

Sound-Trainer

Eigenständiges Handgerät zum Testen und Trainieren der Prosodie, mit ähnlichen Funktionen wie sie die im „ELVjournal“ 1/96 vorgestellte Software bietet.



Allgemeines

Bei der „Prosodie“ handelt es sich kurz gesagt um die Fähigkeit der Wortbetonung bei der Aussprache (genaue Beschreibung „ELVjournal“ 1/96). Voraussetzung hierfür ist jedoch, daß die kleinen Tonhöhenunterschiede in der eigenen Sprache überhaupt wahrgenommen werden. Mit dem hier vorgestellten Handgerät kann diese Fähigkeit zur Tonhöhenunterscheidung getestet und trainiert werden.

Im einzelnen unterscheiden sich die Abläufe zwischen dem PC-Programm und dem Handgerät insofern, als das Handgerät durch den bloßen Anschluß des zugehörigen Kopfhörers allein betriebsfähig ist, während das PC-Programm eine zusätzliche Soundkarte erfordert. Dafür liefert das PC-Programm einige komfortable Abläufe, die das Testen und Trainieren etwas vielseitiger machen.

Bedienung und Funktion

Normalerweise können wir im hier interessierenden Bereich der menschlichen Grundstimme bis zu etwa 500 Hz noch Tonhöhenunterschiede von einem Hertz (!) wahrnehmen. Das wären bei 500 Hz gerade 0,2 % und bei 100 Hz genau 1 %. Aber orientierende Vorversuche haben ergeben, daß zahlreiche Menschen bei zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Tönen nicht einmal Tonhöhenunterschiede von mehr als 10 % (!) bestimmen können, ohne daß ihnen dies bisher überhaupt bewußt war.

Deshalb liefert das Handgerät jeweils zwei kurze Töne unterschiedlicher Tonhöhe dicht oberhalb 500 Hz von etwa 200 Millisekunden Dauer, die unmittelbar auf-

einanderfolgen. Die Aufgabe des Benutzers ist es dann, sich durch Betätigen einer von zwei Tasten zu entscheiden, ob der tiefere Ton zuerst oder zuletzt wahrgenommen wurde. Ist diese Entscheidung mehrmals richtig, so wird nach einem vorgegebenen Algorithmus der Schwierigkeitsgrad erhöht, also der Abstand zwischen den beiden Tönen verkleinert. Ist die Entscheidung einmal falsch, so wird der Schwierigkeitsgrad nach demselben Algorithmus verringert, also der Abstand zwischen den beiden Tönen vergrößert. So gelangt der Benutzer sehr bald an seine persönliche Grenze des Tonhöhenunterscheidungsvermögens. Dasselbe Handgerät dient dann auch dazu, diese Fähigkeit zu trainieren.

Äußerlich ähnelt der Sound-Trainer sehr dem Synchro-Trainer und dem Brain-Boy, die sich übrigens zunehmend zu ELV-Bestsellern entwickeln. Aber schon die Skalierung des Leuchtdiodenbandes aus 15 grünen LEDs läßt erkennen, daß es sich um ein anderes Gerät handelt: Die LEDs sind von 15 % bis 1 % beschriftet.

Schließt der Benutzer an eine der beiden Buchsen an der Stirnseite des Gerätes einen Kopfhörer an, setzt ihn auf und drückt die rote Starttaste in der Mitte, so leuchtet die grüne LED mit den 10 % auf, und er hört unmittelbar nacheinander zwei kurze Töne unterschiedlicher Tonhöhe. Jetzt soll er entscheiden, welcher der beiden Bursts der tiefere Ton war - der erste oder der zweite. Dementsprechend betätigt er die linke, mit 1 bezeichnete, oder die rechte, mit 2 bezeichnete, Taste. Hat er richtig entschieden, so leuchtet zunächst wieder die grüne LED (10 %) auf. Hat er viermal richtig entschieden, so verkürzt sich das Intervall zwischen den beiden Tönen auf

9 % usw. Bei einer falschen Entscheidung vergrößert sich das Intervall um 1 Prozent.

Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung des Sound-Trainers ist in Abbildung 1 dargestellt. Das Gerät wird durch eine 9V-Blockbatterie mit Betriebsspannung versorgt. Durch den Einsatz von CMOS-Halbleitern ist der Ruhestromverbrauch so gering, daß auf einen Einschalter verzichtet wurde und eine Batterie für mehrere Monate ausreicht.

