

FORMANT

Musik-Synthesizer -Erweiterungen-

Elektor Verlag

Beschreibung,
Bau- und Spielanleitung
erweiterter und
neuer FORMANT-Moduln
M.F.P. Aigner

elektor

FORMANT
Musik-Synthesizer
- Erweiterungen -

Beschreibung,
Bau- und Spielanleitung
erweiterter und neuer
FORMANT-Moduln

M.F.P. Aigner

Redaktion: R. Krings

ISBN 3-921608-19-3

Elektor Verlag GmbH, 5133 Gangelt

Vorwort

Der FORMANT – das ist mittlerweile ein Begriff in interessierten Musikkreisen. Denn seit die in der Zeitschrift für Elektronik "elektor" veröffentlichte Serie über den FORMANT-Musiksynthesizer als Buch erschienen ist, hat die Popularität des FORMANTs weiter zugenommen. Das erste Buch enthält nicht nur die FORMANT-Bauanleitung, sondern auch zahlreiche Beispiele für Klangeinstellungen.

Die lebhafteste und positive Leserresonanz beweist den erfolgreichen Nachbau und das bleibende Interesse an diesem Instrument. Es geht soweit, daß in der Redaktion häufig Fragen nach neuen Erweiterungsschaltungen eintreffen.

Um all diese Fragen zu beantworten, gibt der Elektor Verlag ein zweites Buch mit der Beschreibung, Bau- und Spielanleitung erweiterter und neuer FORMANT-Moduln heraus. Jeder FORMANT-Besitzer ist nun in der Lage, sein Instrument auszubauen und die ohnehin schon reichlich vorhandenen klanglichen Möglichkeiten noch vielfältiger zu gestalten. Die Schaltungsbeschreibungen sind durch Einstellbeispiele und musikalische Tips ergänzt. So sind auch im vorliegenden Erweiterungsbuch die elektronischen und musikalischen Gesichtspunkte eng miteinander verknüpft.

Autor, Redaktion und Verlag wünschen erfolgreichen Nachbau und viel Spaß bei klanglichen Neuentdeckungen.

Übrigens: Der Autor ist daran interessiert, eventuell auftretende Fragen mit den entsprechenden Lesern direkt zu diskutieren.

Seine Adresse: Markus F.P. Aigner
Dorfgasse 30c/01/23
A - 6020 Innsbruck 1

Um Einsendung von zwei internationalen Antwortscheinen wird gebeten.

Inhalt

Vorwort	3
FORMANT-Erweiterungen Beschreibung, Bau- und Spielanleitung	
Einleitung	6
Teil 1	7
Ergänzung fürs Keyboard. Neben einigen Schaltungserweiterungen zur bereits bekannten Tastaturelektronik enthält dieser Teil auch den Neuentwurf einer digitalen Tastaturelektronik.	
Teil 2	20
Erweiterung zu bestehenden FORMANT-Moduln. Die bestehenden FORMANT-Moduln haben sich im praktischen Einsatz bereits mehrfach bewährt. Und doch machen kleine Änderungen und Erweiterungen die Bedienung noch einfacher und die musikalischen Möglichkeiten noch vielfältiger.	
Teil 3	28
Anpassung diverser ELEKTOR-Schaltungen an den FORMANT. Wie lassen sich musik-elektronische Schaltungen mit dem FORMANT verbinden? Dieses Kapitel beantwortet diese Frage anhand von fünf Beispielen.	
Teil 4	60
Stromversorgung und Verteilerfelder. Für die in diesem Buch vorgestellten Erweiterungsschaltungen ist das in Buch 1 beschriebene Netzteil zu aufwendig. Deshalb stellt dieser Teil einige preiswerte Alternativen vor. Die ebenfalls diesem Teil beschriebenen Verteilerfelder machen Patchcords mit mehreren Anschlüssen weitestgehend überflüssig.	
Teil 5	66
Neue FORMANT-Moduln. Zu den bisher vorhandenen neun FORMANT-Moduln stellt dieser Teil weitere 9 Moduln vor. Jedes einzelne Modul vergrößert die klangliche Vielfalt des FORMANT.	

Anhang A	98
Archivierung der gefundenen Klangeinstellung	
Anhang B	101
Die Naturtonreihe	
Anhang C	102
256-Töne-Sequencer	
Anhang D	105
Stabilisiertes + 9 V-Netzteil	
Anhang E	106
FET-Opamps für FORMANT	
Anhang F	109
Anschlußbilder von ICs und Transistoren	

Einleitung

Die hier beschriebenen Erweiterungsschaltungen dienen vor allem zur Komplettierung des FORMANT-Musiksynthesizers. Die einzelnen Schaltungen sind jedoch so ausgelegt, daß sie auch (nach evtl. Anpassung der Ein- und Ausgänge sowie der Versorgungsspannungen) in anderen Synthesizer-Systemen verwendet werden können. Einige Schaltungen sind darüber hinaus auch zu Meßzwecken im NF-Labor geeignet.

Zum Einsatz im FORMANT wird beim Einbau der Erweiterungsschaltungen folgender Mindestaufbau benötigt: 1 Manual (Keyboard Controller; z.B. der Digital Keyboard Controller, siehe Kap. 1), 1 VCO (Spannungsgesteuerter Oszillator), 1 VCF (Spannungsgesteuertes Filter), 1 VCA (Spannungsgesteuerter Verstärker; z.B. Dual-VCA der FORMANT-Serie), 1 Kontour-Generator (ADSR, auch Envelope Generator oder Envelope Sharper). Ein MINI-FORMANT ist prinzipiell ausreichend; für die Verbesserung der musikalischen Möglichkeiten gilt jedoch der Grundsatz: Je mehr, desto besser!

Bei sämtlichen Erweiterungsschaltungen wurde, soweit es sich um eigenständige Moduln handelt, das Baukastenprinzip der FORMANT-Serie, wie es auch bei den großen Studio-Synthesizern der Fa. MOOG Music Inc. Anwendung findet, beibehalten. Die Frontplatten- und Platinenvorschläge sind in Design und Abmessungen weitestgehend an die bereits vorhandenen FORMANT-Moduln angeglichen. Bei der Auswahl der einzelnen Schaltungen wurde besonders darauf geachtet, mit relativ einfachen (elektronischen) Mitteln möglichst musikalisch relevante Effekte erzielen zu können. Darüber hinaus wurde auf die Verwendung handelsüblicher Bauteile Wert gelegt. Bei selteneren, im Rahmen von Elektor noch nicht vorgestellten Halbleitern, sind Anschlußbilder und technische Daten beigefügt. Trotz der, im Vergleich zu kommerziellen Synthesizer-Systemen, einfachen Schaltungen muß bei der Auswahl der Bauelemente, wie auch im Rahmen der FORMANT-Serie mehrmals hingewiesen, auf Qualität geachtet werden: Typengezeichnete (mit Vignette!) Halbleiter namhafter Hersteller, Kohleschicht-

widerstände (max. 5% Toleranz) und Metallfilmwiderstände (max. 1% Toleranz), verlustarme und leckstromfreie Folienkondensatoren (z.B. WIMA MKS-4, Siemens MKH). Die in den Stücklisten angegebenen Metallfilmwiderstände und Cermet-Potentiometer und -Trimmer sollten keinesfalls durch Kohleschichtbauelemente ersetzt werden. Von "billigen" Bauteilen wird abgeraten, da diese zumeist die geforderten Parameter nicht aufweisen. Als Meßgeräte sind neben einem genauen Vielfachmeßinstrument (möglichst ein Digitalmultimeter) auch ein (Zweikanal-) Oszilloskop und gelegentlich ein Frequenzzähler erforderlich. Darüber hinaus leisten ein NF-Funktionsgenerator, ein dB-Meter sowie ein Leistungsverstärker und entsprechend dimensionierte Lautsprecher gute Dienste. Bei allen Abgleichvorgängen, die von der KOV (Keyboard Output Voltage) abhängig sind, sollte unbedingt beachtet werden, daß nach dem Loslassen einer Taste die KOV aufgrund der Leckströme langsam sinkt¹⁾. Deshalb

sollten alle Abgleichvorgänge bei gedrückter Taste vorgenommen werden. Ein kleines Gewicht kann hier als Ersatz der "dritten" Hand sehr nützlich sein. Bei entsprechend sorgfältigem Abgleich kann sich der FORMANT mit seinen Erweiterungsmoduln durchaus mit großen Studio-Synthesizern (z.B. Moog Serie 900, Roland Serie 700) messen. Die einzelnen Schaltungsbeschreibungen gehen auch gleichzeitig auf Einstellbeispiele und musikalische Tips zum Spielen der Erweiterungen zusammen mit dem FORMANT ein. Diese Beispiele sind jedoch nur als eine Art Orientierungshilfe gedacht und zeigen längst nicht alle musikalischen Möglichkeiten auf. Sie sollen aber dem Spieler den Zugang zum eigenen kreativen Arbeiten und Experimentieren mit dem Synthesizer und den hier beschriebenen Erweiterungen erleichtern. Um den Rahmen einer Bau- und Funktionsbeschreibung nicht zu sprengen, sind nur einige wenige Anwendungsmöglichkeiten im Detail beschrieben.

Die nachfolgende Aufstellung vermittelt einen Überblick über allgemein interessierende Daten der FORMANT-Erweiterungsschaltungen:

1) gilt nicht für den Digital Keyboard Controller

Versorgungsspannungen:	+15 V, -15 V bei einigen Schaltungen zusätzlich +5 V
Stromaufnahme:	ca. 3 mA/OpAmp - Verstärkerstufe durch weitestgehende Integration der Schaltungsfunktionen und Verwendung leistungsarmer Bauteile (LS - TTL, C - MOS) minimiert
Eingänge:	gegenseitig entkoppelt
Ausgänge:	niederohmig (500 Ω), kurzschlußfest
NF-Spannungen:	ca. 2,7 V _{SS}
Modulationsspannungen:	im Bereich von -5 V bis +5 V
CV-Charakteristik:	1 Volt/Oktave (für exponentielle Steuerungen, z.B. Tonhöhe)
Gate-Signale:	ca. +5,0 V ("key on"), ca. 0 V ("key off")

Ergänzungen fürs Keyboard

Es ist einleuchtend, daß es die Steuereinrichtungen sind, die einen Musik-Synthesizer für den Elektroniker zu einem brauchbaren Werkzeug machen. Es ist aber auch eine Tatsache, daß in sehr vielen Synthesizer-Schaltungen das Keyboard eher stiefmütterlich behandelt wird. Im FORMANT-Buch 1 ist das Keyboard (Tastatur) des Musik-Synthesizers bereits ausführlich in Teil 2 und Teil 3 besprochen. Die dort besprochenen Schaltungen haben sich gut bewährt, was nicht zuletzt auch die hohe Erfolgsquote beim Nachbau gezeigt hat. Für den "anspruchsvollen" Synthesizer-Freund hält dieses Kapitel noch einige "Leckerbissen" bereit, die vor allem die absolute Reproduzierbarkeit eines bestimmten "sounds" ermöglichen helfen sollen. Dabei wurde besonders darauf Wert gelegt, daß sich die Eingriffe in das bestehende FORMANT-Keyboard auf ein Minimum beschränken. Darüber hinaus fehlt aber keineswegs ein Schaltungsvorschlag für eine Neukonstruktion der Keyboard-Elektronik unter Verwendung der Digitaltechnik.

