signals can be connected to the five inputs. The signal at the input HI will be heard as the loudest. The signal at the input ME will be heard with medium volume and the signals at the input LO with low volume. Digital signals have a higher amplitude than analog signals and should be connected to the inputs LO.

7 Patches

7.1 Sirene

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1
VCO1:ANA→VCO3:CV	VCO1 steuert die Frequenz von VCO3
VCO3:ANA → MIXER:HI	Die Frequenz von VCO3 wird hörbar gemacht

Die Steuerung eines Oszillators durch einen anderen nennt man Frequenzmodulation. Geschieht dies mit einer sehr kleinen ersten Frequenz, entsteht der typische auf und absteigende Ton einer Sirene.

7.2 Psycho LFO

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1
CV2→VCO2:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO2, fast ganz nach links drehen
CV3→VCO3:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO3, fast ganz nach links drehen
VCO1:ANA→DAC1:CV	Die Kontrollspannung von VCO1 wird gemischt
VCO2:ANA→DAC1:CV/1	Die Kontrollspannung von VCO2 wird gemischt
VCO3:ANA→DAC1:CV/2	Die Kontrollspannung von VCO3 wird gemischt
DAC1:OUT→VCO4:CV	Die Summe der Kontrollspannungen steuert die Frequenz von VCO4
VCO4:ANA → MIXER:HI	Die Frequenz von VCO4 wird hörbar gemacht

Die Ausgänge von drei langsamen Oszillatoren werden zu einer Steuerspannung gemischt. Diese steuert die Frequenz eines vierten Oszillators, der einen scheinbar chaotisch auf- und absteigenden Ton erzeugt.

7.3 Hard Sync

CV2→VCO2:CV	POT2 regelt die Frequenz von VCO2
CV4→VCO4:CV	POT4 regelt die Frequenz von VCO4
VCO2:DIG→VCO4:GATE	VCO2 schaltet Frequenz von VCO4 an und aus
VCO4:ANA→MIXER:HI	Die Frequenz von VCO4 wird hörbar gemacht

Der digitale Ausgang eines Oszillators schaltet einen zweiten Oszillator. Ist die erste Frequenz, welche die zweite Frequenz steuert, niedriger als die zweite, dann wird ein Teil der Schwingung der zweiten Frequenz wiederholt. Ist sie größer als die zweite, wird die Schwingung vor dem Ende abgebrochen. Die irregulären Schwingungen des zweiten Oszillators erzeugen interessante harmonische Klänge.

7.4 Stutter Synth

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1
VCO1:ANA→VCO3:CV	VCO1 steuert die Frequenz von VCO3
CV2→VCO2:CV	POT2 regelt die Frequenz von VCO2
VCO2:DIG→VCO3:GATE	VCO2 unterbricht VCO3
VCO3:ANA → MIXER:HI	Die Frequenz von VCO3 wird hörbar gemacht

Bei einer Unterbrechung eines Oszillators mit niedriger Frequenz entsteht ein pulsierender Ton. Bei einer hohen Unterbrechungsfrequenz verschmelzen die Pulse des Oszillators zu einem neuen Klang der beide Frequenzen enthält.

7.5 Drone Synth

CV2→VCO2:CV	POT2 regelt die Frequenz von VCO2
CV3→VCO3:CV	POT3 regelt die Frequenz von VCO3
CV4→VCO4:CV	POT4 regelt die Frequenz von VCO4
VCO2:ANA→MIXER:LO	Die Frequenz von VCO2 wird gemischt und hörbar gemacht
VCO3:ANA→MIXER:LO	Die Frequenz von VCO3 wird gemischt und hörbar gemacht
VCO4:ANA→MIXER:LO	Die Frequenz von VCO4 wird gemischt und hörbar gemacht

Bei einem Drone Synth werden mehrere Frequenzen zu einem gemeinsamen Ausgangssignal gemischt. Dabei entstehen interessante Klänge wenn die beteiligten Frequenzen entweder sehr nahe beieinander liegen (sogenannte Interferenzen) oder im ganzzahligen Verhältnis zu einander stehen (sogenannte Pythagoräische Intervalle).

7.6 Space Synth

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1
CV2→VCO2:CV	POT2 regelt die Frequenz von VCO2
CV3→DAC1:CV	POT3 bestimmt den Bereich der gemischten CV
VCO1:OUT→DAC1:CV/1	Das Signal von VCO1 wird zu der CV gemischt
VCO2:OUT→DAC1:CV/2	Das Signal von VCO2 wird zu der CV gemischt
DAC1:OUT→VCO3:CV	Die gemischte CV steuert die Frequenz von VCO3
VCO3:ANA→MIXER:HI	Die Frequenz von VCO3 wird hörbar gemacht

Zwei Dreieckssignale (triangle wave) mit jeweils einer hohen und einer niedrigen Frequenz werden zu einem Signal mit einem Zick-Zack Verlauf gemischt. Dieses Signal steuert einen Oszillator, der einen Ton mit entsprechendem Frequenzverlauf generiert. CV3 regelt dabei den Frequenzbereich.

7.7 PWM Synth

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1
CV2→VCO2:CV	POT2 regelt die Frequenz von VCO2 (POT2 nach links drehen)
VCO2:ANA→VCO3:CV	VCO2 steuert die Frequenz von VCO3
VCO3:ANA→PWM:IN	Das Signal von VCO3 wird moduliert
VCO1:ANA→PWM:CV	VCO1 steuert die Pulsbreite der Frequenz von VCO3
PWM:OUT→MIXER:HI	Die modulierte Frequenz von VCO3 wird hörbar gemacht

Der auf und abschwellige Ton eines Oszillators wird zusätzlich pulsbreitenmoduliert. Dies erzeugt ein Rechtecksignal mit veränderlicher Pulsbreite. Dadurch verändert der Ton sich zeitlich in der Klangfarbe, genauer im Spektrum der enthaltenen Frequenzen.

7.8 Ringmodulator

CV2→VCO2:CV	POT2 regelt die Frequenz von VCO2
VCO2:DIG→XOR:A	Das Rechtecksignal von VCO2 wird XOR verknüpft
CV3→VCO3:CV	POT3 regelt die Frequenz von VCO3
VCO3:DIG→XOR:B	Das Rechtecksignal von VCO3 wird XOR verknüpft
XOR:OUT→MIXER:LO	Das Ergebnis der XOR Verknüpfung wird hörbar gemacht

Die XOR Verknüpfung zweier Rechtecksignale ist sehr ähnlich zu einer Ringmodulation. Dabei entsteht eine ein sogenanntes Doppel-Seitenband-Signal aus zwei neuen Frequenzen, deren Betrag der Summe und der Differenz der beiden Eingangsfrequenzen entspricht.

