

Sprach-Verfremder

Sprechen Sie wie der bekannte Einwohner Entenhausens! Als Partygag und für Hörspiele bestens geeignet nimmt dieser Sprach-Verfremder eine deutliche Erhöhung des Sprach-Frequenzbereiches vor.

Allgemeines

Möchten Sie die Gäste auf Ihrer Party verblüffen, oder soll Ihre Stimme einmal nicht erkannt werden? Mit Hilfe der hier vorgestellten Schaltung kein Problem. Der ELV-Sprach-Verfremder nimmt eine Verdoppelung des Sprach-Spektrums vor. Der Effekt ist in der Tat erstaunlich: Ihre Stimme klingt nach Durchlaufen der Schaltung der berühmten Comic-Figur Donald Duck zum Verwechseln ähnlich.

Der Anschluß des Gerätes ist denkbar einfach. Der Sprach-Verfremder wird einfach in den Signalweg einer Mikrofonanlage geschaltet, oder aber es kann direkt ein preisgünstiges Elektret-Kondensator-Mikrofon am Eingang angeschlossen werden, wobei der Ausgang des Sprach-Verfremders dann direkt einen Norm-NF-Eingang eines Verstärkers speist. Die für das Elektret-Kondensator-Mikrofon erforderliche Betriebsspannung stellt die Schal-

tung ebenfalls zur Verfügung. Eine optimale Einstellung der Empfindlichkeit und Anpassung an die jeweilige Verstärkeranlage erfolgt mit Hilfe eines Trimm-Potis. Zur Versorgung der in einem ELV-Softline-Gehäuse untergebrachten Schaltung dient eine 9 V-Blockbatterie.

Funktionsprinzip

Die prinzipielle Funktionsweise dieses Sprach-Verfremders zur Erhöhung der im Sprach-Spektrum enthaltenen Frequenzanteile ist vergleichsweise einfach und schnell erklärt:

Das Sprach-Spektrum für eine ordentliche Verständlichkeit reicht von ca. 300 Hz bis 3 kHz. Eine Erhöhung der oberen Grenzfrequenz auf 4 kHz oder sogar 5 kHz steigert die Qualität beträchtlich, so daß wir in der vorliegenden Schaltung einen Frequenzbereich von unter 300 Hz bis ca. 5 kHz gewählt haben.

Mit Hilfe von aktiven Bandfiltern wird

dieser Frequenzbereich in 6 Teilspektren zerlegt. Die Mittenfrequenzen dieser Bandfilterstufen sind so gewählt, daß sich eine logarithmisch gleichmäßige Aufteilung über einen Bereich von 300 Hz bis hin zu 4,6 kHz ergibt.

Ein aktiver Vollwellengleichrichter richtet das Ausgangs-Signal einer jeden Filterstufe gleich. Die Fourier-Transformation des Ausgangs-Signals eines Vollwellengleichrichters ergibt, daß darin die gradzahligen Oberschwingungen der Grundfrequenz mit einem nennenswerten Signalanteil vorhanden sind. Die Frequenz $2 \cdot f_0$ besitzt eine Amplitude von

$$\frac{4}{3 \cdot \pi} \cdot U_E.$$

Durch Nachschalten von Bandfiltern, deren Mittenfrequenzen genau bei $2 \cdot f_0$ liegen, wird somit die doppelte Frequenz des Eingangssignals herausgefiltert. Ein Summierverstärker faßt die in der Frequenz verdoppelten Ausgangssignale zusammen, so daß am Ausgang der Schaltung das frequenzverdoppelte Sprach-Spektrum zur Verfügung steht.

Aufgrund der recht feinen Aufteilung in 6 Teilspektren ergibt sich eine wirklich gute Sprachverständlichkeit. Bemerkenswert ist dabei, daß der Zeitablauf nicht gestaucht wurde, wie dies z. B. bei einem Tonbandgerät der Fall wäre, das mit doppelter Geschwindigkeit lief. Vielmehr wird tatsächlich die „Tonlage“ des Sprachsignals erhöht.

Schaltung

Über die 3,5 mm-Stereo-Klinkenbuchse gelangt die vom Vorverstärker oder vom Elektret-Kondensator-Mikrofon kommen-

de NF-Spannung auf den Eingang der Schaltung. Der rechte Belegungspin stellt dabei die Betriebsspannung für das Elektret-Kondensator-Mikrofon zur Verfügung, die mit R 46 und C 21 erzeugt wird. Soll hingegen die Schaltung in einen bestehen-

den Signalweg mit Normpegeln eingeschleift werden, wird diese Spannung über den Klinkenstecker kurzgeschlossen. Der fließende Strom ist aber aufgrund des relativ hochohmigen Wertes von R 46 nur sehr gering.