Anschlagsteuerung

(TOUCH CONTROLLER)

Der "Touch Controller" erzeugt und speichert eine Steuerspannung, die proportional der Stärke des Anschlags ist. Die am Ausgang eines Analogspeichers zur Verfügung stehende Steuerspannung bietet ein Höchstmaß von Akzentuierungsmöglichkeiten durch die Tastatur des Synthesizers. Die Tastatur benötigt dazu einen freien Umschaltkontakt.

Die Hauptaufgabe einer Synthesizer-Tastatur liegt wohl in der Bestimmung der Tonhöhe der Oszillatoren (VCOs). Die Ausgangs(-steuer-)spannung (KOV) kann aber auch zur Nachführung des Filterbeschneidungspunktes ("cutoff frequency") eines VCFs oder zur Veränderung der Frequenz von VC-LFOs (siehe Kap. 5) verwendet werden. Darüber hinaus wird von der Tastatur und der dazugehörigen Elektronik bei (meistens) ¹⁾ jedem Tastendruck ein Gate-Impuls abgeleitet, der vor allem die Hüllkurvengeneratoren aktiviert.

Die VCAs, ebenfalls "Hauptmoduln" im Synthesizer-Konzept, bleiben aber meistens von der Tastatur unbeeinflusst, da die Lautstärke eines Tones oder Klanges in der Regel unabhängig von der Tonhöhe oder des "Zustandes" des Tastendrucks ist. Wohl ist es möglich, die VCAs indirekt über die Hüllkurvengeneratoren von der Tastatur aus zu beeinflussen. Die Hüllkurven zeigen jedoch immer den selben Verlauf, egal, ob man die Taste(n) nur schwach drückt oder stark anschlägt.

Um dieser "Unzulänglichkeit" herkömmlicher Synthesizersysteme ein Ende zu bereiten, entstand die Anschlagsteuerung für spannungsgesteuerte Musik-Synthesizer ("Touch Controller").

Ein Synthesizer nach dem "Baukastenprinzip" ist ein Musikinstrument der "unbegrenzten Möglichkeiten". Jede beliebige "Verbindung" ist möglich, nichts ist verboten. Deshalb liegt es auf der Hand, daß der "Touch Controller"

natürlich auch, seinem ursprünglichen Zweck entfremdet, zur Steuerung beliebiger Synthesizer-Elemente verwendet werden kann, wobei durchaus musikalisch reizvolle Effekte zutage treten.

Das Schaltungsprinzip der Anschlagsteuerung geht aus Bild 1 hervor. In Ruhestellung ist der Kondensator C3 über den Umschaltkontakt der jeweiligen Taste positiv aufgeladen. Sobald die betreffende Taste gedrückt wird, öffnet sich der Umschalter für einen Moment, d.h. es liegt in dieser Zeit keine Spannung an. Die Dauer ist von der Stärke (eigentl. Schnelligkeit) des Tastendrucks abhängig.

In dieser Zeit wird C3 über R8, je nach Einstellung von P1 ("Touch Range"), mehr oder minder schnell entladen. Die Spannung an C3 kann jedoch aufgrund der Spannungsquelle einen Wert von +0,8 V ... +1,0 V nicht unterschreiten. Erreicht der Umschaltkontakt beim Drücken einer Taste die "Arbeitschiene", wird die momentane Spannung an C3 an den Analogspeicher (Sample and Hold) weitergegeben. Beim Loslassen einer gedrückten Taste wird der Umschaltkontakt wieder gegen die "Ruheschiene" gedrückt. In der Folge lädt sich C3 schnell auf den mit P2 (Bild 2) einstellbaren Wert auf.

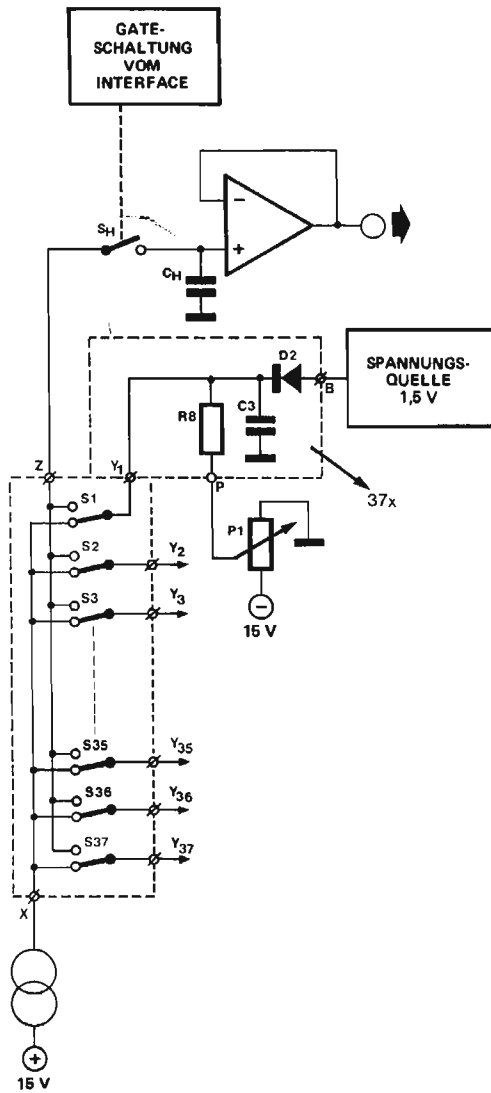
Der Analogspeicher gleicht im Aufbau der Sample-and-Hold-Schaltung des FORMANT-Interface. Um den Spannungsabfall ("drift") möglichst in Grenzen zu halten, ist auch diese Schaltung mit einem "Vor-" und "Haupt-" Sample & Hold ausgelegt. Für diesen Anwendungsbereich spielt das Drift-Problem nur eine untergeordnete Rolle, ganz im Gegensatz zum Sample & Hold für die KOV ²⁾, wo die Brauchbarkeit der gesamten Interface-Schaltung von der Stabilität des Sample & Holds abhängig ist.

Der FET-Schalter (T2) wird, wie im Sample & Hold des FORMANT-Interface, durch die Gate-Schaltung

1) siehe NPD (an anderer Stelle dieses Kapitels)

2) siehe auch Digital Keyboard Controller (an anderer Stelle dieses Kapitels)

1



300381-1-1

Bild 1. Prinzipschaltung der Anschlagsteuerung.

Bild 2. Gesamtschaltbild der Anschlagsteuerung. Für die einwandfreie Funktion müssen die gekennzeichneten Widerstände unbedingt Metallfilmtypen sein. Die Sourcewiderstände R2 und R4 sowie die FETs T1 und T3 müssen sorgfältig ausgewählt und angepaßt werden. Dazu eignet sich die in FORMANT-Buch 1 auf Seite 022 beschriebene Testschaltung.

Bild 3. Platinenlayout und Bestückungsplan für die Schaltung aus Bild 2. Der Abstand der Befestigungsbohrungen der Platine entsprechen jenen der Interface-Platine, so daß man beide Platinen mittels Distanzrollen aufeinander montieren kann.

„getriggert“. Im „Ruhezustand“ liegt an D1 eine negative Spannung von ca. -12 V bis -14 V , die den Drain-Source-Kanal von T2 fast vollständig blockiert (Übergangswiderstand mehrere Megaohm). Sobald eine Taste gedrückt wird, gelangt nach der mit P7 (Interface-Platine) einstellbaren Verzögerung für die Dauer des Tastendrucks eine positive Spannung ($+12\text{ V}$ bis $+14\text{ V}$) an D1, welche nun sperrt. Der Drain-Source-Widerstand von T2 fällt nun auf wenige hundert Ohm, d.h. der Schalter ist geschlossen und die am „Vor“-Sample & Hold anliegende (anschlagabhängige) Spannung gelangt an C2. Dem Analogspeicher folgt ein einfacher OpAmp-Spannungsfollower als Pufferstufe und Impedanzwandler.

Schaltungsaufbau

Der Platinenvorschlag (Bild 3) umfaßt die 1,5 V-Spannungsquelle, den Analogspeicher und die Pufferstufe. Die Platine ist in ihren Maßen so ausgelegt, daß sie mittels Distanzrollen (ähnlich wie der Dreieck/Sinus-Wandler für die LFOs – siehe Kap. 2) an der Interface-Platine des FORMANT befestigt werden kann. R8, C3 und D2 werden, entsprechend der Anzahl der Tasten, direkt am

Kontaktblock montiert. Die Verdrahtung ist aus Bild 4 ersichtlich. Die Verwendung von „Lötleisten“ oder „Tastaturstrips“, wie sie einige Firmen anbieten, vereinfachen die Verdrahtung und verbessern die „Transportfähigkeit“ des Instrumentes. Die FETs T1 und T3 (nur „A“-Typen verwenden) müssen den aus der FORMANT-Serie bekannten FET-Test vor ihrem Einbau in die Schaltung über sich ergehen lassen. Bild 5 zeigt nochmals die Testanordnung. Die Werte für die entsprechenden Sourcewiderstände können der Tabelle 1 entnommen werden. Für T2 kann auch ein „B“- oder „C“-Typ verwendet werden. Auf die Verwendung von Bi-FET-OpAmps (siehe Anhang FET-OpAmps für FORMANT) wurde der Einfachheit halber verzichtet, zumal bei dieser Schaltung „äußerste Präzision“ („drift“ und „tracking“) nicht so im Vordergrund steht.

