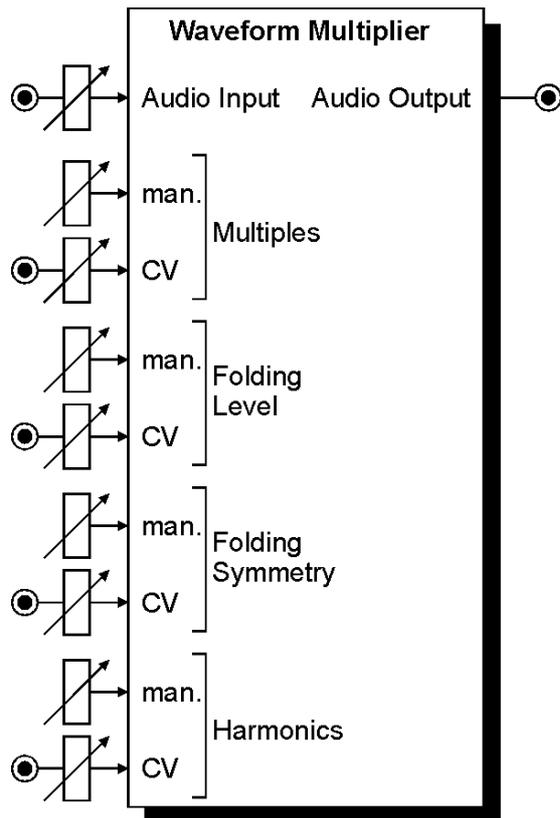


1. Einführung



Das Modul A-137 ist ein spannungsgesteuerter Wellenform-Vervielfacher (Waveform-Multiplier). Er vervielfacht die Wellenform eines eintreffenden Audio-Signals (z.B. Dreieck-Signal eines VCOs) innerhalb einer Periode, was zusätzliche Obertöne (Harmonische) erzeugt. Die Periodendauer und damit auch die Tonhöhe des Signals bleiben dabei unverändert - im Gegensatz zu einer Frequenz-Vervielfachung wie etwa mit dem PLL-Modul A-196.

Der A-137 arbeitet somit als eine Art "*inverses Tiefpassfilter*" indem einem obertonarmen Signal zusätzliche Harmonische hinzufügt. Die besten Resultate erhält man daher in Verbindung mit obertonarmen Kurvenformen (z.B. Dreieck, Sinus) als Eingangssignal. Bei obertonreichen Eingangssignalen (z.B. Sägezahn) ist der Effekt nicht so wirkungsvoll, da hier ja bereits Obertöne vorhanden sind.

Der A-137 ist ein sehr hochentwickelter Wellenform-Vervielfacher, der deutlich mehr Eingriffsmöglichkeiten und Wellenform-Manipulationen ermöglicht als andere Konzepte. Die 4 Parameter des Moduls sind manuell einstellbar und extern spannungssteuerbar:

- **Multiples:** Zahl der Wellenform-Vervielfachungen
- **Harmonics:** Hinzufügen zusätzlicher Harmonische durch einen Effekt ähnlich der Resonanz bei Filtern
- **Folding Level/Symmetry:** Wert und Symmetrie der von oberem und unteren Faltungspegel

2. Funktionsprinzip

Das Eingangssignal durchläuft zunächst einen VCA, dessen Verstärkung von dem Parameter *Multiples* bestimmt wird. Darauf folgen 4 sog. *Faltungs-Stufen*, die nach folgendem Prinzip arbeiten: Wird der obere Faltungs- oder Clipping-Pegel überschritten, wird das Signal "gefaltet" (d.h. nach unten "umgeklappt"). Das gleiche gilt auch für den unteren Faltungspegel, wobei hier jedoch nach oben "umgeklappt" wird. Die Werte für oberen und unteren Faltungspegel werden aus den Parametern *Folding Level* und *Symmetry* abgeleitet (beide manuell und per externer CV einstellbar). *Folding Level* bestimmt dabei den Abstand zwischen den beiden Pegeln, *Symmetry* die Lage relativ zur Null-Linie. Der interne oberen/untere Faltungspegel entsteht durch Addition bzw. Subtraktion der Parameter *Folding Level* und *Symmetry* (siehe hierzu auch Abb. 3).