Durch die Betätigung des Reset-Tasters T 1 wird die Leitung „R“ auf Low-Potential gezogen und der Zähler IC 1 vom Typ CD 40193 mit den Signalen an J 1 bis J 4 geladen. Gleichzeitig wird über die Diode D 16 Pin 5 des IC 7 B nach Masse gezogen, was zu einem High-Pegel am Ausgang Pin 4 führt.

Über den Widerstand R 18 und die interne Schutzdiode des nachgeschalteten Gatters IC 7 D wird der Elko C 12 entladen. Nach dem Loslassen des Reset-Tasters wechselt der Ausgang des IC 7 B auf Low-Potential, und am Ausgang von IC 7 D liegt High-Pegel.

Über D 17 wird der Elko C 9 aufgeladen und der mit IC 7 C aufgebaute Quarzoszillator über den Eingang Pin 8 freigegeben.

Die Ausgangsfrequenz gelangt auf den Zähler IC 6 B, an dessen Ausgang Q 1 die halbe Oszillatorfrequenz anliegt.

Über den Widerstand R 16 wird der Elko

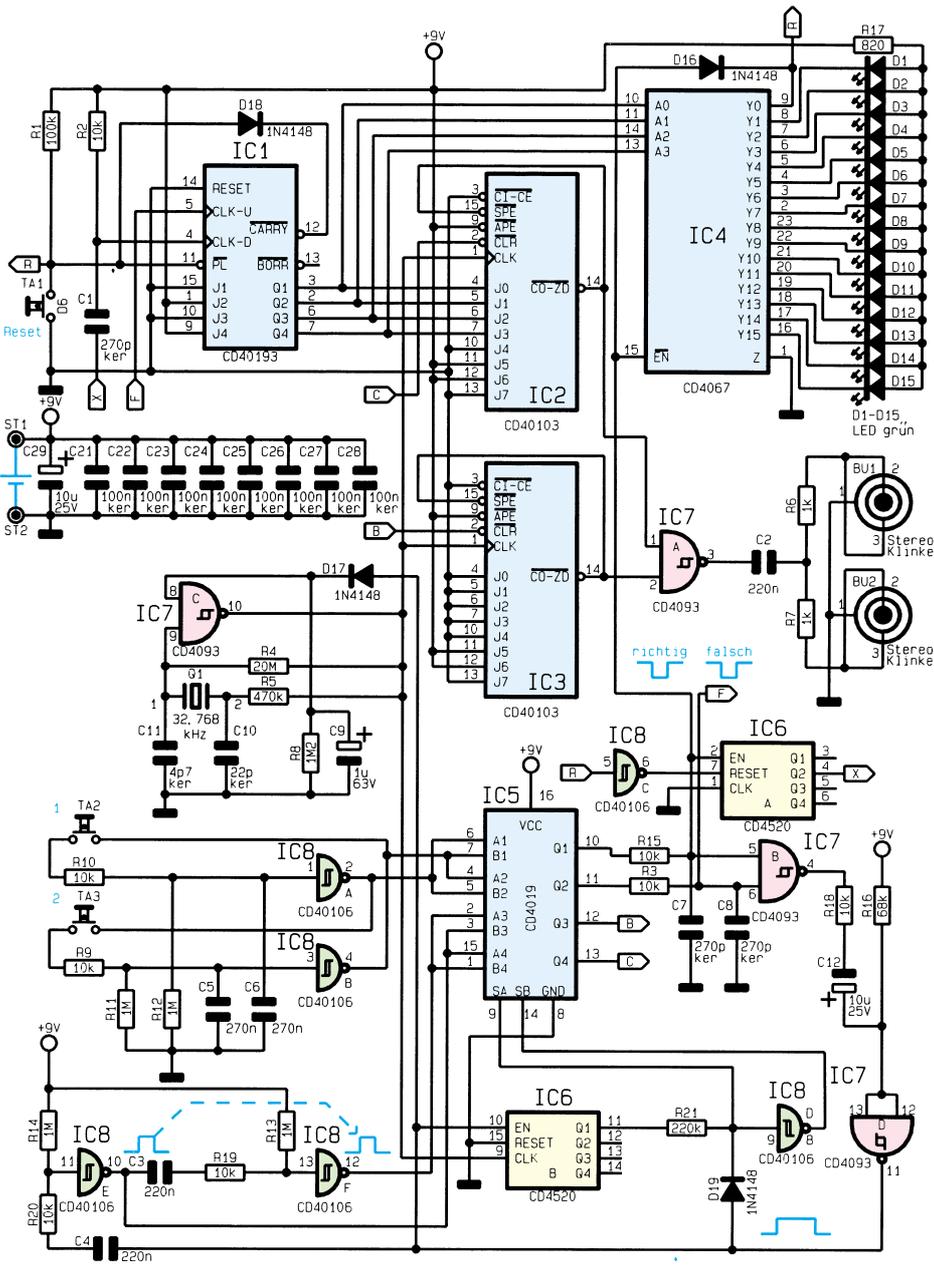


Bild 1: Schaltbild des Sound-Trainers

C 12 langsam aufgeladen, und beim Überschreiten der Schaltschwelle des IC 7 D wechselt dessen Ausgang zurück auf Low-Potential. Somit wird der Zähler IC 6 B über den Enable-Eingang (Pin 10) gestoppt, und am Ausgang Q 1 liegt ein zufälliges High- oder Low-Signal an.

Durch die Zeitverzögerung von C 9 und R 8 bleibt der Oszillator IC 7 C noch für ca. 1 Sekunde aktiviert.

Die Oszillatorfrequenz gelangt ebenfalls auf die Zähler IC 2 und IC 3 vom Typ CD 40103. Es handelt sich hierbei um synchrone voreinstellbare Abwärtszähler, die bis Null zählen, ein Signal ausgeben und den voreingestellten Wert laden. Die Ausgangsfrequenz an Pin 14 der Zähler ist somit abhängig vom Ladewert, der an den Eingängen J 0 bis J 7 anliegt.

Der Ladewert für den Zähler IC 3 ist fest vorgegeben und der Wert für IC 2 wird über den Zählerstand von IC 1 bestimmt.