Zur Vorverstärkung und Empfindlichkeitsanpassung ist IC 5 A als Mikrofonvorverstärker geschaltet. C 22 nimmt eine Gleichspannungsentkopplung vor, während R 48 zur optimalen Verstärkungseinstellung dient. Das Ausgangssignal des Vorverstärkers gelangt direkt zur ersten Filterbank, die das Sprach-Spektrum in 6 verschiedene Teilspektren aufteilt. Die 6 mit IC 1 A/D, IC 2 A/D und IC 5 C/D identisch aufgebauten Bandfilterstufen arbeiten nach dem Prinzip der Mehrfachgegenkopplung. Die so erzeugten Teilspektren werden den Gleichrichtern, realisiert mit IC 1 B/C, IC 2 B/C und IC 3 A/D zugeführt. Da diese identisch aufgebaut sind, soll die Funktionsbeschreibung an dem mit IC 1 B aufgebauten Gleichrichter erfolgen:

Bei negativer Eingangsspannung arbeitet die Schaltung als Umkehrverstärker mit der Verstärkung

$$V = - \frac{R_5}{R_4} = -1.$$

Da die Diode in die Gegenkopplung einbezogen ist, wird die Schwellenspannung kompensiert.

Ist die Eingangsspannung positiv, gelangt der Operationsverstärker sofort an die negative Aussteuerungsgrenze. Die Diode ist nun in Sperrichtung geschaltet, und das Eingangssignal gelangt über die Widerstände R 4 und R 5 direkt zum Ausgang. Da die nachfolgende Stufe einen hochohmigen Eingang besitzt, ergibt sich eine Vollweggleichrichtung.

Durch vorstehend beschriebene Verfahrensweise entsteht ein Frequenzgemisch, das in einem nennenswerten Umfang die geradzahigen Oberwellen enthält. Die den 6 Gleichrichtern nachgeschalteten Bandpässe, realisiert mit IC 4 A/B/C/D und IC 3 B/C besitzen genau die doppelten Mittenfrequenzen der ersten Filterbank, bestehend aus den eingangs beschriebenen 6 aktiven Bandpässen. Somit filtern diese jeweils die doppelte Eingangsfrequenz heraus.

Der mit den Widerständen R 9, R 18, R 27, R 36, R 45, R 57, R 58 und IC 5 B aufgebaute Summierverstärker faßt die Ausgangssignale der zweiten Filterbank zusammen, bei einer 2,7fachen Verstärkung. Damit wird der Faktor

$$\frac{4}{3 \cdot \pi},$$

mit dem die Frequenz $2 \cdot f_0$ nach der Gleichrichtung vorhanden ist, wieder aus-

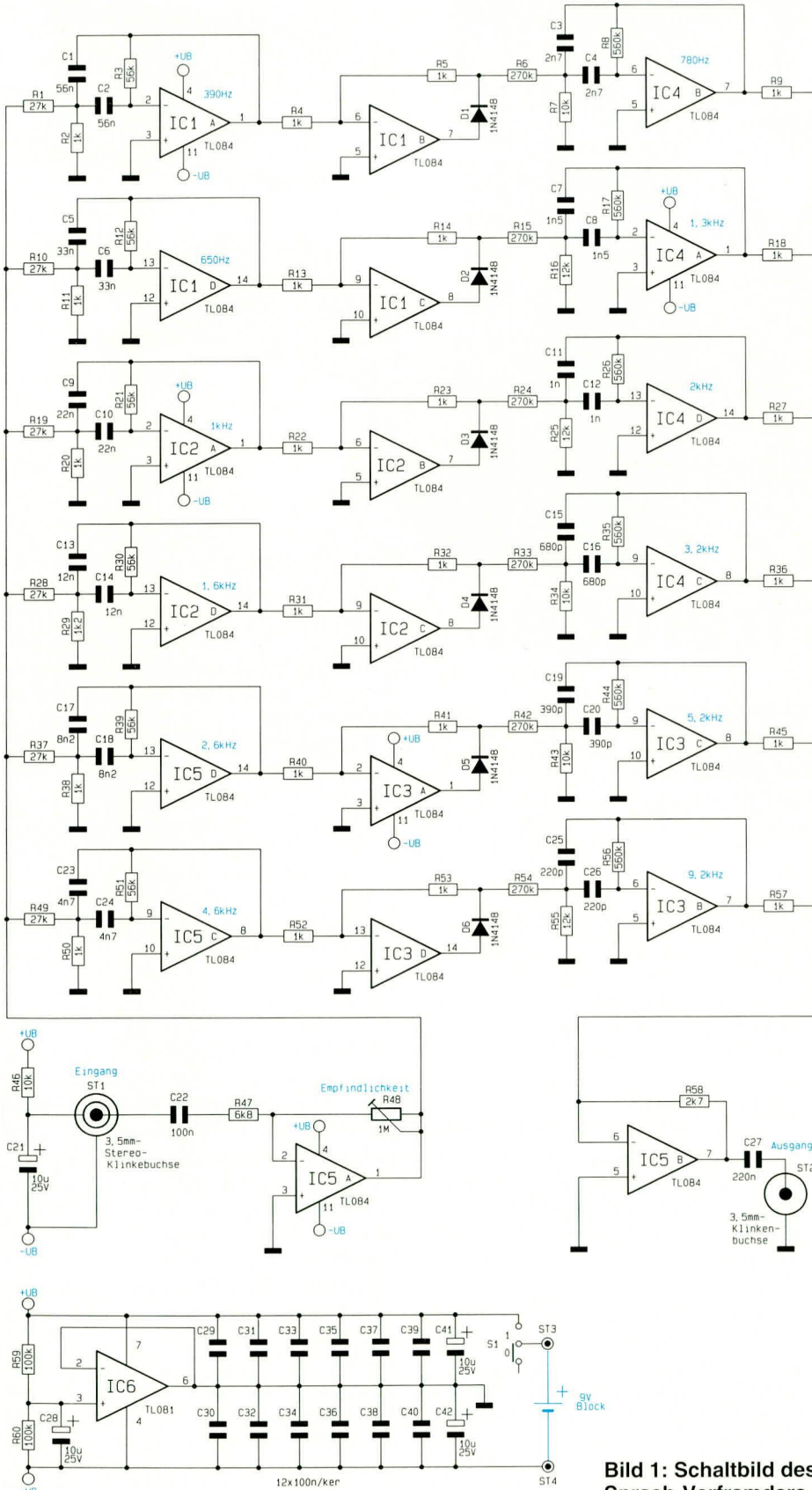
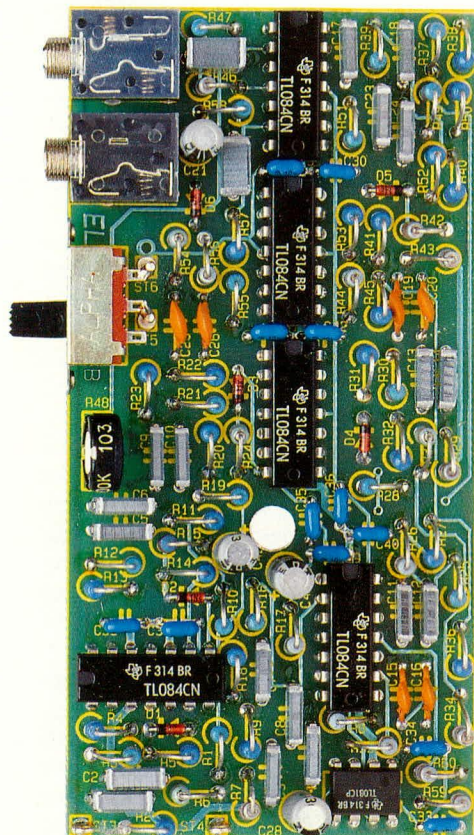