7.9 Atari Punk Console

CV2→VCO2:CV	POT2 regelt die Frequenz von VCO2 (Abtastfrequenz)
CV4→VCO4:CV	POT4 regelt die Frequenz von VCO4 (Signalfrequenz)
VCO4:DIG→XOR:A	Das digitale Signal von VCO4 wird XOR verknüpft
LOGIC:HIGH→XOR:B	Durch XOR Verknüpfung mit HIGH wird es invertiert
VCO2:DIG→SHIFTER1:CLOCK	SHIFTER1 laden bei jeder positiven Flanke von VCO2
XOR:DIG→SHIFTER1:XORD1	Das invertierte Signal von VCO4 wird in SHIFTER1 geleitet
SHIFTER1:Q0→VCO4:GATE	Das abgetastete Signal unterbricht die Ausgabe von VCO4
SHIFTER1:Q1→MIXER:LO	Das abgetastete Signal wird hörbar gemacht

Die Atari Punk Console ist eine sehr populäre Schaltung, die auch Stepped Tone Generator genannt wird. Ein Rechtecksignal wird durch ein zweites Rechtecksignal in regelmäßigen Abständen ausgelöst. Nähern sich die Frequenzen der beiden Signale einem ganzzahligen Verhältnis zueinander, scheint die Frequenz des dabei entstehenden Signal zu springen. Der Moduletta Patch funktioniert etwas anders als die Originalschaltung und verwendet das Prinzip der Abtastung (sampling) einer Frequenz durch eine andere. Da ein gestoppter Oszillator bei der Moduletta eine logische 1 am Ausgang liefert, muss das Signal vor der Abtastung invertiert werden.

7.10 Lasershot

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo der Anschläge)
VCO1:DIG→ENV:POS	Hüllkurve generieren bei jeder positiven Flanke von VCO1
ENV:CV→VCO3:CV	Die Hüllkurve steuert die Frequenz von VCO3
VCO3:ANA→MIXER:HI	Die Frequenz von VCO4 wird hörbar gemacht

Anstelle der Lautstärke (Amplitude) wird diesmal die Frequenz eines VCOs durch das Steuersignal des Hüllkurvengenerators gesteuert. Dies ergibt einen Ton mit zunächst hoher und dann schnell absinkender Frequenz.

7.11 Sproing

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
VCO1:DIG→COUNTER1:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO1 erhöht den Zählerstand
COUNTER1:Q3→ENV:POS	Jede 16. positive Flanke löst den Hüllkurvengenerator aus
CV3→VCO3:CV	POT3 regelt die Frequenz von VCO3
VCO3:ANA→ENV:IN	Das Signal von VCO3 wird durch die Hüllkurve geformt
ENV:OUT→VCF:ANA	Das geformte Signal von VCO3 wird gefiltert
VCO1:ANA→VCF:CV/4	Das Signal von VCO1 steuert die Filterung
VCF:OUT→MIXER:HI	Das gefilterte Signal von VCO3 wird hörbar gemacht

Die Frequenz von VCO3 wird gefiltert und hörbar gemacht. Die Filterung wird dabei durch mehrere Zyklen des Ausgangs von VCO1 moduliert. Dazu wird das Rechtecksignal aus VCO1 zuvor durch den Zähler geteilt und löst nur bei jeder sechzehnten positiven Flanke den Hüllkurvengenerator aus. Damit werden mehrere Zyklen der Modulation während des Ausklingens des Tons hörbar.

7.12 Jabberwocky

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
VCO1:ANA→VCO3:CV	VCO1 steuert die Frequenz von VCO3 (Signalfrequenz)
CV4→VCO4:CV	POT4 regelt die Frequenz von VCO4 (Abtastfrequenz)
VCO4:DIG→SHIFTER1:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO4 schiebt das Schieberegister
VCO3:DIG→SHIFTER1:D1	Das Signal von VCO3 wird abgetastet
SHIFTER1:Q0→MIXER:LO	Die Frequenz an Ausgang Q0 wird hörbar gemacht

Ein Schieberegister wird mit einer hohen Frequenz getaktet und tastet dabei ein anderes Signal ab, das mit einer niedrigen Frequenz moduliert wird. Dadurch entstehen ständig wechselnde Alias-Frequenzen.

7.13 Arcade Beeps

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1
VCO1:DIG→COUNTER1:CLOCK	Counter1 zählt bei jeder positiven Flanke von VCO1
CV2→VCO2:CV	POT2 regelt die Frequenz von VCO2 (niedrig halten)
VCO2:DIG→COUNTER2:CLOCK	Counter2 zählt bei jeder positiven Flanke von VCO2
COUNTER1:Q2→DAC1:CV/1	Der langsame Ausgang Q2 von Counter1 wird gewichtet
COUNTER2:Q3→DAC1:CV/2	Der langsame Ausgang Q0 von Counter2 wird gewichtet
COUNTER1:Q0→DAC1:CV/4	Der schnelle Ausgang Q0 von Counter1 wird gewichtet
COUNTER2:Q1→DAC1:CV/8	Der schnelle Ausgang Q1 von Counter2 wird gewichtet
DAC1:CV→VCO3:CV	Die Kontrollspannung steuert die Frequenz von VCO3
VCO3:DIG→MIXER:LO	Der digitale Ausgang von VCO3 wird hörbar gemacht

Die Ausgänge von zwei Zählern generieren eine Kontrollspannung für einen VCO dessen Frequenz dann hörbar gemacht wird. Weil die beiden Zähler unterschiedlich schnell zählen, ist die erzeugte Folge von Kontrollspannungen scheinbar chaotisch, wiederholt sich aber dennoch regelmäßig.

7.14 Swing Melody

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
VCO1:DIG→COUNTER1:CLOCK	Bei jeder positiven Flanke von VCO1 wird gezählt
COUNTER1:Q0→ENV:POS	Bei jeder positiven Flanke von Q0 und
COUNTER1:Q2→ENV:NEG	bei jeder negativen Flanke von Q2
ENV:OUT→COUNTER2:CLOCK	wird die Hüllkurve ausgelöst und die CV steuert Counter2
COUNTER2:Q3→DAC1:CV/1	Der langsame Ausgang Q3 wird für eine CV gewichtet
COUNTER1:Q3→DAC1:CV/2	Der langsame Ausgang Q3 wird für eine CV gewichtet
COUNTER2:Q1→DAC1:CV/4	Der schnelle Ausgang Q1 wird für eine CV gewichtet
COUNTER1:Q1→DAC1:CV/8	Der schnelle Ausgang Q1 wird für eine CV gewichtet
LEVEL:VREF→DAC1:CV	Der Bereich der gemischten CV wird etwas angehoben
DAC1:OUT→VCO3:CV	Die gemischte CV steuert die Frequenz von VCO3
VCO3:ANA→MIXER:ME	Die Frequenz von VCO3 wird hörbar gemacht

Durch die Verwendung der positiven und negativen Flanken zweier Ausgänge von Counter1 wird ein Takt mit Zwischenschritten erzeugt. Dieser taktet dann Counter2. Die beiden Zähler laufen damit in verschiedenen, aber miteinander synchronisierten Geschwindigkeiten. Zwei Ausgänge beider Zähler generieren eine Kontrollspannung für einen VCO, dessen Ton ausgegeben wird.