Abgleich

(komplettes Interface notwendig!)
 Zunächst ist die Funktion des Analogspeichers zu überprüfen:
 a) Verbindung Z auftrennen. Eingang des Analogspeichers über Umschalter

U_S (V)	R_S (k Ω)
0,20	22
0,25	18
0,3 ... 0,4	15
0,4 ... 0,5	12
0,5 ... 0,8	10
0,8 ... 1,2	8,2
1,2 ... 1,6	6,8
1,6 ... 2,0	4,7

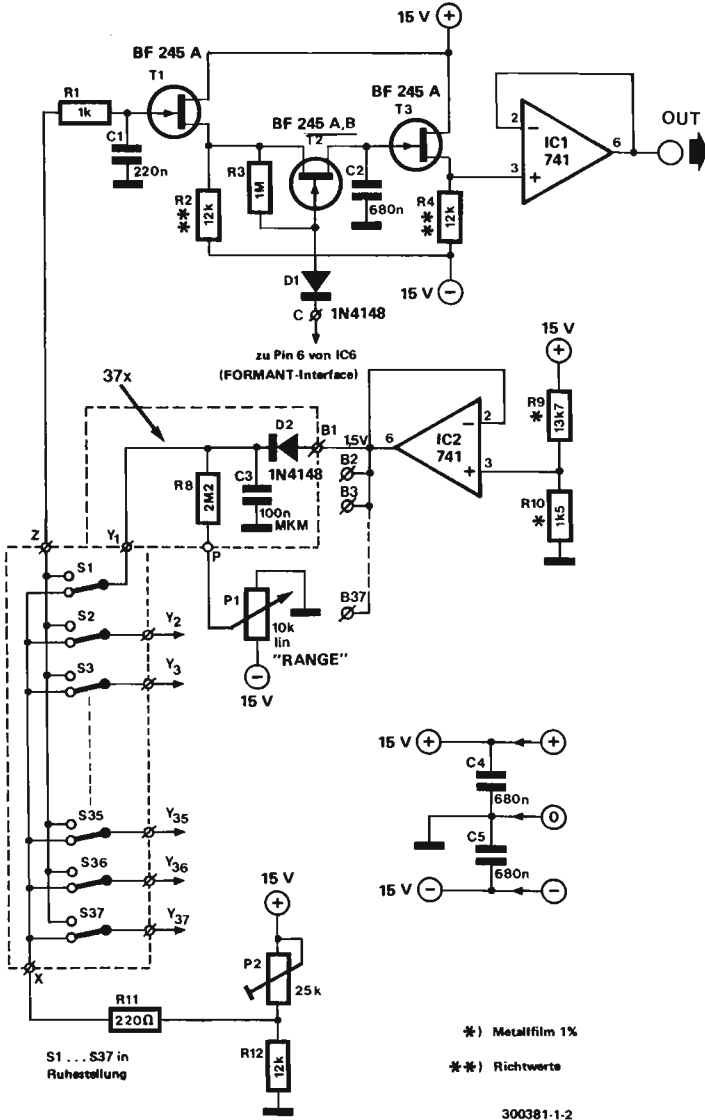
Tabelle 1. Anhand der Tabelle lassen sich zur gemessenen Spannung U_S die entsprechenden Sourcewiderstände R_S leicht ermitteln.

mit Masse und A (Interface-Platine) verbinden, den Umschalter vorerst auf Masse legen und eine beliebige Taste drücken. Die Source-Spannung an T3 muß kleiner als 4 V sein und darf sich auch nach dem Loslassen der Taste nicht verändern.

b) Umschalter nun auf A umschalten, die Source-Spannung an T3 darf sich dabei nicht ändern. Nochmals eine Taste drücken. Die Source-Spannung muß nun etwa $3,5\text{ V} \dots 4,5\text{ V}$ höher sein als zuvor. Dieselben Meßergebnisse müssen sich auch am Ausgang des Puffer-OpAmps (IC1) wiederholen lassen. Die einwandfreie Funktion des Sample & Holds wäre somit sichergestellt.

Zur Einstellung des Steuerspannungsbereichs zunächst die Verbindung Z wiederherstellen. Der Schleifer von P1 wird gegen Masse gedreht. Dann versucht man, eine Taste so schnell wie möglich zu drücken, wobei P2 so eingestellt wird, daß die Spannung am Ausgang des Puffers einen Wert von $5\text{ V} \dots 6\text{ V}$ nicht überschreitet.

2



*) Metallfilm 1%
 **) Richtwerte

300381-1-2

Stückliste zu Bild 2

Widerstände (Kohleschicht, 5%):

- R1 = 1 k
- R2, R4 = 12 k (Richtwert, siehe Text)
- R3 = 1 M
- R8 = 2M2 (bei einer 37-Tasten Tastatur insgesamt 37 Stück)
- R11 = 220 Ω (siehe Text)
- R12 = 12 k

Widerstände (Metallfilm, 1%):

- R9 = 13k7
- R10 = 1k5

Potentiometer:

- P1 = 10 k lin
- P2 = 25 k (Trimmer)

Kondensatoren

(Leckstromfrei und verlustarm):

- C1 = 220 n
- C2, C4, C5 = 680 n
- C3 = 100 n (bei einer 37-Tasten Tastatur insgesamt 37 Stück)

Halbleiter:

- T1, T3 = BF 245 A (2N5549, BF 244A)
- T2 = BF 245 A; B, C (2N3819, BF 244 A, B, C)
- D1, D2 = 1N4148 (bei einer 37-Tasten Tastatur insgesamt 37 Stück D2)
- IC1, IC2 = μA 741C

Sonstiges:

- 2 Distanzrollen
- 1 Klinkenbuche (3,5 mm) (siehe Text)
- Tastatur mit freien Umschaltkontakten

Bezugsquellen für Tastaturen mit freien Umschaltkontakten (ohne Gewähr)

BME Musikelektronik
 H.P. Baumann
 64, Rue de Welscheid
 L-9018 Werken
 Luxembourg

Tastaturen: Nr. Ky 003 3 Okt. (36 Tasten)
 Nr. Ky 105 5 Okt. (60 Tasten)
 Nr. Ky 023 6 Okt. (72 Tasten)
 2 Umschalt- und 1 Einschaltkontakt pro Taste

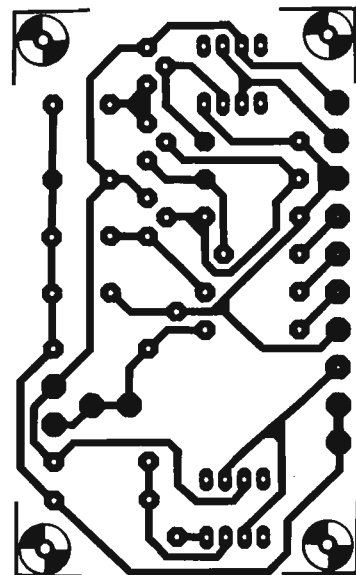
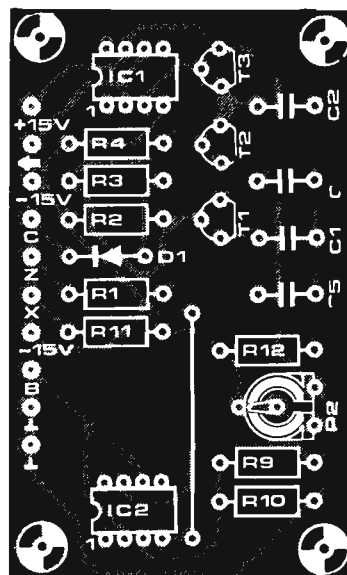
England:
 Phonosonics
 22 High Street,
 Sidcup, Kent, DA14 6EH, U.K.

Tastaturen: Kimber Allen

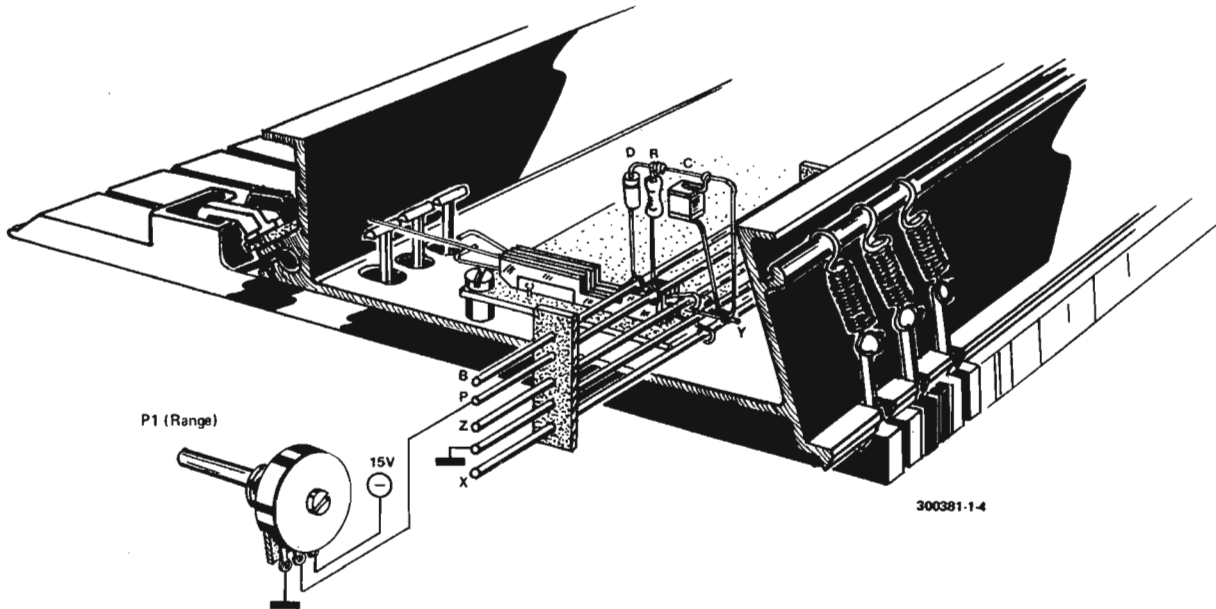
Kontakte: SKA
 3 octave keyboard (37 notes)
 4 octave keyboard (49 notes)
 5 octave keyboard (61 notes)
 contact assemblies: type 4PS
 3 pairs of contacts, each pair normally open — plus a single-pole changeover contact!

Weitere Informationen erhält man gegen Einsendung von 2 internationalen Antwortscheinen.

3



4



5

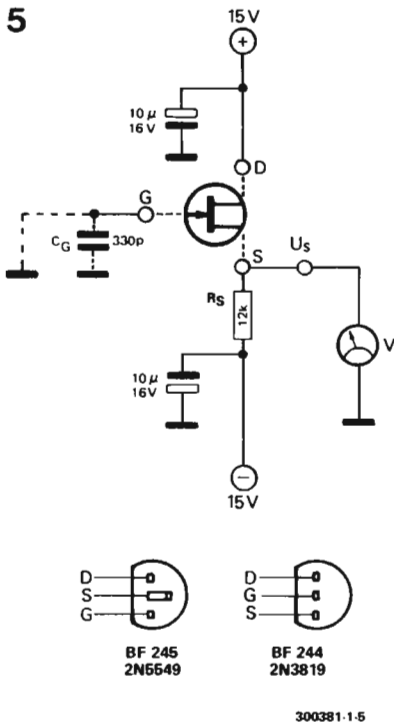


Bild 4. Montagezeichnung für die Verdrahtung der Tastenkontakte. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nur die Kontakte und die Erweiterung für die Anschlagsteuerung gezeichnet.

Bild 5. Die zur Ermittlung der jeweiligen Sourcewiderstände notwendige Testschaltung. Die genaue Funktionsbeschreibung entnehmen Sie dem FORMANT-Buch 1, Seite 022.

Bild 6. Vorschlag für einen Frontplatten-aufkleber, mit dem die FORMANT-Interface-Frontplatte ergänzt werden kann.

6



Anwendungsmöglichkeiten

Mit der am Ausgang zur Verfügung stehenden Steuerspannung, für die am besten eine eigene 3,5-mm-Klinkenbuchse an der Hinter- oder Seitenwand des Manualgehäuses vorzusehen ist, kann vor allem der AM-Eingang der FORMANT-VCA's zur direkten Lautstärkebeeinflussung durch die Tastatur angesteuert werden³⁾. Mit dieser Grundeinstellung lassen sich vor allem anschlagabhängige, pianoartige Effekte realisieren. Eine gute Nachbildung des Dynamikverhaltens von Klavierinstrumenten läßt sich vor allem bei zusätzlicher Hüllkurvenbeeinflussung des VCA's mit einer "gemischten" AD/AR-Hüllkurve, wie sie für diese Instrumentengruppe typisch ist, erzeugen. Darüber hinaus ist die anschlagabhängige Steuerspannung auch zur Filtermodulation (TM), Frequenzmodulation (FM) oder zur Variation der Modulationsfrequenz eines VC-LFO's verwendbar. Musikalisch besonders interessant ist dabei die Ansteuerung von VCF's: Eine sich (bei unterschiedlichem Tastenanschlag) rasch verändernde Colourierung wird durch "Modulation" der "Beschneidungsfrequenz" ("cutoff frequency") erzeugt, wodurch anschlagabhängige "Wha-wha"-Effekte entstehen.