Durch die steigende Flanke des Gatters IC 7 D wird das mit C 4, R 20, R 14 und IC 8 E aufgebaute Mono-Flop getriggert, an dessen Ausgang ein ca. 0,2s-High-Impuls anliegt. Durch die abfallende Flanke dieses Impulses wird anschließend das nachgeschaltete Mono-Flop getriggert, das ebenfalls einen 0,2s-High-Impuls erzeugt.

Die beiden nacheinanderfolgenden Impulse sind auf den 4poligen Digital-Umschalter IC 5 vom Typ CD 4019 geführt. Dieses IC ist so beschaltet, daß in Abhängigkeit des zuvor beschriebenen Zufalls-generators jeweils eine der Signalleitungen Ax oder Bx auf den Ausgang Qx durchgeschaltet wird.

Der Zufall bestimmt also, in welcher Reihenfolge die High-Impulse an den Ausgängen Q 3 und Q 4 erscheinen. Diese Signale geben nun nacheinander die Zähler IC 2 und IC 3 frei, an deren Ausgängen eine feste Frequenz (IC 3) und eine variable Frequenz (IC 2) anliegt.

Die Ausgangssignale werden über das Gatter IC 7 A geleitet und auf den angeschlossenen Kopfhörer gegeben.

Ist die Zeit (C 9 und R 8) abgelaufen, so stoppt der Oszillator, und der Stromverbrauch sinkt auf ein Minimum ab.

Der Benutzer ist nun aufgefordert, mit einem Tastendruck auf die Taster TA 2 oder TA 3 zu entscheiden, ob der tiefere Ton als erster oder zweiter ausgegeben wurde.

Durch die Zusatzbeschaltung mit den Gattern IC 8 A und B wird eine gegenseitige Verriegelung der Taster erreicht, die immer nur die Betätigung der zuerst betätigten Taste auswertet. An den Gatterausgängen liegt entsprechend der Tasterbetätigung ein negativer Impuls mit einer Länge von ca. 0,25s an, der ebenfalls auf den Auswahlswitch IC 5 geschaltet ist. In Abhängigkeit vom Zufallsgenerators wird hier entschieden, ob die Antwort richtig oder falsch ist.

Im Falle einer korrekten Antwort erscheint am Ausgang Q 1 ein Low-Impuls, der den Zähler IC 6 A um eins weitersetzt und den Demultiplexer IC 4 vom Typ CD 4067 freigibt. Dadurch wird eine der Leuchtdioden D 1 bis D 15 aktiviert, die den Zählerstand des IC 1 anzeigen, die dem Tonhöhenunterschied zwischen den Tönen entspricht.

