

APPLIKATOR

Ein kürzlich von Texas Instruments unter der Bezeichnung "Complex Sound Generator" auf den Markt gebrachtes IC erzeugt Klänge, deren charakteristische Elemente Tonhöhenänderungen, Rauschen und extrem niedrige Frequenzen sind. Das in einem 28-Pin-DIL-Gehäuse untergebrachte IC trägt die Typenbezeichnung SN 76477N; es gehört zu den ersten linearen I²L-ICs.

Unter den vom Hersteller genannten Anwendungen sind insbesondere solche zu finden, bei denen das IC als Signalgeber dient: Alarmanlagen, Timer, akustische Anzeigevorrichtungen aller Art in Industrie, Verkehr, Haushalt sowie ferner die Erzeugung von Geräuschen für Spielzeuge, TV-Spiele und Spielautomaten (Flipper etc.).

Das Innenleben des Complex-Sound-Generators SN 76477N ist zusammen mit einigen externen Komponenten in Bild 1 block-schematisch wiedergegeben. Die Art des vom IC erzeugten Klanges wird von zwei analogen Spannungen und einer Anzahl logischer Signale bestimmt; außerdem kann eine "Hardware"-Programmierung durch Anschalten von Widerständen und Kondensatoren an die dafür vorgesehenen Eingänge vorgenommen werden. Für die Klangbildung stehen drei Basissignale zur Verfügung: Eine Spannung, deren Frequenz unterhalb des Hörbereichs liegt (Super Low Frequency; SLF), ein Signal im Audio-Bereich, erzeugt von einem spannungsgesteuerten Oszillator (VCO), und ein Rauschsignal (Noise).

Im IC ist ein Spannungsregler integriert, der jedoch nicht unbedingt benutzt werden muß. Das IC arbeitet entweder an einer stabilisierten Speisespannung von 5 V (U_{reg} ; Pin 15) oder an einer unstabilierten Spannung zwischen 7,5 V und 9 V (U_{CC} ; Pin 14). Im zweiten Fall kann an Pin 15 eine stabilisierte Spannung von 5 V für andere Zwecke abgenommen werden; die maximale Stromentnahme beträgt 10 mA. Die verschiedenen IC-internen Blöcke, die in Bild 1 skizziert sind, sollen nachfolgend einzeln besprochen werden.

SLF (Super Low Frequency)-Oszillator

Dieser Oszillator schwingt normalerweise im Frequenzbereich 0,1 . . . 30 Hz, er kann jedoch für spezielle Anwendungen auch Frequenzen bis 20 kHz erzeugen. Der Oszillator liefert ein Rechtecksignal mit einem Duty-Cycle (Impuls-Pausen-Verhältnis) von 50% an den Mischer sowie eine Dreiecksspannung, die über den Block "VCO/SLF-Select" den VCO steuern kann.

Widerstand R_s an Pin 20 und Kondensator C_s an Pin 21 bestimmen die Frequenz f_s des SLF-Oszillators. Sie läßt sich berechnen aus:

$$f_s \approx \frac{0,64}{R_s \cdot C_s} \text{ [Hz]}$$

(R wird in Ω und C in Farad eingesetzt; dies gilt auch für die weiteren Zahlenwertgleichungen).

VCO (Voltage Controlled Oscillator)

Dieser spannungsgesteuerte Oszillator erzeugt ein Tonsignal, dessen Frequenz von seiner Eingangsspannung abhängt. Als Steuerspannung kann entweder die vom SLF-Oszillator erzeugte Dreiecksspannung oder eine externe, über Pin 16 zugeführte Spannung U_p dienen. Welche dieser beiden Möglichkeiten benutzt

wird, hängt vom logischen Signal am Eingang "VCO-Select" (Pin 22) ab. Ist das Select-Signal logisch "0", so wird der VCO von U_p gesteuert; bei einer "1" an Pin 22 gelangt die SLF-Spannung zum Eingang des VCO. Bei Steuerung des VCO durch eine externe Spannung U_p liegt die erzeugte Frequenz um so höher, je niedriger U_p ist. Auch wenn der VCO vom SLF-Oszillator gesteuert wird, läßt sich die VCO-Frequenz beeinflussen. Hierzu entfernt man Kondensator C_6 und legt statt dessen an Pin 21 die Modulationsspannung. Die Frequenz des VCO-Signals kann ungefähr um den Faktor 10 variiert werden. Die niedrigste Frequenz $f_{v \min}$ ergibt sich aus:

$$f_{v \min} \approx \frac{0,64}{R_v \cdot C_v} \text{ [Hz]}$$

Spannung U_v an Pin 19 beeinflusst den Duty-Cycle des vom VCO erzeugten Signals und somit die Klangfarbe des endgültigen Audio-Signals. Dieser Effekt ist dem eines spannungsgesteuerten Filters ähnlich. Der Duty-Cycle des VCO-Signals kann berechnet werden aus:

$$D \approx 50 \frac{U_p}{U_v} \text{ [%]}$$

Einen Duty-Cycle von 50% erhält man durch Verbinden der IC-Anschlüsse 16 und 19, sofern der VCO von U_p gesteuert wird (Pin 22 logisch "0"). Auch wenn an Pin 19 ständig +5 V liegt, liefert der VCO ein Signal mit einem Duty-Cycle von 50%; dies kann bei Steuerung des VCO durch den SLF-Oszillator von Nutzen sein.

Rauschgenerator (Noise Generator)

Der Taktgenerator (Noise Clock) liefert das Taktsignal für den Rauschgenerator. Widerstand R_C dient zur Einstellung eines IC-internen Stroms; sein Wert ist 39 . . . 47 k. Der Rauschgenerator erzeugt zusammen mit dem Taktgenerator Rauschsignale, die sich für fast alle Audio-Anwendungen eignen. In Sonderfällen kann eine stärkere Betonung der niederfrequenten Rauschkomponenten wünschenswert erscheinen. Sie lassen sich mit Hilfe eines externen, TTL-kompatiblen Taktsignals erzeugen, das an Pin 3 gelegt wird.

Der Rauschgenerator liefert ein sogenanntes Weißes Pseudo-Random-Rauschen (Elektor Okt. 76, Dez. 77). Das Rauschsignal wird einem Tiefpaß zugeführt, dessen Grenzfrequenz (-3 dB-Punkt) von R_n und C_n abhängt. Hierfür gilt:

$$f_{-3 \text{ dB}} \approx \frac{1,28}{R_n \cdot C_n} \text{ [Hz]}$$

Mischer (Mixer)

Im Mischer wird eins der Signale SLF, VCO und Noise oder eine Kombination dieser Signale ausgewählt und zum Eingang des Hüllkurvengenerators (Envelope Generator/Modulator) durchgeschaltet. Aus Tabelle 1 geht die Zuordnung der Steuersignale zu den Funktionen des Mixers hervor.

System-Enable und One-Shot

Das System-Enable-Signal an Pin 9 bestimmt, ob am Ausgang (Pin 13) überhaupt ein Audio-Signal erscheint oder nicht. Ersteres ist bei einer logischen "0" an Pin 9 der Fall; bei einer logischen "1" wird das Audio-Signal blockiert. Über den System-Enable-Eingang kann auch

der "One Shot" (monostabiler Multivibrator) getriggert werden. Dies geschieht (bei entsprechender Steuerung des "Envelope Select"; siehe nächster Abschnitt) durch die Rückflanke des System-Enable-Signals; dieses Signal muß dann allerdings während der gesamten One-Shot-Periode "0" bleiben. Der One-Shot wird vor allem für Einzelgeräusche wie Gongschläge, Gewehrschüsse und ähnliches benötigt. Die Dauer T des One-Shot-Ausgangsimpulses beträgt maximal 10 Sekunden; sie hängt wie folgt von Widerstand R_t und Kondensator C_t ab:

$$T \approx 0,8 \cdot R_t \cdot C_t \text{ [s]}$$

Auch extern läßt sich die Zeit T steuern; R_t und C_t können dann entfallen. Der One-Shot startet mit der abfallenden Flanke am System-Enable-Eingang, sofern an Pin 23 eine "0" liegt. Geht das Signal an Pin 23 auf logisch "1", so wird der One-Shot-Impuls beendet.