Tabelle 2

Technische Daten:

Eingangswiderstand am Analogspeicher:	ca. 10^{12} Ohm
Drift (Spannungsabfall, gemessen am Ausgang des Analogspeichers):	typ. 0,15 mV/s
max. Eingangsspannung am Speicher:	+15 V
Steuerspannungsbereich:	+0,8 V . . . ca. +5 V (einstellbar)
Charakteristik:	ca. 12 dB/Oktave (bei Änderung eines exp. VCA's)

Ergänzende Literatur:

T. Orr, ETI String Thing, Transcedent DPX, part 4, Electronics Today International, Vol. 8, No. 11 (Nov. 1979), p. 64 ff.

3) Das "Gain"-Poti des DUAL-VCA's muß dabei, um Übersteuerungen zu vermeiden, entsprechend zurückgedreht sein.

Portamento Ein/Aus-Schalter

(PORTAMENTO ON/OFF - SWITCH)

Durch einen zusätzlichen Umschalter kann die gewünschte Portamento-Stärke vorgewählt werden, welche bei Bedarf dann "ohne langes Probieren" sofort zur Verfügung steht und jederzeit exakt reproduzierbar ist. – Eine wertvolle Hilfe für den "live"-Einsatz des FORMANT!

Diese winzige, aber in ihrer Bedeutung nicht zu unterschätzende Änderung zum Formant-Interface wendet sich vor allem an die FORMANT-Besitzer, die ihr Gerät auch auf der Bühne oder im Studio verwenden.

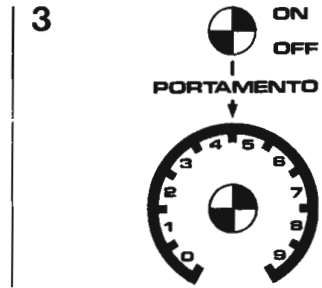
Der Effekt des Portamentos (gleitende, nicht sprunghafte, Steuerspannungsveränderungen) ist gerade beim "live"-Spiel oft nur schwierig einzustellen, da der "Gleiteffekt" nicht nur von der Potentiometerstellung sondern auch vom "Abstand" der gedrückten Tasten abhängig ist. Da der Effekt beim FORMANT-Interface nur dann verschwindet, wenn das entsprechende Potentiometer (P1) auf "Null" gedreht wird (denn immer mit dem gleichen Effekt zu spielen ist auf Dauer auch "ermüdend"), kann er, wenn er wieder gebraucht wird, nur schwer sofort in der gewünschten Stärke eingestellt werden.

Bild 1 zeigt den geänderten Ausschnitt des Interface-Schaltbildes (siehe FORMANT-Buch 1, Seite 017, Bild 10). Das Portamento-Potentiometer wird mit dem zusätzlichen Schalter einfach wahlweise "kurzgeschlossen". Wie die Veränderung der Verdrahtung der Interface-Frontplatte durchzuführen ist, geht aus Bild 2 hervor. Der Schalter wird zweckmäßigerweise über dem Portamento-Potentiometer angebracht. Bild 3 zeigt einen möglichen Vorschlag für einen Frontplattenaufkleber, mit dem der optische Eindruck einer "vorgefertigten" Frontplatte nicht beeinträchtigt wird.

Bei Verwendung eines Miniatur-Kippschalters sollte beim Bohren des dafür notwendigen Befestigungsloches wie folgt vorgegangen werden, um Beschädigungen der Frontplatte zu vermeiden. Diese Hinweise sollte man auch bei den in anderen Kapiteln beschriebenen Veränderungen an weiteren FORMANT-Frontplatten un-

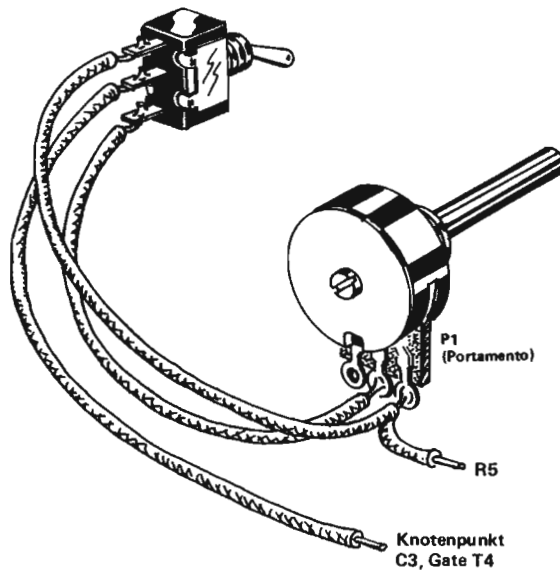
bedingt Beachtung:

- Bohrstelle genau mit einem Körner markieren.
- Nur auf einer sauberen Unterlage bohren, da sonst Kratzer unvermeidlich sind. Die Verwendung eines Bohrständers ist zu empfehlen.
- Zuerst mit einem 3- oder 4-mm-Spiralbohrer vorbohren, dann mit 6,5 mm nachbohren. Dabei ist zu beachten, daß der Bohrer exakt im Bohrfutter eingespannt ist, da sonst "fünf-" oder "siebeneckige" Löcher entstehen.



- Beim Entgraten sollte darauf geachtet werden, daß die Frontplattenbeschriftung nicht zerkratzt wird. Hierzu kann man mit einem größeren Bohrer (z.B. 8 mm) das zu entgratende Loch (bei niedriger Drehzahl!!)

2



300381-1-8

Bild 1. Der zusätzliche Umschalter S ist beim FORMANT-Interface eine sehr einfache, aber wirkungsvolle Änderung.

Bild 2. Die Änderung in der Frontplattenverdrahtung bieten keine Schwierigkeiten. Die Zeichnung zeigt, wie sie vorzunehmen sind.

Bild 3. Vorschlag für einen Frontplattenaufkleber, damit man die Interface-Frontplatte weiter verwenden kann.

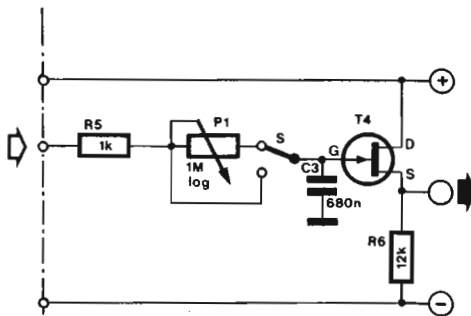
etwas anbohren.

- Anschließend den Aufkleber anbringen. Das Loch wird mit einem scharfen Bastelmesser ausgestochen.

Anstatt eines Aufklebers kann man notfalls auch ein Schriftprägeband (z.B. "dymo") verwenden. Wer neben dem Portamento-Schalter auch die Anschlagsteuerung oder (und) den New Pitch Detector einzubauen beabsichtigt, sollte eine Neuanfertigung der gesamten Interface-Frontplatte erwägen (siehe Frontplattenvorschlag an anderer Stelle dieses Kapitels).

Der Einbau des Portamento-Schalters ist vor allem auch dann empfehlenswert, wenn ein von der Tastatur aus zu programmierender (digitaler) Sequencer (z.B. 256-Töne-Sequencer, siehe Anhang) verwendet wird, da die gleitenden Tonfolgen im "Read-Modus" zu Fehlprogrammierungen führen können.

1



300381-1-7

New Pitch Detector

Nicht selten kommt es beim Spielen eines Musik-Synthesizers vor, daß eine angespielte Note nicht wiedergegeben wird. Dies tritt vor allem dann auf, wenn VCFs und VCAs mit automatischen Hüllkurven (aus den FORMANT-ADSRs) versorgt werden und man mehr als eine Taste drückt. Der NPD hilft das Spielen auf der Synthesizer-Tastatur zu erleichtern, indem er bei *jedem* Tastenanschlag, bei dem sich die KOV (Keyboard Output Voltage) ändert, für die Auslösung der Hüllkurve(n) sorgt!

Das "Verschlucken" von Tönen im FORMANT (und auch in vielen anderen Musik-Synthesizern) kann mehrere Ursachen haben. Zum ersten sind die ADSRs mit einer gewissen Trägheit behaftet, d.h., daß das Gate-Signal eine gewisse Mindestdauer (minimale Attack- u. Release-Zeit ca. 20 ms) besitzen muß, damit überhaupt eine nennenswerte Hüllkurve zustande kommt. Schuld können aber auch "schlechte" Potentiometer in ADSR sein, deren Restwiderstand größer als 10Ω ist.

Meist liegt es aber einfach daran, daß der Spieler, gewollt oder ungewollt, zwei oder mehrere Tasten gleichzeitig drückt (wobei beim FORMANT-Keyboard immer nur der tiefste Ton hörbar ist). Dabei kann natürlich kein Gate-Impuls ausgelöst werden, da immer mindestens ein Tastenkontakt des Gate-Zweiges geschlossen ist. In der Folge können die VCFs und VCAs nicht "aufgesteuert" werden, da die Hüllkurven ausbleiben. Abhilfe schafft hier der NPD (New Pitch Detector), dessen Funktion man in einer freien Übersetzung mit "Neue-Taste-ist-gedrückt-Detektor" beschreiben kann. Mit ihm wird es also möglich, daß auch beim "legato"-Spiel (= gebundenes Spiel) mit jedem "neuen" Ton auch eine "neue" Hüllkurve entsteht. Das Hüpfen auf den Tasten ("staccato"), das oft zur exakten Reproduktion von Tonfolgen hinderlich ist, hat nun ein Ende!

Die Blockschaltung in Bild 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau des New Pitch Detectors. Die Schaltung besteht im wesentlichen aus dem "Impuls-Generator" und dem "Gate-Follower".

Impuls - Generator

Zum "Erkennen", ob eine neue Taste angespielt worden ist, differenziert der NPD die Spannungsänderungen der KOV. Damit diese aber einwandfrei erkannt werden können, darf die KOV (noch) nicht durch gleitende Portamento-Effekte beeinflußt sein.

Auf den Impedanzwandler IC1, der verhindert, daß die Sample & Hold-Schaltung des Interface belastet wird, folgt ein mit IC2 aufgebaute hochverstärkender Verstärker. Er formt aus den Spannungsänderungen der KOV kurze Nadelimpulse. Die Signale am Ausgang von IC2 sind bei abwärts gespielten Tonfolgen negativ, bei aufwärts gespielten Tonfolgen positiv. Die negativen Impulse werden über D1 weitergeleitet. Springt der Ausgang von IC2 jedoch auf ein positives Potential, gelangt das Signal über R4 auf den mit IC3 aufgebauten Inverter und wird über D2 weitergeleitet. An R7 liegt somit auf alle Fälle ein negatives Signal, welches über T1 und T2 weiter verstärkt wird. Am nichtinvertierenden Eingang von IC5 wird das Signal mit dem Ausgang der Gate-Schaltung des Interface kombiniert. Dadurch wird verhindert, daß beim erneuten Anspielen der zuletzt gedrückten Taste kein Gate-Signal erzeugt wird.