7.15 Swing Melody Begleitung

Zusätzlich zu Swing Melody noch folgende Ergänzungen

VCO3:DIG→SHIFTER2:CLOCK	Bei jeder positiven Flanke von VCO3 wird geschoben
SHIFTER2:Q1→SHIFTER2:D1	Ausgang Q0 and das XOR am Eingang zurückführen
COUNTER2:Q0→SHIFTER2:D2	Q0 von Counter2 steuert ob invertiert wird
SHIFTER2:Q0→MIXER:LO	Die Frequenz an Q0 von Shifter2 wird hörbar gemacht

Durch die Verwendung eines rückgekoppelten Schieberegisters wird die Taktfrequenz aus VCO3 durch zwei oder durch vier geteilt (oder unterdrückt) und zusätzlich ausgegeben. Die Teilung entspricht einer Transposition um eine oder zwei Oktaven. Das Prinzip wird beim Chimes patch erläutert.

7.16 Drum

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo der Anschläge)
CV3→VCO3:CV	POT3 regelt die Frequenz von VCO3 (Frequenz des Signals)
VCO1:DIG→ENV:POS	Hüllkurve generieren bei jeder positiven Flanke von VCO1
VCO3:ANA→ENV:IN	Die Frequenz von VCO3 wird durch die Hüllkurve geformt
ENV:OUT→MIXER:HI	Das Signal unter der Hüllkurve wird hörbar gemacht

Der Klang einer Trommel (bzw. eines Perkussionsinstruments) wird nachgeahmt indem eine Frequenz mit einer zunächst sehr schnell ansteigenden und dann langsam abfallenden Amplitude generiert wird. Bei niedriger Signalfrequenz ähnelt dies dem Klang einer Kick-Drum, bei höheren Frequenzen dem Klang einer Tom-Tom, oder einer Marimba.

7.17 Drum Sequencer

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
VCO1:DIG→COUNTER1:CLOCK	Bei jeder positiven Flanke von VCO1 wird gezählt
COUNTER1:Q0 bis Q3 beliebig an XOR:A,&A,B,orB	Der Binärausgänge des Zählers werden logisch verknüpft
XOR:OUT→ENV:POS	Hüllkurve generieren bei positiven Flanken des Ergebnisses
CV2→VCO2:CV	POT2 regelt die Frequenz von VCO2 (Drum Frequenz)
VCO2:ANA→ENV:IN	Die Frequenz von VCO2 wird durch die Hüllkurve geformt
ENV:OUT→MIXER:HI	Das Signal unter der Hüllkurve wird hörbar gemacht

Die Ausgänge des Zählers werden logisch verknüpft und erzeugen damit eine Folge von Nullen und Einsen. Bei jeder positiven Flanke des Ergebnisses, also jedem Übergang von logisch 0 nach 1, wird der Drum Ton ausgelöst.

7.18 Binary Beat

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
VCO1:DIG→COUNTER1:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO1 erhöht den Zählerstand um 1
COUNTER1:Q0 bis Q3 beliebig an DAC1:CV/1 bis CV/8	Der Binärausgänge des Zählers werden gewichtet und zu einer Kontrollspannung gewandelt
CV2→DAC1:CV	POT2 wird addiert und regelt den Kontrollspannungsbereich
DAC1:OUT→VCO2:CV	Die Kontrollspannung steuert die Frequenz von VCO2
VCO2:ANA→MIXER:HI	Die Frequenz von VCO2 wird hörbar gemacht

Eine niedrige Frequenz aus VCO1 steuert einen Zähler. Die Ausgänge des Zählers werden durch das Widerstandsnetzwerk von DAC1 zu einer Kontrollspannung gemischt. Jede logische 1 wird dabei entsprechend der Gewichtung addiert und jede logische 0 subtrahiert. Dabei ergibt sich eine Folge von bis zu 16 verschiedenen Kontrollspannungen, die dann einen VCO ansteuert. Dadurch wird eine Folge von 16 verschiedenen Tönen erzeugt.

7.19 Binary Beat Deluxe

Wie Binary Beat, bis auf die letzte Verbindung, und außerdem noch

VCO2:ANA→ENV:IN	Die Frequenz von VCO2 wird in durch eine Hüllkurve moduliert
VCO1:DIG→ENV:POS	Hüllkurve generieren bei jeder positiven Flanke von VCO1
ENV:OUT→VCF:ANA	Das durch eine Hüllkurve modulierte Signal wird gefiltert
VCO1:ANA→VCF:CV/1	Das Signal von VCO1 steuert das Filter und damit den Klang
VCF:OUT→MIXER:HI	Das gefilterte Signal von VCO2 wird hörbar gemacht

Die erzeugten Töne werden vor der Ausgabe durch eine Hüllkurve moduliert und gefiltert.

7.20 Morse Beeps

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
VCO1:DIG→SHIFTER1:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO1 schiebt das Schieberegister
CV4→VCO4:CV	POT4 regelt die Frequenz von VCO4 (Tonhöhe)
VCO4:DIG→SHIFTER1:D1	Das VCO4 Signal wird in das Schieberegister übernommen
VCO4:DIG→XOR:A	Das Signal von VCO4 wird UND verknüpft (gated)
SHIFTER1:Q0→XOR:&A	mit dem Inhalt der ersten Stelle des Schieberegisters
XOR:DIG→MIXER:LO	VCO4 wird hörbar gemacht wenn Q0 logisch 1 ist

Eine hohe Frequenz wird mit einer langsamen Frequenz abgetastet und in ein Schieberegister übernommen. Damit erhält man relativ zufällige Werte im Schieberegister. Der Ton wird mit der ersten Stelle des Schieberegisters UND verknüpft. Dadurch wird der Ton bei einer logischen 1 im Schieberegister ausgegeben und bei einer logischen 0 blockiert.

7.21 Random Tones

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
VCO1:DIG→SHIFTER1:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO1 schiebt das Schieberegister
VCO3:DIG→SHIFTER1:D1	Das Signal von VCO3 wird in das Schieberegister geschoben
SHIFTER1:Q0 bis Q3 beliebig an DAC1:CV/1 bis CV/8	Die Ausgänge des Schieberegisters werden gewichtet und zu einer Kontrollspannung umgewandelt
DAC1:OUT→VCO3:CV	Die Kontrollspannung steuert die Frequenz von VCO4
VCO3:ANA→MIXER:HI	Die Frequenz von VCO3 wird hörbar gemacht

Wieder wird eine hohe Frequenz mit einer langsamen Frequenz abgetastet und in ein Schieberegister übernommen. Damit erhält man relativ zufällige Werte im Schieberegister. Der Inhalt des Schieberegisters wird gewichtet und in eine Kontrollspannung gewandelt. Diese steuert dann die hohe Frequenz. Bei einer Kontrollspannung von 0 Volt (alle Ausgänge des Schieberegisters sind logisch 0) wird VCO3 zwar gestoppt, aber am digitalen Ausgang steht eine logische 1, so dass sich das Schieberegister automatisch wieder füllt.