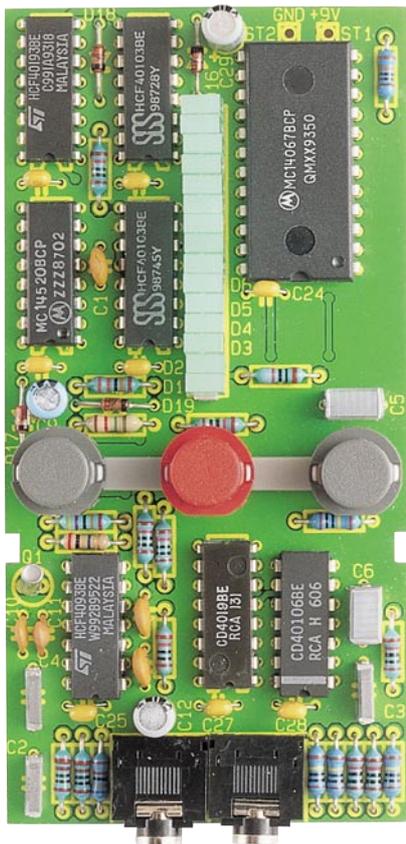
Wurde die falsche Taste betätigt, so erscheint am Ausgang Q 2 des IC 5 ein Low-Impuls, der über die Signalleitung „F“ den Zähler IC 1 um eins aufwärtszählt. Als Folge davon wird der Tonhöhenunterschied zwischen den nächsten Tönen erhöht.

Wurde viermal hintereinander die richtige Antworttaste betätigt, so schaltet der Ausgang Q 2 des Zählers IC 6 A um, und der Zähler IC 1 wird um eins verringert. Hieraus erfolgt die Verringerung des Tonhöhenunterschiedes.

Nach dem Betätigen einer Taste wird durch das Gatter IC 7 B ein Low-Impuls erzeugt, der einen neuen Ablauf startet.

Im Falle eines Über- oder Unterlaufes des Zählers IC 1 wird die Schaltung zurückgesetzt. Bei einem Überlauf wechselt der Ausgang Pin 12 des IC 1 auf Low-Potential und aktiviert dadurch die Reset-Leitung.

Bei einem Unterlauf geschieht das Rücksetzen der Schaltung durch den Y0-Ausgang des IC 4. Dieser wird bei der Zählerstellung Null nach Masse gezogen und aktiviert somit ebenfalls die Reset-Leitung.



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte

Nachbau

Die Schaltung des Sound-Trainers ist auf einer 53 mm x 108 mm messenden, doppelseitigen Leiterplatte untergebracht. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes und der Stückliste. Zuerst werden die niedrigen Bauteile, gefolgt von den höheren Bauteilen bestückt und verlötet. Die Leuchtdioden D 1 bis D 15 werden auf den Kunststoff-Abstandshalter aufgesteckt und anschließend die Anschlußbeinchen durch die entsprechenden Bohrungen der Leiterplatte gesteckt. Der Abstandshalter muß auf der Platine aufliegen und die LEDs sind soweit herunterzudrücken, so daß diese auf dem Abstandshalter aufliegen.

Die Taster TA 1 bis TA 3 sind ebenfalls mit einem Abstandshalter zu montieren, der so auf die Leiterplatte zu legen ist, daß die Montagenippel in die Bohrungen unter TA 2 und TA 3 fassen. Alsdann sind die Taster aufzusetzen und zu verlöten. Die rote Reset-Taste ist hierbei in der Mitte zu montieren.

Den Abschluß bildet das Anbringen des 9V-Batterieclips, dessen Anschlußleitungen auf 60 mm zu kürzen sind, um sie dann direkt an die Anschlußpads ST 1 und ST 2 zu löten (rote Leitung an ST 1).