Gate-Follower

Der NPD kann wahlweise im Manual- oder im Modulgehäuse untergebracht werden, wobei sich im Aufbau des Gate-Followers geringfügige Unterschiede ergeben.

Bei Verwendung des New Pitch Detectors im Manualgehäuse besteht der Gate-Follower im wesentlichen nur aus einem Komparator (siehe Bild 2). Die "Schaltschwelle" ist mit dem Spannungsteiler R11/R12 auf ca. +2,3 V festgelegt. Am Ausgang G2 liegt, wie am Ausgang der Gate-Schaltung des Interface, bei gedrückter Taste eine Spannung von ca. +12 V ... 14 V, sonst ca. -12 V ... 14 V. Nur beim "legato"-Spiel unterscheidet sich der Spannungsverlauf der beiden Ausgänge (siehe

Stückliste zu Bild 2.

Widerstände (Kohleschicht, 5%):

R1, R9 = 8k2
R2, R15 = 1 k
R3 = 100 k
R4, R6, R13 = 15 k
R5, R10 = 39 k
R7 = 4k7
R8 = 27 k
R11 = 12 k
R12 = 2k2
R14 = 1k8

Kondensatoren:

C1 = 82 n (68 n + 15 n oder
47 n + 33 n)
C2 = 47 n
C3, C4 = 470 n

Halbleiter:

D1, D2, D3, D4 = DUS
T1 = TUP
T2 = TUN
IC1 ... IC4 = μ A 741C

Sonstiges:

1 Miniaturschalter 1 x UM

Die Stückliste zu Bild 3 ist bis auf folgende Ausnahmen mit der Stückliste zu Bild 2 identisch:

Widerstände (Kohleschicht, 5%):

R14 = 3k3
R15 = 1k8
R16 = 1 k

Halbleiter:

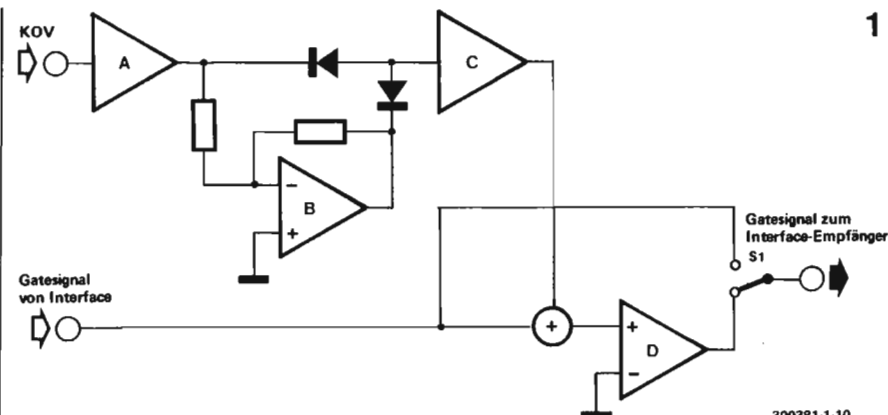
D5 = DUG

Bild 5), denn an G2 springt die Spannung bei jeder KOV-Spannungsänderung kurzzeitig (ca. 2 ms) auf negatives Potential, wodurch in den Kontourgeneratoren eine neue Hüllkurve ausgelöst wird. Mit dem Schalter S1 kann zwischen "normalem" und NPD-Gate-Signal gewählt werden.

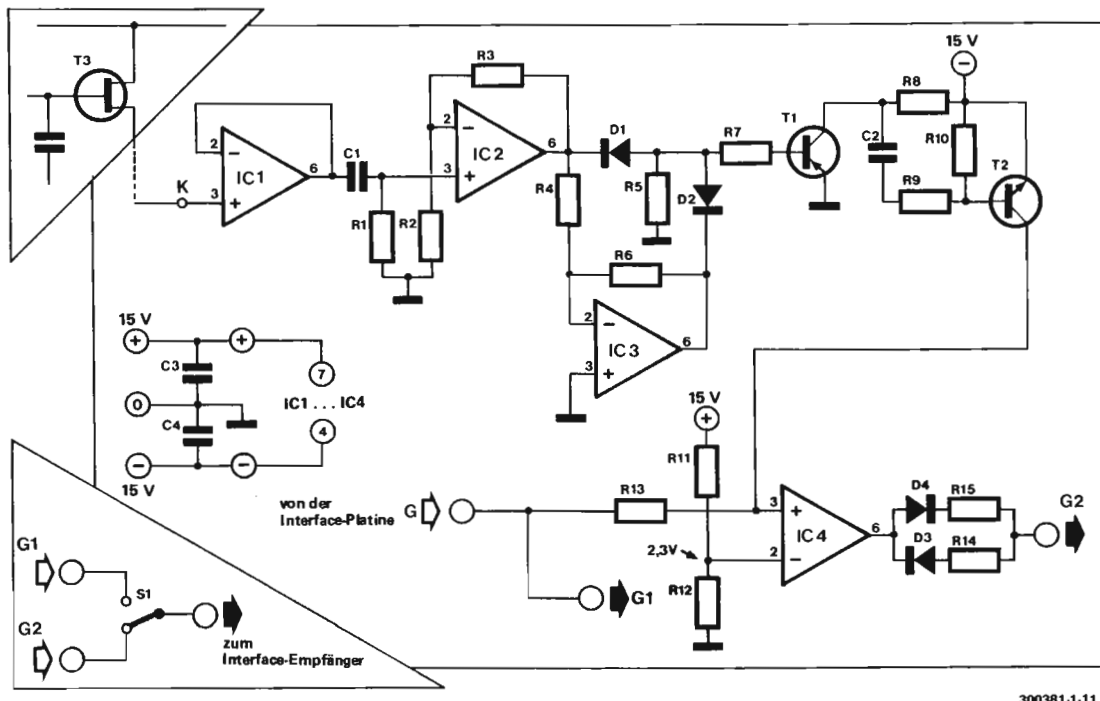
Für den Einbau des New Pitch Detectors ins Modulgehäuse ist der Aufbau nach dem Schaltplan von Bild 3 vorzunehmen. Unterschiedlich sind hier nur die zusätzlichen Bauteile R16 und D6. Die Diode klemmt die negativen Ausgangssignale von IC4 auf Massepotential, der Spannungsteiler R15/R16 teilt die positiven Signale auf ca. +5 V, wodurch die FORMANT-ADSRs direkt ansteuerbar sind. Das Signal an G2 entspricht somit in seinem Bereich dem Gate-Signal des Interface-Empfängers.

Schaltungsaufbau und Test

Bild 4 zeigt die Platine und den Bestückungsplan. Je nachdem, wo der NPD eingebaut werden soll, sind geringfügige Änderungen vorzunehmen.



2



300381-1-11

Bild 1. Prinzipschaltbild des New-Pitch-Detectors. Das KOV-Signal gelangt über einen Verstärker (A), einen Inverter (B) und einen Impuls-Generator (C) zum Gate-Follower (D).

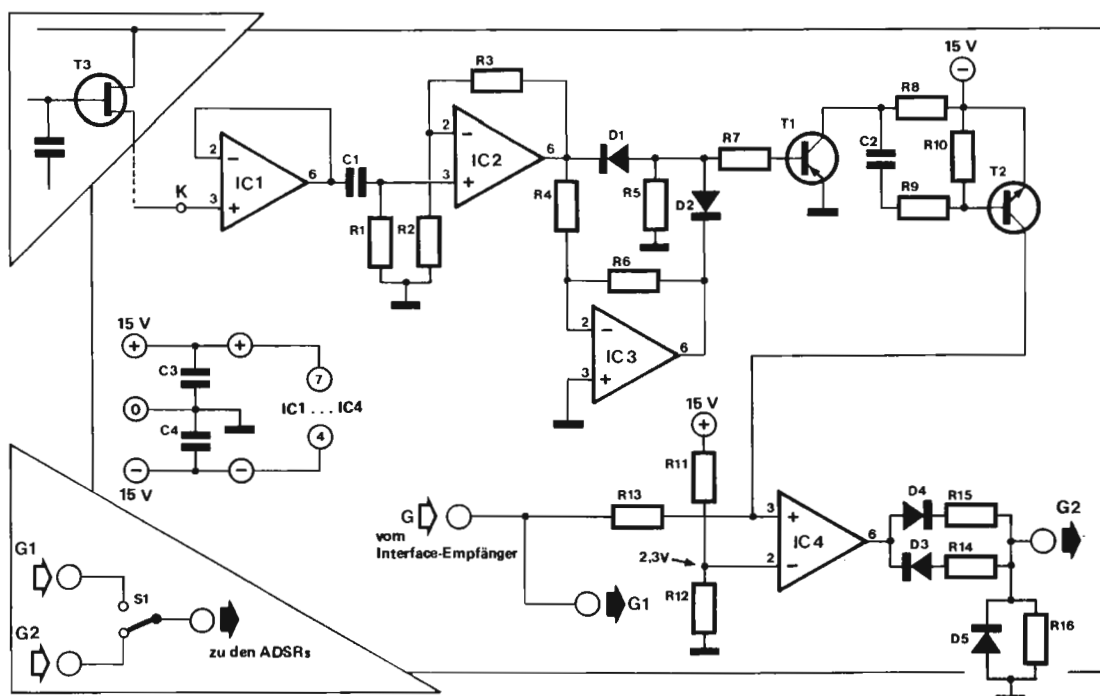
Bild 2. Schaltbild des New-Pitch-Detectors für den Einbau ins Manualgehäuse. Das Interface-signal wird dem Eingang G zugeführt. Über einen Umschalter S1 steht am Ausgang das ursprüngliche Gatesignal (G = G1) oder das New-Pitch-Signal G2 zur Verfügung.

Bild 3. Schaltbild des New-Pitch-Detectors für den Einbau ins Modulgehäuse. Diese Schaltung unterscheidet sich zur Schaltung aus Bild 2 nur durch die zusätzliche Diode D5 sowie den Widerstand R16.