7.22 Random Melody

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
VCO1:DIG→ENV:POS	Jede positive Flanke von VCO1 löst die Hüllkurve aus
ENV:CV→COUNTER1:ENABLE	Die Kontrollspannung der Hüllkurve gibt den Zähler frei
CV4→VCO4:CV	POT4 regelt die Frequenz von VCO4 (Zählerfrequenz)
VCO4:DIG→COUNTER1:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO4 erhöht den Zähler um 1
COUNTER1:Q1 bis Q3 beliebig an DAC1:CV/1 bis CV/4	Drei Ausgänge des Zählers werden gewichtet und zu einer Kontrollspannung gewandelt
DAC1:OUT→VCO2:CV	Die Kontrollspannung steuert die Frequenz von VCO2
VCO2:DIG→VCF:DIG	Die Frequenz von VCO2 wird gefiltert
VCO1:ANA→VCF:CV/1	Das analoge Signal von VCO1 steuert das Filter
VCF:OUT→MIXER:HI	Das gefilterte Signal von VCO2 wird hörbar gemacht

Ein langsamer Oszillator generiert das Tempo und löst bei jeder positiven Flanke den Hüllkurvengenerator aus. Mit dem RELEASE Potentiometer ganz nach links gedreht erzeugt dies einen sehr kurzen positiven Puls der für eine kurze Zeit den Zähler freigibt. Während dieser Zeit zählt der Zähler mit einer sehr hohen Frequenz von VCO4 weiter und bleibt dann auf einem fast zufälligen Wert stehen. Der Zählerstand wird durch den DAC in eine Kontrollspannung verwandelt, die VCO2 steuert und einen Ton generiert. Durch Filterung, gesteuert vom langsamen Oszillator, bekommt der Ton eine interessante Färbung. Kleinste Variationen in der Länge des Pulses bewirken, dass sich abhängig von der hohen Frequenz variierende Tonfolgen ergeben.

7.23 Rungler

CV2→VCO2:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO2 (Tempo)
VCO2:DIG→SHIFTER1:CLOCK	VCO2 taktet beide Schieberegister
VCO2:DIG→SHIFTER2:CLOCK	VCO2 taktet beide Schieberegister
SHIFTER2:Q3→SHIFTER1:D1	Zu einem langen Schieberegister kombinieren
VCO4:DIG→SHIFTER2:D1	Einen quasi zufälligen Wert von VCO4 übernehmen
SHIFTER1:Q3→DAC1:CV/1	Ausgang Q3 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
SHIFTER1:Q1→DAC1:CV/2	Ausgang Q1 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
SHIFTER2:Q3→DAC1:CV/4	Ausgang Q3 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
SHIFTER2:Q1→DAC1:CV/8	Ausgang Q1 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
LEVEL:VREF→DAC1:CV	Dies hält die Kontrollspannung im mittleren Bereich
DAC1:OUT→VCO3:CV	Die Kontrollspannung steuert die Frequenz von VCO3
VCO3:DIG→SHIFTER2:D1	Das digitale Signal von VCO3 wird an den Shifter gelegt
VCO3:ANA→PWM:IN	Das analoge Signal von VCO3 wird pulsbreitenmoduliert
VCO2:ANA→PWM:CV	Das analoge Signal von VCO2 bestimmt die Modulation
PWM:OUT→MIXER:HI	Das modulierte Signal von VCO3 wird hörbar gemacht

Der Rungler ist eine populäre Schaltung zur Generierung von kurzen veränderlichen Sequenzen. VCO2 taktet ein 8-bit Schieberegister dessen Ausgänge die Kontrollspannung für VCO3 erzeugen. VCO3 generiert einen Ton der durch das analoge Signal von VCO2 pulsbreitenmoduliert wird. Gleichzeitig generiert VCO3 eine Frequenz die vom Schieberegister abgetastet wird. Durch die stetige Abtastung verändert sich der Wert des Schieberegisters und damit wiederum die Frequenz von VCO3 am Eingang des Schieberegisters. Die Rückkopplung erzeugt ein instabiles System das versucht ein Equilibrium zu finden.

7.24 Beatbox

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
VCO1:DIG→COUNTER1:CLOCK	Bei jeder positiven Flanke von VCO1 wird gezählt
CV4→VCO4:CV	POT4 regelt die Frequenz von VCO4 (Random Source)
COUNTER1:Q1→SHIFTER2:CLOCK	Bei jedem 4. Puls von Counter1 den Shifter2 schieben
VCO4:DIG→SHIFTER2:D1	Einen quasi zufälligen Wert von VCO4 übernehmen
SHIFTER2:Q1→DAC1:CV/1	Ausgang Q1 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
SHIFTER2:Q3→DAC1:CV/2	Ausgang Q3 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
COUNTER1:Q2→DAC1:CV/4	Ausgang Q2 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
ENV:CV→DAC1:CV/8	Ausgang CV wird gewichtet für eine Kontrollspannung
LEVEL:VREF→DAC1:CV	Dies hält die Kontrollspannung im mittleren Bereich
DAC1:OUT→VCO2:CV	Die Kontrollspannung steuert die Frequenz von VCO2
VCO2:DIG→PWM:IN	Das digitale Signal von VCO2 wird moduliert
VCO1:ANA→PWM:CV	Das analoge Signal von VCO1 bestimmt die Modulation
PWM:OUT→ENV:IN	Das modulierte Signal bekommt eine Hüllkurve
VCO1:DIG→ENV:POS	Hüllkurve generieren bei positiven Flanken von VCO1
ENV:OUT→MIXER:HI	Das Signal unter der Hüllkurve wird hörbar gemacht

Die Ausgänge des Zählers bestimmen zusammen mit den Ausgängen des Schieberegisters die Kontrollspannung für VCO2. Der generiert einen Ton der zuerst pulsbreitenmoduliert wird und dann eine Hüllkurve bekommt. Die stark gewichteten Anteile vom Shifter bestimmen den Grundton. Der schwächer gewichtete Anteil vom Zähler bestimmt die Variation während der viermaligen Wiederholung des Tons. Durch die Addition eines kleinen Anteils der Kontrollspannung vom Hüllkurvengenerator ist die Frequenz zu Beginn etwas höher und sinkt dann ab.