In Abb.1 ist die Faltungsfunktion der ersten Stufe an Hand eines Dreieck-Signals grafisch dargestellt. Das obere Bild zeigt das Eingangssignal, wobei die umzuklappenden Bereiche oberhalb bzw. unterhalb der Faltungspegel schwarz gefüllt sind. Das untere Bild zeigt das Ausgangssignal der Faltungsstufe. In diesem Beispiel ist die Symmetrie etwas nach oben verschoben.

Abb.2 zeigt die Faltung der ersten 3 Stufen, wobei in den Bildern aufeinanderfolgender Stufen die Verstärkung jeweils verdoppelt wurde. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde die 4. Stufe nicht mehr abgebildet.

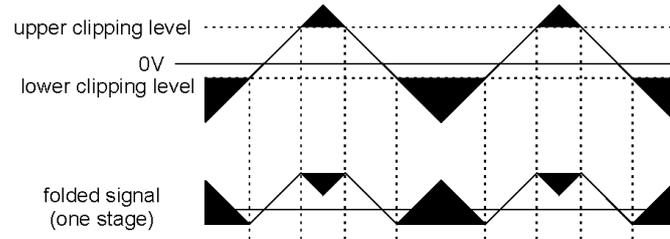


Abb. 1: Die Faltungsfunktion für eine Stufe

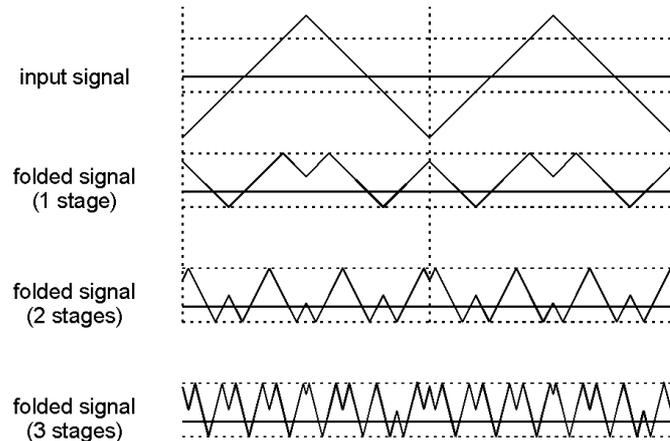


Abb. 2: Die Faltungsfunktionen für 3 Stufen

Wird der *Multiples*-Parameter erhöht, so erreichen auch die Spitzen des "umgeklappten" Signals die Faltungsspiegel und das Signal wird ein weiteres Mal gefaltet - wie bei den Bildern für Stufe 2 und 3 in Abb. 2 zu sehen. Insgesamt sind 4 Faltungsstufen vorhanden, so dass bis zu 8 Faltungen (je 4 am oberen und unteren Begrenzungspegel) möglich sind. Die maximale Wellenform-Vervielfachung beträgt somit 9 (8+1).

Der Parameter *Harmonics* fügt an den Umklapp-Stellen des gefalteten Signals kleine sog. Überschwinger hinzu. Das klangliche Resultat ist vergleichbar mit der Resonanzfunktion bei Filtern.

Abb. 3 zeigt das gesamte Blockschaltbild des A-137. Für jeden der 4 Parameter *Multiples*, *Folding Level*, *Symmetry* und *Harmonics* ist eine manueller Regler und ein Steuerspannungseingang mit Abschwächer verfügbar.