Es ist darauf zu achten, daß die Anschlußbeinchen der Bauteile auf der Be-

Stückliste: Sound-Trainer

Widerstände:

820Ω	R17
1kΩ	R6, R7
10kΩ	R2, R3, R9, R10, R15, R18-R20
68kΩ	R16
100kΩ	R1
220kΩ	R21
470kΩ	R5
1MΩ	R11-R14
1,2MΩ	R8
20MΩ	R4

Kondensatoren:

4,7pF/ker	C11
22pF/ker	C10
270pF/ker	C1, C7, C8
100nF/ker	C21-C28
220nF	C2-C4
270nF	C5, C6
1µF/63V	C9
10µF/25V	C12, C29

Halbleiter:

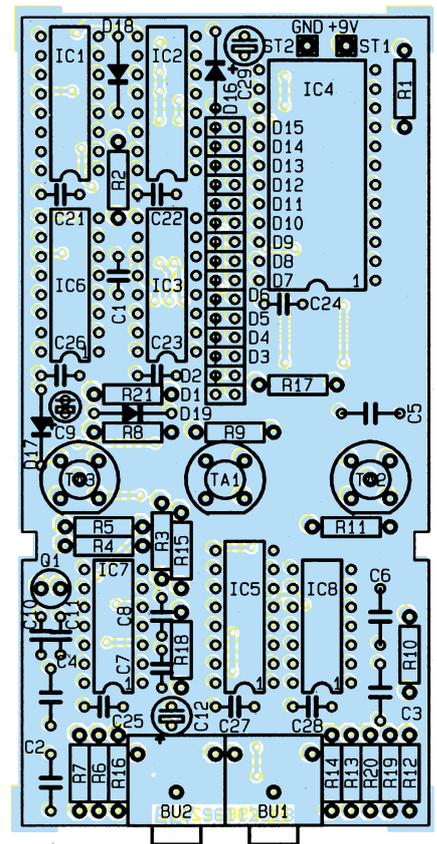
CD40193	IC1
CD40103	IC2, IC3
CD4067	IC4
CD4019	IC5
CD4520	IC6
CD4093	IC7
CD40106	IC8
1N4148	D16-D19
LED, Rechteck, grün, 2,5 x 5mm	D1-D15

Sonstiges:

Quarz, 32,768kHz	Q1
Klinkenbuchse, stereo, 3,5mm, ohne Schalter, print	BU1, BU2
Print-Taster, D6, rot	TA1
Print-Taster, D6, grau	TA2, TA3
1 Batterieclip	
1 9V-Block-Batterie	
1 Abstandshalter für LEDs	
1 Abstandshalter für Taster	
1 Gehäuse, gebohrt	
1 Beschriftungseinlage für Gehäuse	
1 Kopfhörer, stereo	

stückungsseite nicht mehr als 1mm überstehen, damit beim anschließenden Gehäuseeinbau das Verkratzen des Gehäuseunterteiles vermieden wird. Überstehende Drahtenden sind mit einem Seitenschneider zu kürzen, ohne dabei die Lötstellen selbst zu beschädigen.

Alsdann erfolgt der Einbau in das glasklare Profilgehäuse, das bereits mit allen erforderlichen Bohrungen versehen ist. Durch Auseinanderschieben der beiden Gehäusehälften ist das Gehäuse leicht zu öff-



Bestückungsplan des Sound-Trainers

nen. Zuerst werden die Beschriftungseinlage und die Leiterplatte in das Gehäuseoberenteil gelegt, so daß die Taster und die Klinkenbuchsen durch die entsprechenden Bohrungen ragen.

In der Platine befinden sich zwei Einkerbungen, die um die Stege im Gehäuseoberenteil fassen und die Leiterplatte fixieren.

Nun ist die Batterie anzuschließen und neben die Leiterplatte ins Gehäuse zu legen.

Abschließend kann das Gehäuseunterteil vorsichtig aufgeschoben werden.

Damit ist der Aufbau des Sound-Trainers abgeschlossen, und das Gerät steht zum Einsatz bereit.

Batteriewechsel

Wenn das Gerät nicht mehr einwandfrei arbeitet, so ist dies ein Zeichen für eine verbrauchte Batterie, die dann auszutauschen ist.

Zum Batteriewechsel ist das Gehäuse zu öffnen, indem das Gehäuseunterteil nach unten abgezogen wird. Danach kann die Batterie entnommen, ausgetauscht und das Gehäuseoberenteil wieder aufgeschoben werden.

Da das Gerät mit empfindlichen Bauteilen aufgebaut ist, sollten die Leiterplatte und die Bauteile nicht unnötig berührt werden, damit es aufgrund statischer Elektrizität nicht zu Beschädigungen des Gerätes kommt.