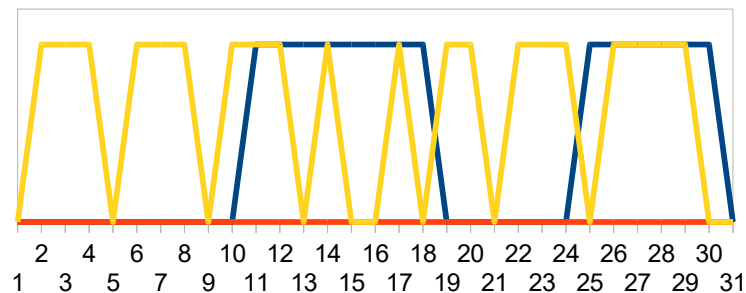
7.25 Chimes

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
CV4→VCO4:CV	POT4 regelt die Frequenz von VCO4 (Schiebefrequenz)
VCO4:DIG→SHIFTER1:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO4 schiebt das Schieberegister
SHIFTER1:Q3→SHIFTER1:D1	Der Ausgang Q3 wird an das XOR Gatter am Eingang gelegt
VCO1:DIG→SHIFTER1:D2	Der Ausgang von VCO1 wird ebenfalls an das XOR gelegt
SHIFTER1:Q0→MIXER:LO	Die Frequenz an Ausgang Q0 wird hörbar gemacht

Ein Schieberegister wird mit einer hohen (hörbaren) Frequenz getaktet und übernimmt dabei das Ergebnis einer XOR Verknüpfung aus der letzten Stelle Q3 des Schieberegisters an D1 und eines Steuersignals an D2. Das Steuersignal bestimmt dadurch, ob die letzte Stelle original oder invertiert in das Schieberegister zurückgeführt wird. Bleibt sie original, wird der Inhalt des Schieberegisters lediglich rotiert. Je nach Anzahl der logischen Einsen und Nullen im Schieberegister ergibt sich dann bei Ausgabe einer Stelle kein Ton, ein tiefer Ton, oder ein hoher Ton. Wird die letzte Stelle aber invertiert, dann wandert zunächst die invertierte Folge von Einsen und Nullen zurück in das Schieberegister und nach einer weiteren Runde wieder die originale Folge. Je nach Anzahl der logischen Einsen und Nullen im Schieberegister ergibt sich dann bei Ausgabe einer Stelle verschiedene tiefe oder hohe Rechteckfrequenzen. Bei jedem Wechsel des Steuersignals von nicht invertieren auf invertieren kann sich zudem die Anzahl der Einsen und Nullen und damit die Frequenz des Tons ändern.

D2 Q3 Q2 Q1 Q0

0	0	1	1	1
0	1	1	1	0
0	1	1	0	1
0	1	0	1	1
0	0	1	1	1
0	1	1	1	0
0	1	1	0	1
0	1	0	1	1
0	0	1	1	1
0	1	1	1	0
0	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	1	1
1	0	1	1	0
0	1	1	0	1
0	1	0	1	1
0	0	1	1	1
0	1	1	1	0
0	1	1	0	1
0	1	0	1	1
1	0	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	0
1	1	1	0	0
1	1	0	0	0
1	0	0	0	0
0	0	0	0	1



7.26 Chimes Melody

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
VCO1:DIG→COUNTER1:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO1 erhöht den Zählerstand
CV4→VCO4:CV	POT4 regelt die Frequenz von VCO4 (Schiebefrequenz)
VCO4:DIG→SHIFTER1:CLOCK	Die positiven VCO4 Flanken takten das Schieberegister
SHIFTER1:Q3→SHIFTER1:D1	Ausgang Q3 geht zurück an das XOR Gatter am Eingang
COUNTER1:Q0→SHIFTER1:D2	Der Zählerausgang Q0 wird ebenfalls an das XOR gelegt
SHIFTER1:Q0→SHIFTER2:CLOCK	Das zweite Schieberegister wird von Ausgang Q0 getaktet
SHIFTER2:Q2→XOR:A	Der Schieberegisterausgang Q2 wird logisch verknüpft
SHIFTER2:Q3→XOR:B	Der Schieberegisterausgang Q3 wird logisch verknüpft
COUNTER1:Q2→XOR:&A	Der Zählerausgang Q2 wird logisch verknüpft
COUNTER1:Q3→XOR:ORB	Der Zählerausgang Q3 wird logisch verknüpft
XOR:DIG→SHIFTER2:D1	Das Ergebnis wird an das XOR Gatter am Eingang gelegt
COUNTER1:Q1→SHIFTER2:D2	Der Zählerausgang Q1 wird ebenfalls an das XOR gelegt
SHIFTER1:Q0→MIXER:LO	Die Frequenz an Ausgang Q0 wird hörbar gemacht
SHIFTER2:Q0→MIXER:LO	Die Frequenz an Ausgang Q0 wird hörbar gemacht

In diesem Patch werden zwei Schieberegister wie beim Chimes betrieben. Die Taktfrequenz des zweiten wird dabei durch die Signalwechsel am Ausgang des ersten erzeugt. Daher schiebt das zweite Register entweder gar nicht, oder mit halber oder mit einem viertel der Frequenz des ersten und erzeugt damit um eine oder zwei Oktaven tiefere Töne als das erste. Zusätzlich werden zwei Ausgänge eines Zählers mit zwei Ausgängen des zweiten Schieberegisters verknüpft und als Steuersignal für das zweite Schieberegister verwendet. Damit wechseln die beiden Schieberegister in unterschiedlichem Rhythmus zwischen den beiden Betriebsarten. Durch die Unabhängigkeit der Steuersignale vom Takt der Schieberegister können sich zudem bei jedem Wechsel die Bitmuster in den Schieberegistern ändern und damit die beiden generierten Rechteckfrequenzen. Da alle erzeugten Frequenzen in einem ganzzahligen Verhältnis zueinander stehen, harmonisieren sie dennoch stets miteinander.

7.27 Chimes Bass

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
VCO1:DIG→COUNTER1:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO1 erhöht den Zählerstand
VCO1:DIG→ENV:POS	Jede positive Flanke von VCO1 löst die Hüllkurve aus
CV3→VCO3:CV	POT3 regelt die Frequenz von VCO3 (Grundfrequenz)
VCO3:DIG→SHIFTER1:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO3 schiebt beide Shifter
VCO3:DIG→SHIFTER2:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO3 schiebt beide Shifter
SHIFTER1:Q3→SHIFTER2:D1	Der Ausgang Q3 wird an Shifter2 weitergegeben
SHIFTER1:Q3→SHIFTER2:D1	Der Ausgang Q3 wird an Shifter1 zurückgeführt
COUNTER1:Q0→SHIFTER1:D2	Counter1 Ausgang Q0 steuert die Invertierung in Shifter2
COUNTER1:Q1→SHIFTER2:D2	Counter1 Ausgang Q1 steuert die Invertierung in Shifter1
SHIFTER2:Q0→VCF:DIG	Das Signal aus dem langen Schieberegister wird gefiltert
ENV:CV→VCF:CV/2	Die kurze Spitze der Hüllkurvenspannung steuert das Filter
VCO1:ANA→VCF:CV/4	Die analoge Spannung an VCO1 steuert das Filter
VCF:OUT→MIXER:ME	Das gefilterte Signal wird hörbar gemacht

Beide Schieberegister werden zu einem langen Schieberegister kombiniert. Die beiden Eingänge D2 steuern die Invertierung in den beiden Hälften. Die D2 Signale werden durch Teilung der Frequenz des Tempo Oszillators VCO1 durch 2 und durch 4 in Counter1 gewonnen. Das Schieberegister wird durch den digitalen Ausgang von VCO3 getaktet. Bei jedem Wechsel der Invertierungen durch Wechsel an den Eingängen D2 verändert sich das im Schieberegister enthaltene Bitmuster. Die schnelle Rotation des Bitmusters generiert ein veränderliches Rechtecksignal mit der Frequenz von VCO3, oder der Hälfte, oder einem Viertel davon. Dieses Signal wird gefiltert und hörbar gemacht. Das Filter wird gesteuert durch die analoge Spannung von VCO1, kombiniert mit dem kurzen positiven Impuls vom Hüllkurvengenerator bei jeder positiven Flanke von VCO1.