Beim Einbau des New Pitch Detectors ins Manualgehäuse muß man folgende Verbindungen zum FORMANT-Interface herstellen: Den Knotenpunkt T3, R4, R5 mit dem Anschlußpunkt K verbinden und den Ausgang der Gate-Schaltung mit dem Eingang G. Die Platinenmaße sind so dimensioniert, daß die NPD-Schaltung leicht an der Hinter- oder Seitenwand eines nur 6 cm hohen Manualgehäuses Platz findet. Falls auf eine neue Interface-Frontplatte (siehe an anderer Stelle in diesem Kapitel) verzichtet wird bzw. kein Platz für S1 vorhanden sein sollte, kann dieser auch entfallen. In diesem Fall ist der Ausgang G2 mit der Interface-Leitung der "Nabelschnur" zu verbinden. Beim Einbau des NPD ins Modulgehäuse

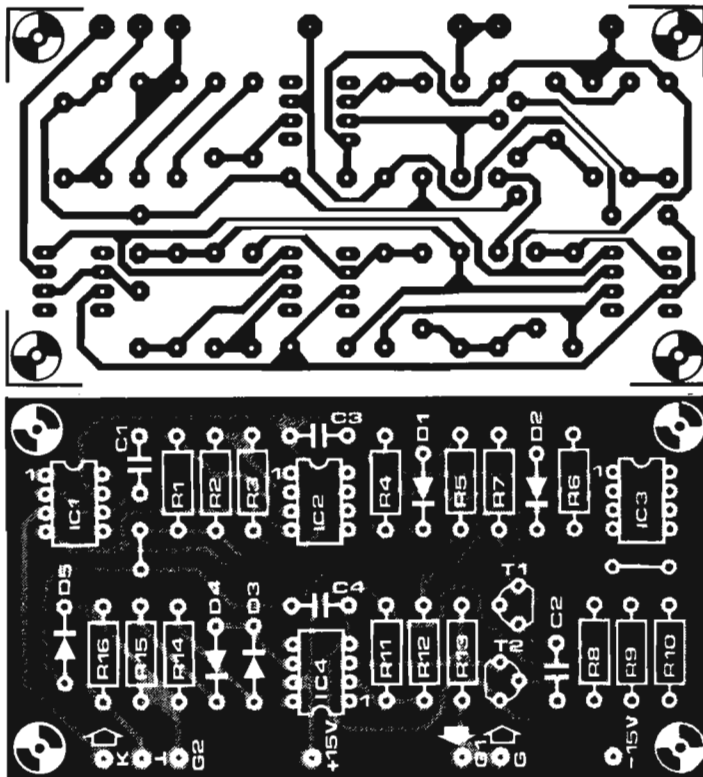
müssen die Diode D5 und der Widerstand R16 mit eingelötet werden. Bei der Montage wird sodann der Gate-Ausgang des Interface-Empfängers mit dem Eingang G verbunden, der KOV-Ausgang mit dem Eingang K. Dies ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn auch ein Portamento-Schalter (an anderer Stelle dieses Kapitels) vorhanden ist, da bei eingeschaltetem Portamento eine sichere Funktion des NPD nicht gewährleistet ist. "Legato"-Spiel ist in diesem Fall nur bei abgeschaltetem Portamento möglich. Abhilfe schafft eine 6-adrige Verbindung zwischen Manual- und Modulgehäuse. Die 6. Leitung wird dann einerseits mit der KOV am Verbindungspunkt T3, R4, R5 (FORMANT-Interface) und andererseits mit dem Eingang K am NPD

3



300381-1-12

4



Digital Keyboard Controller

Ein digitales Keyboard weist gegenüber einer analogen Ausführung entscheidende Vorteile auf: Völlig driftfreie KOV (Keyboard Output Voltage)! Darüber hinaus wird nur ein Tastenkontakt benötigt¹⁾. Durch Verwendung von LS-TTL-ICs ist die Stromaufnahme der Schaltung sehr gering.

Der allgemeine Trend zur "Digitalisierung" in der Elektronik macht auch vor der Studioteknik im allgemeinen und der Musik-Synthesizer-Technik im besonderen nicht halt. Immer mehr kommerzielle Synthesizer-Hersteller (z.B. Oberheim, PPG, Sequential Circuits, Crumar) bringen digitale Musik-Synthesizer auf den Markt, die größtenteils dann sogar polyphon (vieltimmig) spielbar sind.

Die Tastatur ist die wichtigste Spielhilfe eines Musik-Synthesizers zur Erzeugung von Steuerspannungen und Gate-Impulsen. Neben der Steuerung der Frequenzschneidungspunkte der VCFs dient die Tastatur und die dazugehörige Elektronik (als Einheit "Keyboard Controller" genannt) vor allem zur Bestimmung der Tonhöhe der spannungsgesteuerten Oszillatoren. Für die Brauchbarkeit der Synthesizer-Tastatur (-Elektronik) ist von entscheidender Bedeutung, daß die angespielten Töne möglichst lange ohne hörbare Tonhöhen-schwankungen wiedergegeben werden. Dabei macht sich schon ein Spannungsabfall von $1/12\text{ V}$ ($= 83,3\text{ mV}$) als Differenz von einem Halbton²⁾ bemerkbar! Diesem Problem muß umso mehr Beachtung geschenkt werden, da das menschliche Gehörorgan äußerst empfindlich auf Tonhöhen-schwankungen reagiert. Ein "geschultes" Ohr kann Tonhöhen-schwankungen von $0,2\%$ ³⁾ ohne weiteres wahrnehmen (man denke an das "Jaulen" von Plattenspielern und Tonbandgeräten).

Bei der in den meisten (analogen) Synthesizern verwendeten Tastatur-Elektronik, die im wesentlichen aus einem oder mehreren Analogspeichern (Sample & Hold) besteht, läßt dieses Quatitätskriterium oft zu wünschen übrig. Schuld daran ist vor allem der in analogen Sample & Holds auftretende Spannungsabfall ("drift"). Dieser wird durch die Leckströme der Speicherkondensatoren hervorgerufen. Dazu kommt noch die Temperaturinstabilität ("tracking") der Bauteile. In diesem Zusammenhang ist es jedoch

1) Eine evtl. dadurch freibleibende Kontaktreihe kann für die in diesem Kapitel beschriebene Anschlagsteuerung genutzt werden.

2) bei Verwendung einer Steuerspannungs-Charakteristik von 1 V/Okt .

3) Frequenzunterschiedsschwelle $\Delta f/f$: typ. $0,3\%$

verbunden.

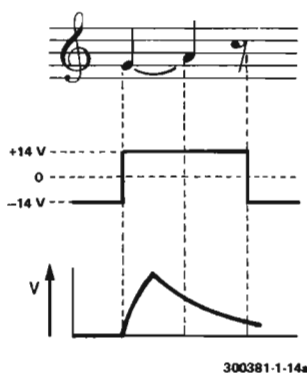
Zum Test muß die Platine vollständig bestückt und mit dem Interface (-Empfänger) verdrahtet sein. Bei gedrückter Taste muß die Spannung am Ausgang G2 $+12\text{ V} \dots 14\text{ V}$ (beim Einbau im Manualgehäuse $+5\text{ V}$), nach dem Loslassen $-12\text{ V} \dots 14\text{ V}$ (beim Einbau im Manualgehäuse 0 V) betragen. Die einwandfreie Funktion des Impuls-Generators kann nur mit einem Oszilloskop nachgewiesen werden, da normale Multimeter zu träge sind. Zu erwähnen wäre noch, daß die Schaltung

Bild 4. Platinenlayout und Bestückungsplan für den New-Pitch-Detector. Je nach Einbau der Platine ins Modul- oder Manualgehäuse sind geringfügige Änderungen vorzunehmen.

Bild 5a. Spannungsverlauf am Ausgang der Gate-Schaltung des FORMANT-Interface-Moduls und AD-Hüllkurvenverlauf.

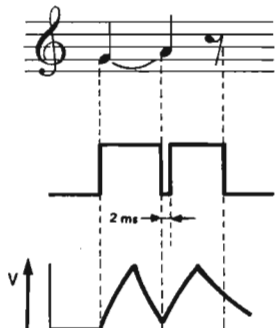
Bild 5b. Spannungsverlauf am Ausgang G2 der NPD-Schaltung (beim Einbau ins Manualgehäuse) und AD-Hüllkurve.

5a



300381-1-14a

b



300381-1-14b

ohne jeglichen Abgleich funktionieren müßte. Falls die Tasten nach Einbau des NPD "durchsingen" sollten, ist eine neuerliche Justierung der Tastenkontakte erforderlich.

Von den Vorteilen des New Pitch Detectors kann man sich anhand einer Schaltungsbeschreibung weniger gut eine Vorstellung machen, als wenn man den Unterschied selbst beim Spielen bemerkt.

Literatur:

M. Bertuch, *Legato-Gate-Impuls-Generator (LeGIG)*, Patchcord, Nr. 2, S. 13, 14

Elektor, Juli/Aug. 1980, S. 7-58/59

wert zu erwähnen, daß sich das analoge FORMANT-Keyboard mit seinen technischen Daten recht gut sehen lassen kann. Mit einiger Sorgfalt bei der Auswahl der Bauteile und bei präzisiertem Abgleich kann ohne weiteres ein typischer Spannungsabfall von 0,15 mV/s erreicht werden. Das entspricht einem Frequenzversatz von einem Halbton innerhalb von 9 min. 15 sec.!

Wer jedoch äußerste Präzision wünscht, ist mit dem Digital Keyboard Controller besser bedient, da die genannten Nachteile durch Verwendung volldigitaler Speicher von vornherein ausgeschlossen sind. Beim Entwurf der Schaltung wurde besonders auf geringen Stromverbrauch (LS-TTL-ICs) und möglichst geringen Schaltungsaufwand Wert gelegt.

Zu den Eigenschaften dieser Schaltung gehört auch, daß sie jedem beliebigen Tastaturumfang (bis max. 48 bzw. 64 Tasten) ohne größere Änderungen angepaßt werden kann. Eine mögliche Fehlinformation durch Betätigung mehrerer Tasten gleichzeitig verhindert die Verwendung von binären Prioritätsencodern. Das macht auch den Einbau des FORMANT unter Verwendung des Digital Keyboard Controllers in elektronische Orgeln interessant, da an die Tastenkontakte keine großen Anforderungen gestellt sind. Die Tastatur-Elektronik ist auf "highest key priority" ausgelegt, d.h. daß immer die Tasteninformation der höchsten gedrückten Taste gespeichert wird. Bei Bedarf kann man darüber hinaus einen digitalen Sequencer oder einen Micro-Composer direkt anschließen.

Die Schaltung

Die Schaltung besteht aus einem Digital- und einem Analogteil, die nach Möglichkeit auch getrennt mit Strom versorgt werden sollen. Bindeglied zwischen beiden Teilen ist der Digital/Analog-Wandler (DAC).

Digitalteil. Die mit 74LS148 aufgebauten 8-zu-3-Prioritätsencoder setzen die Tasteninformationen ("Key on" = 0, "Key off" = 1) in den BCD-Code (invertiert) um. Dabei ist für je 8 Tasten ein Encoder vorgesehen, deren Ausgangssignale untereinander mittels NANDs (74LS10/20/30) verknüpft sind. An deren Ausgängen, die auch zur direkten Steuerung eines digitalen Sequencers oder eines MicroComposers benützt werden können, liegen die Signale in nichtinvertierter Form vor.

Den digitalen Speicher bilden drei 2-Bit-D-Flipflops (untergebracht in 2 x 74LS75). Über die Enable-Eingänge wird eine wirksame Entprellung durch verzögerte Triggerung erreicht. Die Triggerschaltung ist mit zwei monostabilen Multivibratoren mit Schmitt-Trigger-Eingängen (74121) aufgebaut. Aus ihr wird auch das Gate-Signal abgeleitet. Die Gate-Schaltung besteht im wesentlichen aus einem aus der FORMANT-Interface-Schaltung bereits bekannten Komparator.