Die externe Steuerung eines jeden Parameters kann mit den üblichen Steuerspannungsquellen (LFO, ADSR, Random, MIDI-to-CV, Theremin, Ribbon-Controller, Joy-Stick, Fußregler usw.) erfolgen, wobei auch die gleichzeitige Steuerung verschiedener Parameter mit unterschiedlichen Steuerspannungen möglich ist (z.B. *Multiples* mit ADSR und *Harmonics* mit LFO).

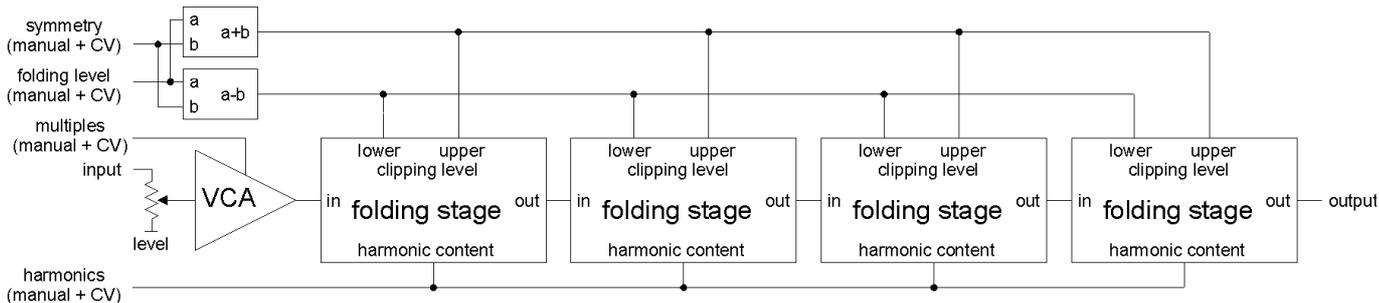
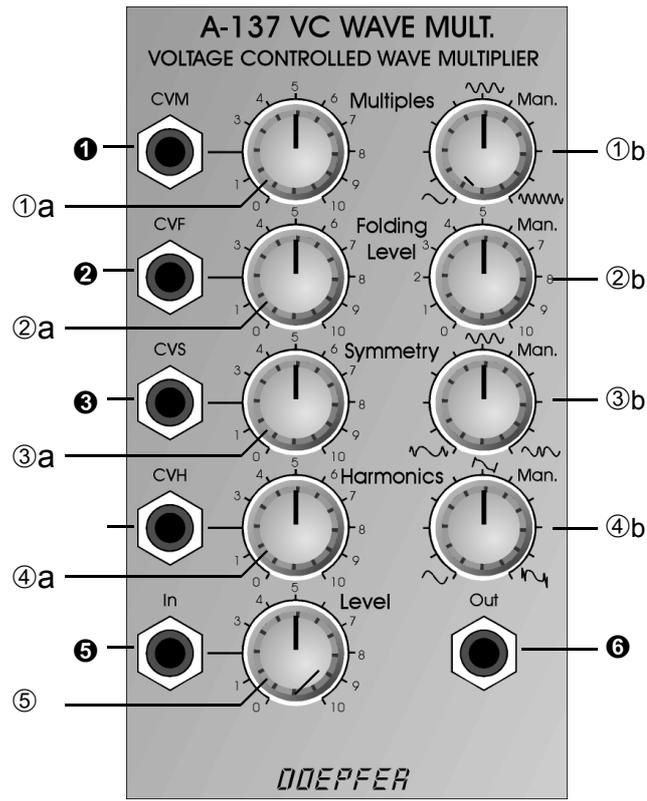


Abb. 3: Blockschaltbild A-137

3. Übersicht

Bedien- und Anzeige-Elemente:



- ① **a CV Multiples:** Abschwächer für CV-Eingang ①
- ① **b Man. Multiples:** Manuelle Multiples-Einstellung
- ② **a CV Folding Level:** Abschwächer für CV-Eingang ②
- ② **b Man. Folding Level:** Man. Folding Level-Einstellung
- ③ **a CV Symmetry:** Abschwächer für CV-Eingang ③
- ③ **b Man. Symmetry:** Manuelle Symmetrie-Einstellung
- ④ **a CV Harmonics:** Abschwächer für CV-Eingang ④
- ④ **b Harmonics Man.:** Manuelle Harmonics-Einstellung
- ⑤ **Level:** Eingangspegel-Regler

Ein-/Ausgänge:

- ① **CVM:** Steuereingang Multiples
- ② **CVF:** Steuereingang Folding Level
- ③ **CVS:** Steuereingang Symmetrie
- ④ **CVH:** Steuereingang Harmonics
- ⑤ **In:** Audio-Eingang
- ⑥ **Out:** Audio-Ausgang

4. Bedienkomponenten

①a **CVM** (Regler) / ① **CVM** (Buchse)

①b **Manual Multiples** (Regler)

Diese Gruppe von Elementen dient zur Steuerung des Parameters *Multiples*, d.h. der Zahl der Wellenform-Vervielfachungen innerhalb einer Periode.

②a **CVF** (Regler) / ② **CVF** (Buchse)

②b **Manual Folding Level** (Regler)

Diese Gruppe von Elementen dient zur Steuerung des Parameters *Folding Level*, d.h. des Abstandes von oberem und unterem Faltungspegel.

③a **CVS** (Regler) / ③ **CVS** (Buchse)

③b **Manual Symmetry** (Regler)

Diese Gruppe von Elementen dient zur Steuerung des Parameters *Symmetry*, d.h. der assymetrischen Verschiebung von oberem und unterem Faltungspegel bezüglich des Nullpunktes.

④a **CVH** (Regler) / ④ **CVH** (Buchse)

④b **Manual Harmonics** (Regler)

Diese Gruppe von Elementen dient zur Steuerung des Parameters *Harmonics*, d.h. der Hinzufügung von sog. Überschwingern an den Faltungskanten zur zusätzlichen Bereicherung des Obertonspektrums ähnlich der Resonanzfunktion bei Filtern.

Für jede der 4 Parametergruppen gilt:

Für jeden Parameter steht ein Regler zur manuellen Einstellung (①b/②b/③b/④b) und ein externer Steuereingang (①/②/③/④) zur Verfügung. Die externen Steuereingänge sind mit Abschwächern (①a/②a/③a/④a) ausgestattet. Mit diesen Reglern ist die Wirkung der externen Steuerspannung einstellbar.

Der erforderliche Steuerspannungshub an den Buchsen ① bis ④ beträgt bei voll aufgedrehten Abschwächern ca. 5V, um den gesamten Steuerbereich abzudecken.

⑤ **Level** (Regler) / ⑤ **In** (Buchse)

Die ist der Audio-Eingang des Moduls mit dem zugehörigen Pegelregler. Hier wird das Audiosignal (z.B. Dreieck-Ausgang eines VCOs) angeschlossen. Der Pegelregler wird so eingestellt, dass beim Durchfahren des gesamten *Multiples*-Bereichs (Regler ①b von Linksanschlag bis Rechtsanschlag durchdrehen) ein optimaler Effekt erzielt wird. Ist der Eingangspegel zu niedrig, werden nicht alle maximal möglichen Wellenform-Vervielfachungen erreicht. Ist der Pegel zu hoch, wird die maximale Zahl von Vervielfachungen bereits bei mittleren Positionen des Reglers ①b erreicht.

⑥ Out (Buchse)

Dies ist der Audio-Ausgang des Moduls. Das Ausgangssignal kann hier z.B. weiteren Klangbearbeitungsmodulen wie z.B. Filtern, VCA, Phaser, Hall usw. zugeführt werden.

5. Anwendungsbeispiele**noch nicht fertig**

**Multiples Steuerung ähnlich wie Frequenz bei Filtern (z.B. mit ADSR oder LFO)
Sequenz-Beispiele**