7.28 Chimes March

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
VCO1:DIG→COUNTER1:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO1 erhöht Counter1
LOGIC:LOW→COUNTER2:CLOCK	Counter2 soll bei negativen Flanken zählen
COUNTER1:Q3→COUNTER2:ENABLE	Ausgang Q3 von Counter1 taktet Counter2
COUNTER2:Q2→DAC1:CV/1	Ausgang Q2 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
COUNTER2:Q3→DAC1:CV/2	Ausgang Q3 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
COUNTER2:Q0→DAC1:CV/4	Ausgang Q0 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
COUNTER2:Q1→DAC1:CV/8	Ausgang Q1 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
LOGIC:HIGH→DAC1:CV	Dies hält die Kontrollspannung im hohen Bereich
DAC1:OUT→VCO3:CV	Die Kontrollspannung steuert die Frequenz von VCO3
VCO3:DIG→SHIFTER1:CLOCK	Der digitale Ausgang von VCO3 taktet Shifter1
VCO3:DIG→SHIFTER2:CLOCK	Der digitale Ausgang von VCO3 taktet Shifter2
SHIFTER2:Q3→SHIFTER1:D1	Der Ausgang von Shifter2 geht weiter D1 von Shifter2
SHIFTER1:Q3→SHIFTER2:D1	Der Ausgang von Shifter1 geht zurück in Shifter2
COUNTER1:Q1→SHIFTER2:D2	Ausgang Q1 von Counter1 steuert die Invertierung
SHIFTER2:Q2→DAC2:CV/1	Ausgang Q1 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
SHIFTER2:Q1→DAC2:CV/2	Ausgang Q1 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
SHIFTER2:Q0→DAC2:CV/4	Ausgang Q1 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
VCO3:ANA→PWM:CV	Die analoge Spannung an VCO3 steuert die PWM
DAC2:OUT→PWM:IN	Die Kontrollspannung von DAC2 wird moduliert
PWM:OUT→VCF:DIG	Das PWM modulierte Signal wird gefiltert
VCO1:ANA→VCF:CV/2	Der analoge Ausgang von VCO1 steuert das Filter
ENV:CV→VCF:CV/4	Der CV Puls von ENV steuert ebenfalls das Filter
VCF:OUT→MIXER:HI	Das gefilterte Signal wird hörbar gemacht
COUNTER1:Q0→ENV:POS	Ausgang Q0 von Counter1 löst die Hüllkurve aus
SHIFTER1:Q0→ENV:IN	Das Rechtecksignal vom Shifter wird moduliert
ENV:OUT→MIXER:LO	Das modulierte Signal wird hörbar gemacht

Beide Schieberegister werden zu einem langen Schieberegister kombiniert und beide Zähler werden zu einem langen Zähler kombiniert. Die Ausgänge des Zählers steuern die Invertierung im Schieberegister und lösen die Hüllkurve aus. Außerdem generiert der Zähler eine Kontrollspannung welche die Frequenz von VCO3 bestimmt. Die Frequenz am digitalen Ausgang von VCO3 taktet dann das Schieberegister. Weiterhin wird das analoge Signal von VCO3 pulsbreitenmoduliert und hörbar gemacht. Bei jedem Wechsel der Invertierungen im Schieberegister verändert sich das darin enthaltene Bitmuster. Die schnelle Rotation des Bitmusters generiert ein veränderliches Rechtecksignal mit der Frequenz von VCO3, oder der Hälfte, oder einem Viertel davon. Dieses Signal wird gefiltert und hörbar gemacht. Das Filter wird gesteuert durch die analoge Spannung von VCO1, kombiniert mit dem kurzen positiven Impuls vom Hüllkurvengenerator.

7.29 Chimes Rock

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
VCO1:DIG→COUNTER2:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO1 erhöht Counter2
VCO3:DIG→SHIFTER2:CLOCK	Die Frequenz von VCO3 taktet Shifter2
SHIFTER2:Q3→SHIFTER2:D1	Ausgang Q3 geht zurück auf den Eingang von Shifter2
COUNTER2:Q0→SHIFTER2:D2	Ausgang Q0 bestimmt die Betriebsart von Shifter2
COUNTER2:Q2→SHIFTER1:CLOCK	Die Frequenz von Ausgang Q2 taktet Shifter1
SHIFTER1:Q3→SHIFTER1:D1	Ausgang Q3 geht zurück auf den Eingang von Shifter1
COUNTER1:Q1→SHIFTER1:D2	Ausgang Q1 bestimmt die Betriebsart von Shifter1
SHIFTER1:Q0→DAC1:CV/1	Ausgang Q0 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
SHIFTER1:Q1→DAC1:CV/2	Ausgang Q1 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
SHIFTER1:Q2→DAC1:CV/4	Ausgang Q2 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
SHIFTER1:Q3→DAC1:CV/8	Ausgang Q3 wird gewichtet für eine Kontrollspannung
LOGIV:HIGH→DAC1:CV	Dies hält die Kontrollspannung in einem hohen Bereich
DAC1:OUT→VCO3:CV	Die Kontrollspannung von DAC1 steuert VCO3
SHIFTER2:Q2→COUNTER1:CLOCK	Jede positive Flanke von Ausgang Q2 erhöht Counter1
COUNTER1:Q0→VCF:DIG	Die Frequenz an Ausgang Q0 wird gefiltert
ENV:CV→VCF:CV/1	Die Puls vom Hüllkurvengenerator steuert die Filterung
VCO1:ANA→VCF:CV/4	Das analoge Signal von VCO1 verändert die Filterung
VCF:OUT→MIXER:HI	Das gefilterte Signal wird hörbar gemacht
SHIFTER2:Q0→ENV:IN	Die Frequenz an Ausgang Q0 bekommt eine Hüllkurve
COUNTER2:Q1→ENV:POS	Ausgang Q1 löst die Hüllkurve aus
ENV:OUT→MIXER:ME	Das modulierte Signal wird hörbar gemacht

Der langsame Oszillator VCO1 taktet einen Zähler. Die Ausgänge des Zählers takten einen Zufallsgenerator in Shifter1, steuern die Invertierung im Schieberegister Shifter2, und lösen die Hüllkurve aus. Der Zufallsgenerator Shifter1 generiert eine Kontrollspannung welche die Frequenz von VCO3 bestimmt. Der Ausgang von VCO3 taktet dann Shifter2. Bei jedem Wechsel der Invertierung im Schieberegister verändert sich das darin enthaltene Bitmuster. Die schnelle Rotation des Bitmusters generiert ein veränderliches Rechtecksignal mit der Frequenz von VCO3, oder der Hälfte, oder einem Viertel davon. Das Signal aus Shifter2 wird in Counter1 geteilt, dann gefiltert und hörbar gemacht. Das Filter wird gesteuert durch die analoge Spannung von VCO1, kombiniert mit dem kurzen positiven Impuls vom Hüllkurvengenerator.