Tabelle 1

Versorgungsspannung	max. +7 V (normal +5 V ± 0,5 V)
Eingangsspannung	max. +5,5 V
Temp.-Bereich	-55°C ... +125°C
Nichtlinearität	± 0,5 LSB
Offset-Spannung	typ. 3,0 mV max. 5,0 mV
Stromaufnahme	typ. 5 mA max. 9 mA
Interne Referenzspannung	2,55 V ± 0,125 V

Tabelle 1. Technische Daten des D/A-Wandlers ZN 426 E - 8.

Die Bilder 1a und 1b zeigen den Tastenencoder für eine 4- bzw. 5-Oktaven-Tastatur. Die Keyboardtasten sind in Ruhestellung gezeichnet. Nichtbenötigte Encoder- und NAND-Eingänge (z.B. bei einer 49-Tasten- oder 61-Tasten-Tastatur) müssen über einen 1k-Widerstand mit der 5V-Versorgungsspannung verbunden sein. Die Trigger-Schaltung einschließlich der Gateimpulserzeugung zeigt Bild 1c.

Digital/Analog-Wandler. Bild 2 zeigt die entsprechende Schaltung. Als Konverter findet der ZN 426E-8 von Ferranti Verwendung; er ist trotz seiner guten Parameter auch preislich interessant. Um eine vollkommene Trennung der Versorgungsspannungen für das Digital- und Analogteil zu erreichen, sollten die (LS-)TTL-ICs entweder von einer eigenen Spannungsquelle (z.B. +5 V vom FORMANT-Netzteil) oder über die (einstellbare) +5 V-Stromversorgung (siehe Kap. 4) betrieben werden. Der Digital/Analog-Wandler selbst wird von einem Festspannungsregler versorgt. Wegen der geringen Stromaufnahme ist ein 78L05 völlig ausreichend. Dem Digital/Analog-Wandler folgt ein Puffer-OpAmp.

Die Tabelle 1 faßt die wichtigsten technischen Daten für den Digital/Analog-Wandler ZN 426E-8 zusammen.

Analogteil (Bild 3). Dem D/A-Wandler-Block schließt sich eine (abschaltbare) Portamento-Schaltung an. Der Gleit-effekt wird einfach durch Integration der Steuerspannungsänderungen mittels eines RC-Gliedes erzeugt. Die Zeitkonstante ist mit dem Potentiometer einstellbar. Der Portamento-Schalter (an anderer Stelle in diesem Kapitel) wurde hier übernommen.

Der im FORMANT-Interface übliche FET-Source-Folger ist hier durch einen J-FET-OpAmp-Spannungsfolger ersetzt, um eine bessere Temperaturstabilität zu gewährleisten. Der darauf folgende Ausgangs-Addierer und die OpAmp-Pufferstufe lehnt sich an das FORMANT-Interface an. Dieser Schaltungsteil übernimmt die Gesamtstimmung ("grob" und "fein") sowie

die zentrale Frequenzmodulation. Die Stimmung kann dabei um bis zu 5 V (entspricht 5 Oktaven) nach oben und unten verschoben werden. Die Feinstimmung ist in einem Bereich von ± einem Halbton einstellbar. Die Frequenzmodulation (FM) ist auf einen maximalen "Hub" von 0,5 V/Okt. ausgelegt.

Aufbauhinweise

Aus Kostengründen ist es empfehlenswert, die Schaltung auf "veros" aufzubauen, die sich in der Praxis auch im Bühneneinsatz und bei längerem Transport bewährt haben, da als Prints sonst nur doppelseitig-beschichtete und durchkontaktierte in Frage kommen.

Es hat sich als günstig erwiesen, die Stromversorgung des Digitalteiles von der des Analogteiles zu trennen. Als Stabilisierung ist die bereits erwähnte +5 V-Stromversorgung ausreichend.

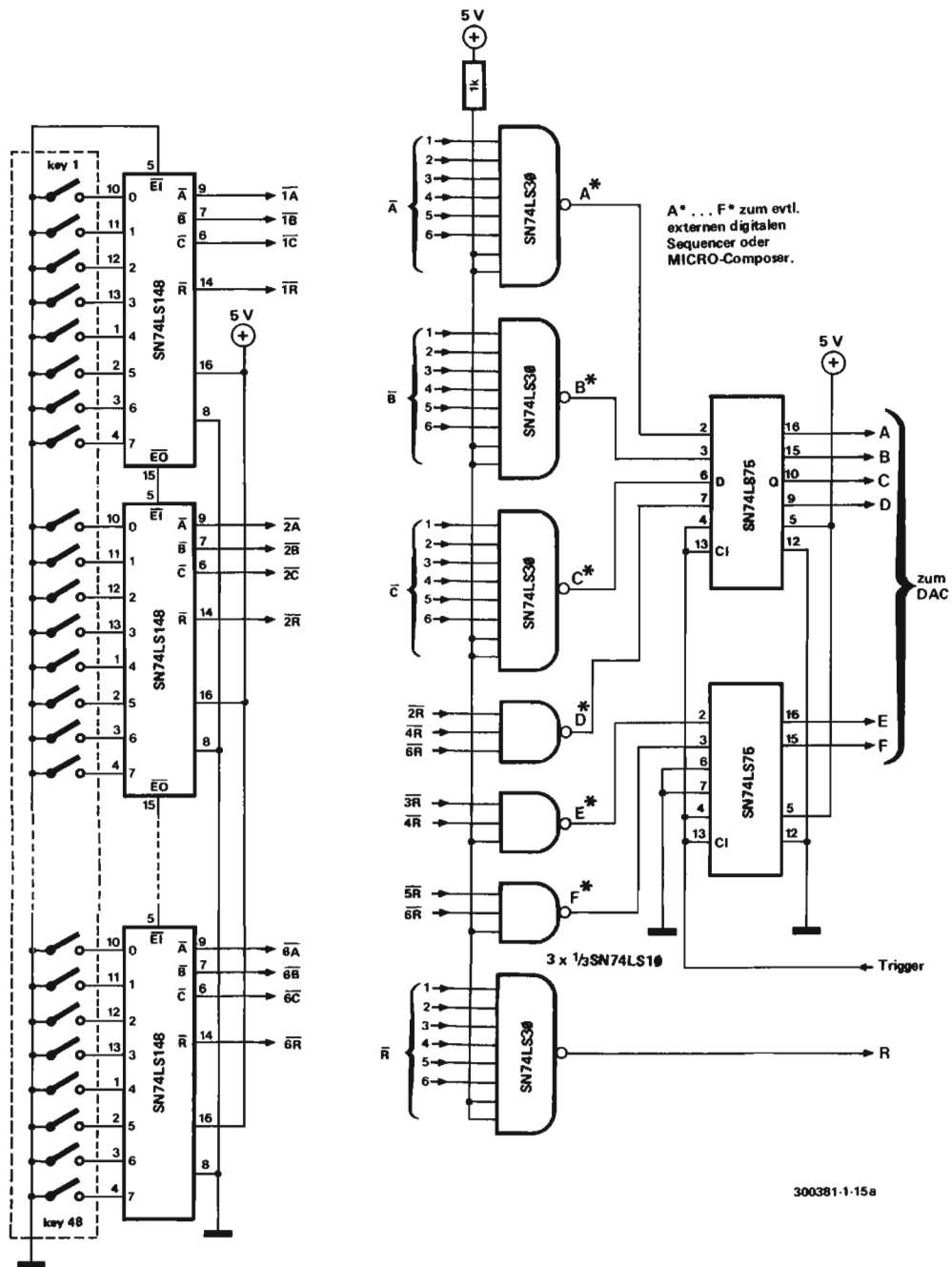
Die Encoder sollten möglichst in der Nähe der Tastenkontakte (auf "Tastaturstrips") montiert werden, um den Verdrahtungsaufwand in Grenzen zu halten. An Entkopplungskondensatoren (47 n) sollte nicht gespart werden. Die nicht benötigten Eingänge der Encoder und NANDs sind über einen 1k-Widerstand an +5 V zu legen.

Abgleich

Es bestehen folgende Abgleichpunkte: Volt/Oktave- und Offset-Abgleich am Puffer-OpAmp des D/A-Wandlers (Bild 2) sowie der Offset-Abgleich am Ausgangs-Addierer (Bild 3). Dabei sollte die folgende Reihenfolge eingehalten werden:

- Offset-Abgleich am Ausgangs-Addierer.
Verbindungspunkt A (Bild 2, 3) auf-trennen. Octaves-Coarse abschalten (Schalter auf Masse), Schleifer von Octaves-Fine und FM gegen Masse drehen. Meßinstrument an den KOV-Ausgang anschließen und Spannung mit Offset-Trimmer auf 0 V einstellen.
- Hauptstimmung überprüfen.
Octaves-Coarse-Einsteller in Mittelstellung bringen und mit Schalter "einschalten". Die KOV muß sich in einem Bereich von ± 5 V verändern lassen.

1a



300381-1-15a

- c) Feinstimmung überprüfen. Octaves-Coarse-Schalter wieder auf Masse legen. Die KOV muß sich mit dem Octaves-Fine-Potentiometer in einem Bereich von 0...+0,15 V verändern lassen.
- d) Offset-Abgleich am Puffer-OpAmp des D/A-Wandlers (Bild 2). Octaves-Coarse-, -Fine- sowie FM-Potentiometer auf Masse legen, Portamento ausschalten. Verbindung A wieder herstellen. Tiefsten Ton anspielen und Spannung am KOV-Ausgang (Bild 3) mit Offset-Trimmer (Bild 2) auf 0 V einstellen.
- e) Volt/Oktave-Abgleich. Oberstes "c" auf der Tastatur anspielen. Spannungswert am KOV-Ausgang messen (und notieren!). Danach das nächsttiefere "c" drücken und die Spannung am KOV-Ausgang mit

dem Volt/Oktave-Cermet(-Wendel)-Trimmer (Bild 2) so einstellen, daß der Wert um genau 1,00 V niedriger ist. Nun das unterste "c" drücken. Die Spannung am KOV-Ausgang muß nun entsprechend der Anzahl der Oktaven niedriger sein. Andernfalls ist die Einstellung des Trimmers zu korrigieren. In diesem Fall sollte auch der Offset-Abgleich d) nochmals wiederholt werden.