Hüllkurve (Envelope)

Die Amplitudenmodulation erfolgt im "Envelope Generator/Modulator". Mit welchem Signal das Mischer-Signal moduliert wird, hängt von den logischen Signalen an den beiden "Envelope Select"-Eingängen ab. Aus Tabelle 2 geht hervor, daß das Mischer-Signal auf zwei verschiedene Arten mit dem VCO-Signal moduliert werden kann: Zur Wahl steht sowohl die einfache Amplitudenmodulation als auch die Produktmodulation. Anschaulicher als Worte machen die in Tabelle 2 skizzierten Impulsdigramme die unterschiedlichen Möglichkeiten deutlich. Das gezeichnete Mischersignal ist ein Beispiel für ein binäres Rauschsignal.

Attack und Decay (Anstieg, Abfall)

Beim SN 76477N werden sowohl Attack als auch Decay der Hüllkurve von der Kapazität des Kondensators C_e beeinflusst. Die Attackzeit T_a ist ferner von R_a abhängig, während die Decay-Zeit T_d von R_d mitbestimmt wird. Es gelten folgende Beziehungen:

$$T_a \approx R_a \cdot C_e \text{ [s]}$$

$$T_d \approx R_d \cdot C_e \text{ [s]}$$

Ausgangsverstärker

Die Verstärkung kann über R_f und R_g eingestellt werden. Für den Spitzenwert der Ausgangsspannung gilt:

$$U_{O \text{ ss}} \approx 3,4 \frac{R_f}{R_g} \text{ [V]}$$

Eine Begrenzung des Ausgangssignals (Clipping) wird vermieden, wenn $U_{O \text{ ss}}$ unter ca. 1,2 V liegt.

Einzelne externe Widerstände und Kondensatoren (siehe Bild 1) können ohne weiteres weggelassen werden, wenn die zugehörigen IC-Funktionen unbenutzt bleiben; die Anschlüsse bleiben in diesem Fall offen.

Bild 2 zeigt schließlich einige für sich selbst sprechende Schaltbeispiele für den "Complex Sound Generator", während in Tabelle 3 die wichtigsten Daten des SN 76477N zusammengefaßt sind.

APPLIKATOR

Tabelle 1

mixer select			mixer output
C (Pin 27)	B (Pin 26)	A (Pin 25)	
0	0	0	VCO noise
0	0	1	SLF
0	1	0	VCO/noise
0	1	1	SLF/noise
1	0	0	SLF/VCO
1	0	1	SLF/VCO/noise
1	1	0	—
1	1	1	—

Tabelle 2

mixer		
VCO		
one shot		
envelope select		envelope modulator output
A (pin1)	B (pin28)	
0	0	VCO/AM
0	1	no modulation
1	0	one shot
1	1	VCO/product

Tabelle 3

Elektrische Eigenschaften

Grenzdaten:

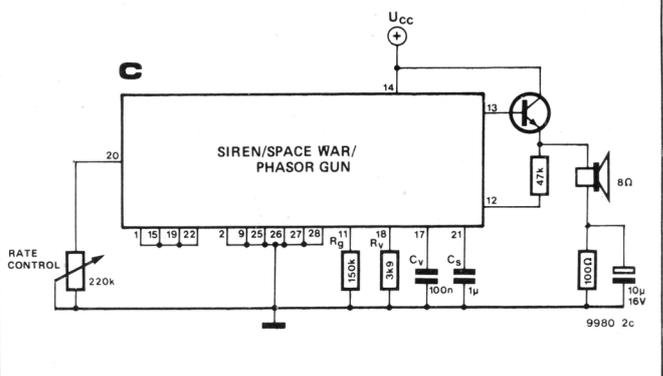
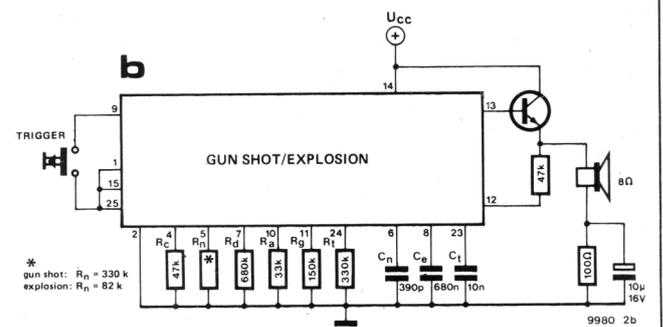
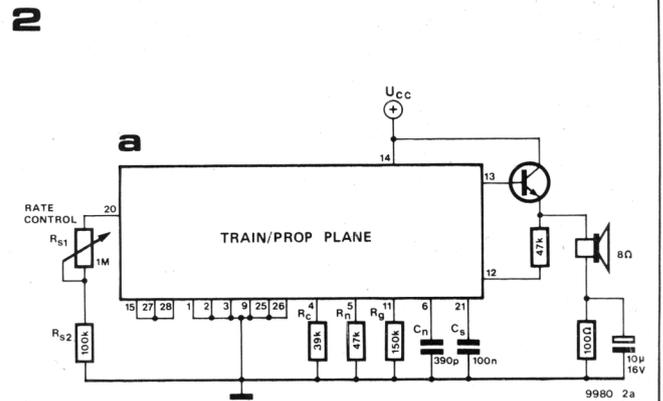
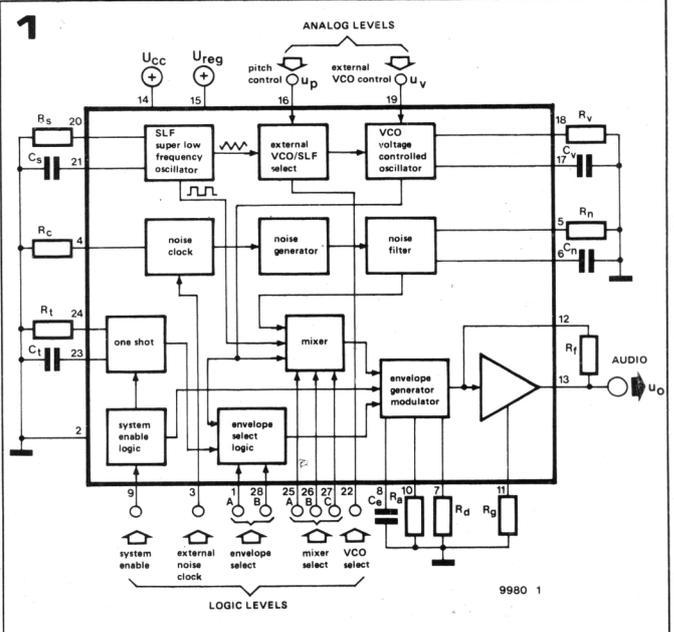
Speisespannung U_{reg} (Pin 15)	6 V
Speisespannung U_{cc} (Pin 14)	12 V
Eingangsspannungen der übrigen Anschlüsse	6 V
Umgebungstemperatur	-55 ... +120 °C
Lagerungstemperatur	-65 ... +150 °C
Löttemperatur (10 s)	260 °C

Empfohlene Betriebsdaten:

	min.	typ.	max.	
Speisespannung U_{reg} (Pin 15)	4,5	5	5,5	V
Speisespannung U_{cc} (Pin 14)	7,5	9	9	V
Temperaturbereich	0	25	70	°C

Kennwerte: (bei $U_{reg} = 5 V$; $T = 25 °C$)

	min.	typ.	max.	
I_{cc} (Pin 14)		15	40	mA
Änderung von U_{reg} bei $U_{cc} = 7,5 \dots 9 V$		150		mV
Strom durch Widerstände (siehe Bild 1)	1		200	μA
Strom bei logisch "1"			100	μA
System enable			52	μA
übrige "Logic levels"		40		μA
Spannung für logisch "1"	2			V
Spannung für logisch "0"			0,8	V
maximale Ausgangsspannung	2,5			V
Ausgangsimpedanz		100		Ω



Applikator ist eine Rubrik, in der über neue oder gerade auf dem Markt erschienene und über weniger bekannte aber interessante Bauelemente in typischen und speziellen Applikationen berichtet wird. Der Inhalt basiert auf Informationen der Hersteller und stellt keinen Praxisbericht dar.