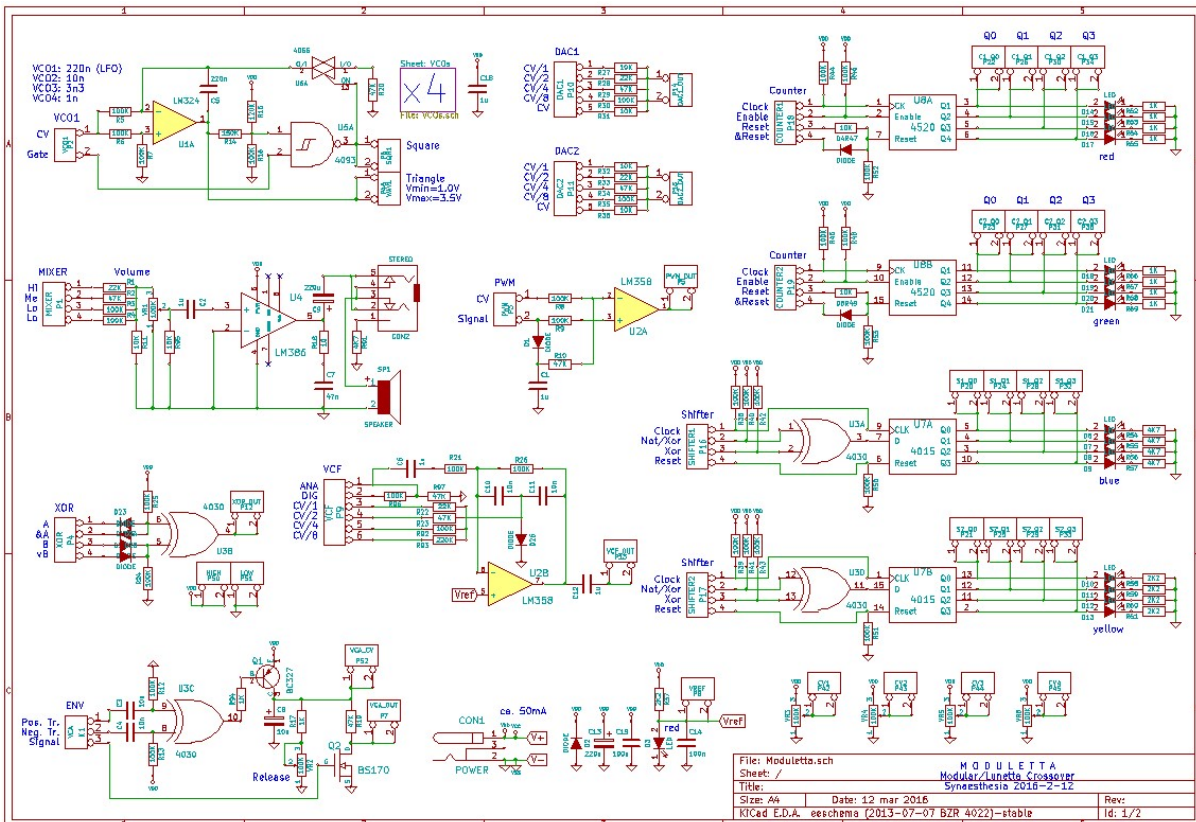
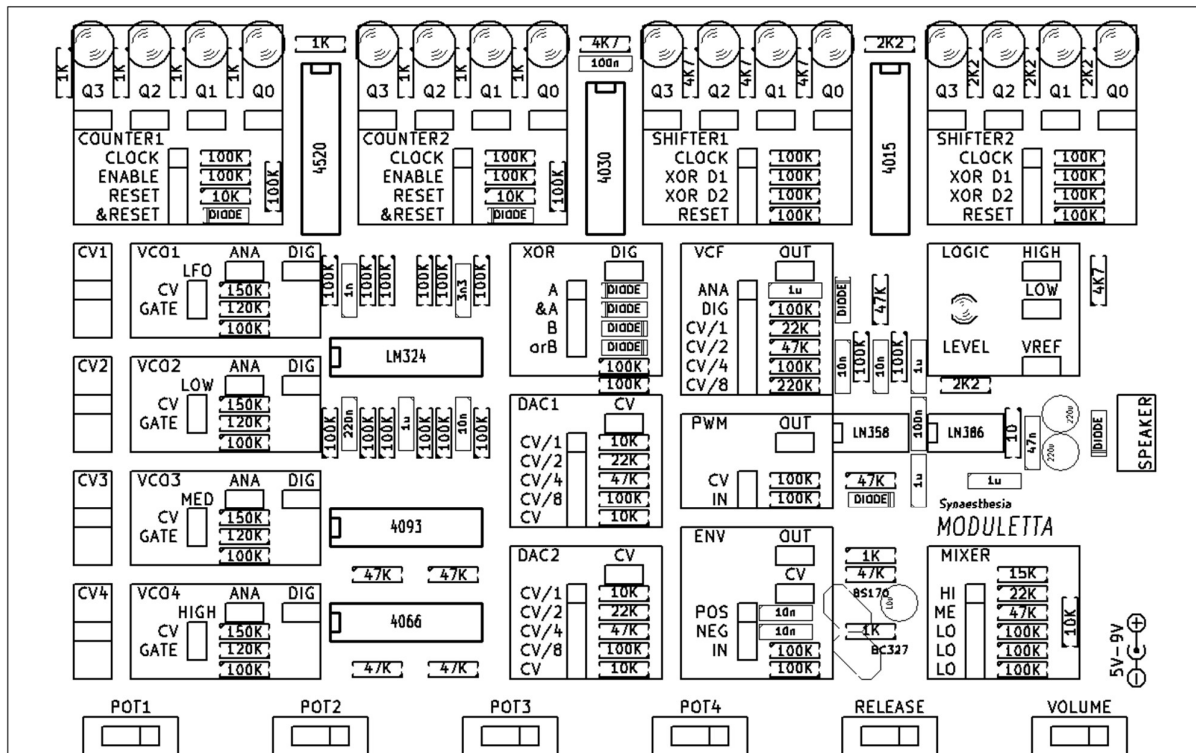
7.30 Chimes Symphony