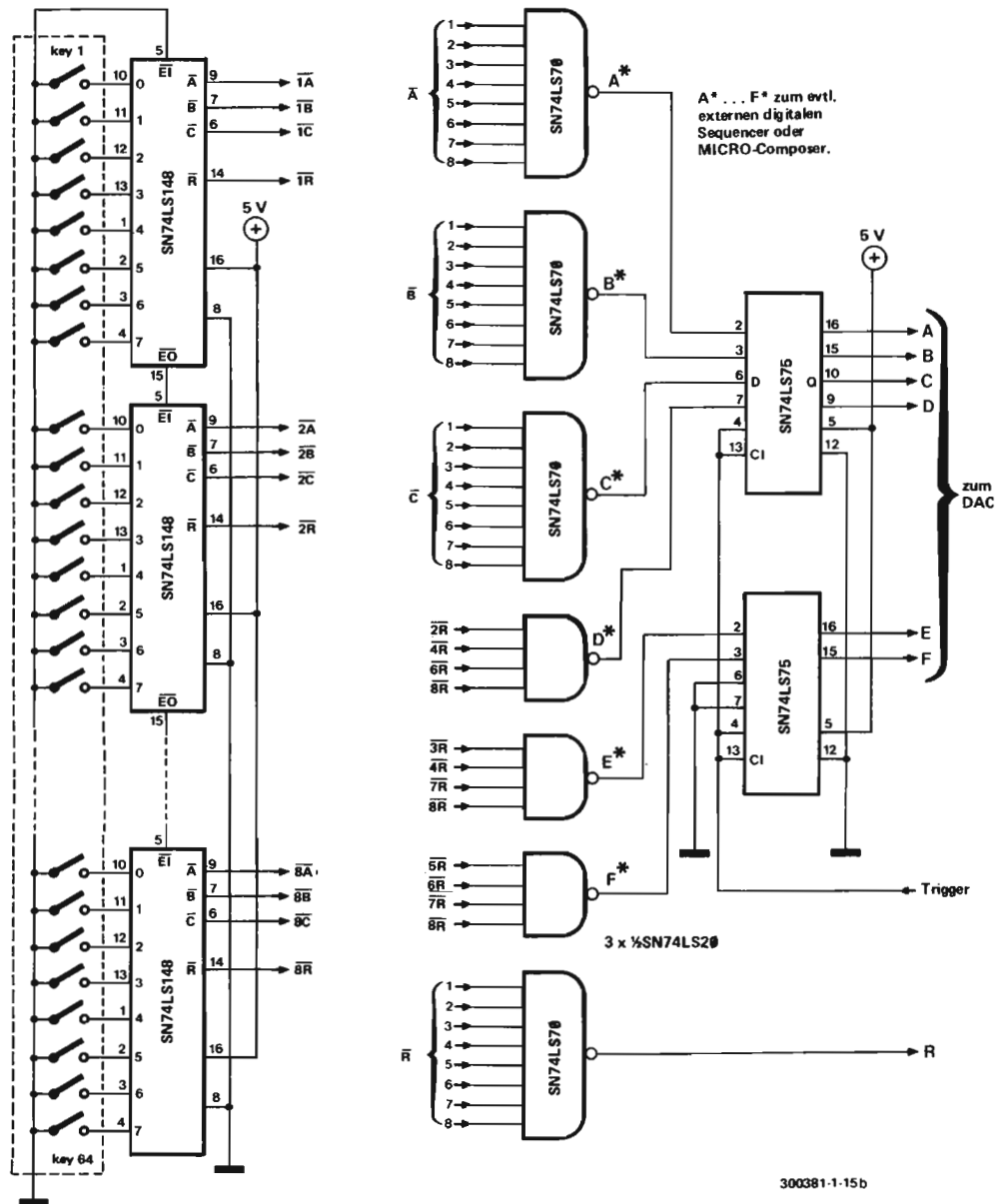
f) Überprüfung der Portamento-Funktion. Portamento-Potentiometer auf maximalen Wert einstellen (Bild 3). Tiefste Taste drücken. Portamento-Schalter auf "ON" und danach höchste Taste drücken. Die KOV-Ausgangsspannung muß nun mit einer Verzögerung von 2...4 Sekunden den Endwert erreichen.

Bild 1a. Die Schaltung ist für eine Tastatur von maximal 4 Oktaven (48 Tasten) geeignet. Die Keyboardinformation wird über den Prioritätsencoder dem digitalen Speicher zugeführt.

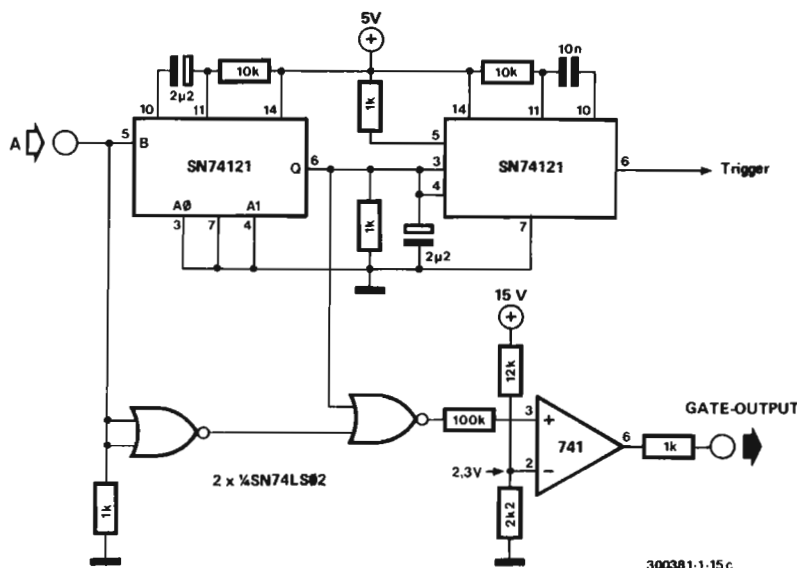
Bild 1b. Diese Schaltung ist für eine Tastatur von maximal 5 Oktaven (64 Tasten) geeignet.

Bild 1c. Die Triggerschaltung unterdrückt unzulässiges Kontaktprellen und erzeugt den notwendigen Gateimpuls. Die verwendeten Elkos sollen eine Spannungsfestigkeit von 25 V aufweisen.

1b



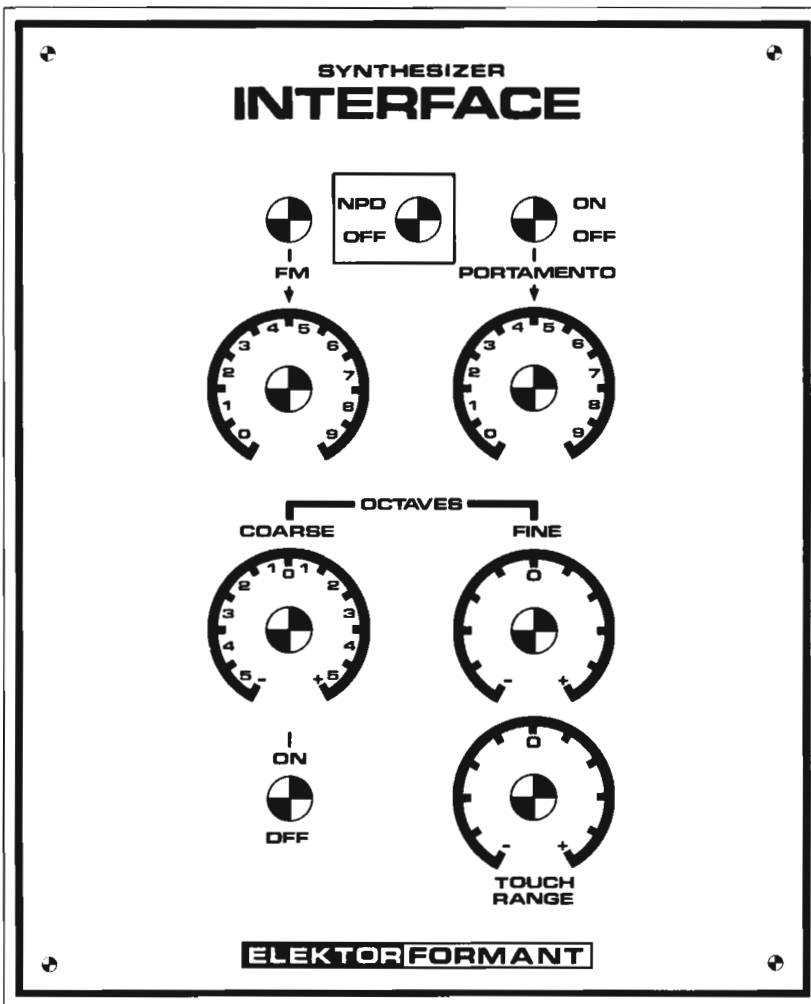
1c



Noch ein Tip für Experimentierfreudige

Mit einer geringen Änderung des Ausgangspuffers nach Bild 2 ist es möglich, den Frequenzabstand (eigentlich Spannungsdifferenz) zwischen zwei Tasten beliebig zu spreizen oder zu verringern. Dadurch sind 1/4- und 1/8-Ton-, aber auch "Sekund"- und "Terz"-Abstände zwischen zwei benachbarten Tasten sowie alle Zwischenstufen einstellbar. Die Änderung zeigt Bild 4. Für das Potentiometer sollte man nach Möglichkeit einen Typ verwenden, wo die "Mittelstellung" eingerastet werden kann. Damit kann der temperierte Abstand (1/12 V pro Halbtonschritt) leicht aufgefunden werden. Die folgende Auflistung gibt eine Übersicht der benötigten Bauelemente für die Schaltung "Digital Keyboard Controller".

5

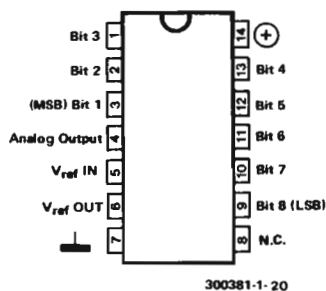


Metallfilmwiderstände im 100 kΩ-Bereich auftreiben kann, ist dies für die Genauigkeit des Wandlers sicherlich nicht abträglich. Gute Ergebnisse lassen sich auch durch Selektieren von 1%igen Widerständen erzielen. Der Kondensator (1n) am nichtinvertierenden Eingang des FET-Opamps muß bei höheren Widerstandswerten des D/A-Wandlers eventuell verringert werden. Für den Aufbau und den Abgleich gelten dieselben Bedingungen wie bei dem integrierten D/A-Wandler.

Literatur:

- C. Chapman, *FORMANT Musik-Synthesizer*, Elektor Verlag Gangelt
- D.G. Evans, *128-Note-Sequencer*, *Practical Electronics*, Nov./Dez. 77, S. 162 - 165 und S. 246 - 249
- M. Goldstein, *8-voice Digital Keyboard Design Idea*, *Electronotes*, Vol. 8, Nr. 70/1976, S. 18
- G. Jalass, *Digital Sequencer*, *Patchcord*, Nr. 3, S. 12 - 13
- B.A. Hutchins, *The ENS-76 Home Built Synthesizer System*, part 4, *Electronotes*, Vol. 8, Nr. 68, S. 10

6



Alternative zum integrierten DAC ZN-426

Für den einen ist die Beschaffung des ZN-426 vielleicht zu schwierig, für den anderen ist selbst dieser preiswerte Typ noch eventuell zu teuer. Wer es also etwas einfacher, trotzdem qualitativ durchaus gleichwertig haben will, kann sich dieser einfachen Alternative bedienen.

Das Prinzip dieses D/A-Wandlers ist nicht neu. Es handelt sich um eine R-2R-Leiter in Verbindung mit Hex-Invertiern des Typs 7404. Für diese beiden ICs steht eine eigene Spannungsversorgung (78L05) zur Verfügung. Für die R-2R-Leiter sind in Bild 7 Widerstände mit einem Wert von 332 k angegeben. Dabei handelt es sich nur um Richtwerte. Wenn man also z.B. einen günstigen Posten 0,5%iger oder 0,1%iger