CV1→VCO1:CV	POT1 regelt die Frequenz von VCO1 (Tempo)
VCO1:DIG→COUNTER1:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO1 erhöht den Zähler
LOGIC:LOW→COUNTER2:CLOCK	Counter2 soll bei negativen Flanken zählen
COUNTER1:Q3→COUNTER2:ENABLE	Der Überlauf von Counter1 taktet Counter2
COUNTER2:Q1→DAC2:CV/1	Der Ausgang von Q1 wird gewichtet
COUNTER2:Q2→DAC2:CV/2	Der Ausgang von Q2 wird gewichtet
COUNTER2:Q3→DAC2:CV/4	Der Ausgang von Q3 wird gewichtet
LOGIC:HIGH→DAC2:CV	Dies hält die Kontrollspannung im hohen Bereich
DAC2:OUT→VCO4:CV	Die Kontrollspannung steuert die Frequenz von VCO4
VCO4:DIG→SHIFTER2:CLOCK	Jede positive Flanke von VCO4 schiebt Shifter2
SHIFTER2:Q3→SHIFTER2:D1	Ausgang Q3 wird an den XOR Eingang zurückgeführt
COUNTER1:Q0→SHIFTER2:D2	Ausgang Q0 von Counter1 steuert die Invertierung
SHIFTER2:Q2→SHIFTER1:CLOCK	Jede positive Flanke von Q2 schiebt Shifter1
SHIFTER1:Q3→SHIFTER1:D1	Ausgang Q3 wird an den XOR Eingang zurückgeführt
COUNTER1:Q3→SHIFTER1:D2	Ausgang Q0 von Counter1 steuert die Invertierung
SHIFTER2:Q0→VCF:DIG	Die Frequenz an Ausgang Q0 wird gefiltert
COUNTER2:Q0→VCF:CV/1	Ausgang Q0 von Counter2 wird gewichtet
VCO1:ANA→VCF:CV/2	Der analoge Ausgang von VCO1 steuert das Filter
VCF:CV/1→MIXER:LO	Das gefilterte Signal wird hörbar gemacht
SHIFTER1:Q0→PWM:IN	Die Frequenz an Ausgang Q0 wird moduliert
VCO1:ANA→PWM:CV	Der analoge Ausgang von VCO1 steuert die PWM
PWM:OUT→ENV:IN	Das modulierte Signal bekommt eine Hüllkurve
VCO1:DIG→ENV:POS	Die positive Flanke von VCO1 löst die Hüllkurve aus
ENV:OUT→MIXER:LO	Das modulierte Signal wird hörbar gemacht

In diesem Patch werden ebenfalls zwei Schieberegister wie bei Chimes Melody benutzt. Die Taktfrequenz des zweiten wird wieder durch den Inhalt des ersten erzeugt. Beide Schieberegister werden geschlossen und jeweils ein Steuersignal bestimmt den Betriebsmodus. Die Steuersignale werden von einem Zähler zugeführt so das sie sich bei Shifter2 bei jedem zweiten und Shifter1 bei jedem sechzehnten Takt von VCO1 ändern. Zähler2 wird vom Überlauf aus Zähler1 getaktet. Drei der Ausgänge werden gewichtet und bilden eine Kontrollspannung. Diese steuert den VCO4 der eine hohe Frequenz liefert die Shifter2 taktet. Das Signal mit hoher Frequenz aus Shifter2 wird gefiltert. Die Kontrollspannung des Filters wird aus der Summe des niedrigsten Ausgangs von Zähler2 und der analogen Spannung aus VCO1 gebildet. Damit ändert sich der Bereich der Filterung abhängig von Q0 von Zähler2. Das Signal mit niedriger Frequenz aus Shifter1 wird pulsbreitenmoduliert. Die Kontrollspannung dazu wird vom analogen Ausgang von VCO1 geliefert. Das gefilterte und das modulierte Signal werden schließlich gemischt und ausgegeben.

8 Anhang

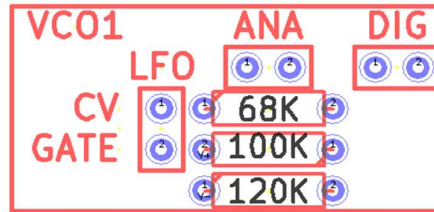
8.1 Silkscreen & Schaltplan



8.2 Errata

To ensure that the VCOs are working with ICs from different manufacturers, some resistor values need to be adjusted.

For TI ICs with code 44 like this:

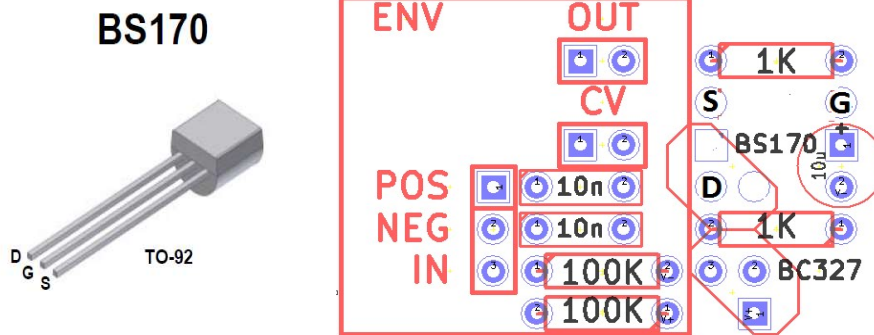


For HEF ICs like this:

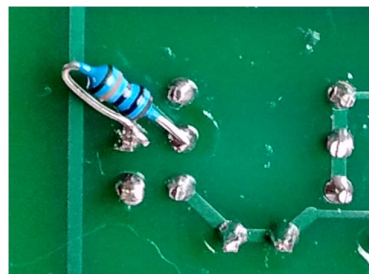


For any other 4093 ICs, you should try three 100K resistors.

To improve the envelope generator you should leave out the 47K resistor and change the placement of the BS170. Two of the soldering pads will stay empty then.



There are four 100K pull-up resistors missing at the GATE inputs of the VCOs. You should add them on the backside of the PCB like this:



8.3 Links

A Forum für Synthesizer and Lunetta circuits

<http://electro-music.com/forum/forum-160.html>

More interesting links are provided here

<http://electro-music.com/forum/viewtopic.php?t=42772>

In particular the „Intro to Lunettas“ document

<https://docs.google.com/Doc?docid=0AZIwOP-PR9sSZDlidzgzbV8wY3RjenJqanY&hl=en>

There are also links to „Logic Noise CMOS synth series at Hackaday.com“

<http://electro-music.com/forum/viewtopic.php?t=63926>

And finally „fun with sea moss (or, basic digital sound devices)“

http://milkcrate.com.au/_other/sea-moss/

And a document for beginners

<http://blog.ponoko.com/wp-content/uploads/2011/06/Getting-Started-in-Audio-Electronics.pdf>

8.4 Notes