Bild 1: Schaltbild des Sprach-Verfremders

geglichen. Das Ausgangssignal hat deshalb ungefähr die gleiche Amplitude wie das Eingangssignal der ersten Filterbank. Über den Auskoppelkondensator C 27 gelangt das im Frequenzspektrum hochgesetzte Sprachsignal zur Ausgangsklinkenbuchse.



Ansicht der fertig aufgebauten Leiterplatte des Sprach-Verfremders

Die erforderliche symmetrische Betriebsspannung für die Operationsverstärkerstufen erzeugt IC 6 des Typs TL 081. Dieser Operationsverstärker ist als Spannungsfolger geschaltet und erhält am nicht-invertierenden Eingang die durch R 59/ R 60 halbierte Betriebsspannung. Es wird somit eine künstliche Masse von ca. 4,5 V erzeugt, auf die sich die Filterstufen beziehen. Der Stromverbrauch der Schaltung liegt bei ca. 45 mA, so daß eine 9 V-Blockbatterie für viele Stunden Betriebszeit ausreicht.

Nachbau

Die 54 mm x 108 mm messende, doppel-seitige Leiterplatte wird in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplans und der Stückliste bestückt. Dabei werden zuerst die niedrigen Bauelemente wie Dioden, Widerstände, Kondensatoren sowie das Trimm-Poti an den entsprechenden Stellen eingesetzt und auf der Rückseite verlötet. Beim Bestücken der Elkos ist auf die richtige Polung zu achten. Die überstehenden Anschlußdrähte werden so kurz als mög-

lich abgeschnitten, ohne die Lötstellen selbst zu beschädigen.

Als nächstes werden die beiden 3,5 mm-Klinkenbuchsen an den vorgesehenen Stellen bestückt und verlötet. Es folgt das Einsetzen der 6 integrierten Schaltkreise, wobei Pin 1 der ICs auf der Stirnseite durch

eine Einkerbung oder Punktmarkierung gekennzeichnet ist. Die Position der Markierung muß mit der auf dem Bestückungsplan übereinstimmen.

Der 9 V-Batterieclip ist gemäß Schaltbild zu verdrahten. Dabei ist auf die richtige Polung (rote Ader entspricht „+“) zu

**Stückliste:
Sprach-Verfremder**

Widerstände:

- 1kΩ R2, R4, R5, R9, R11, R13, R14, R18, R20, R22, R23, R27, R29, R31, R32, R36, R38, R40, R41, R45, R50, R52, R53, R57
- 1,2kΩ R29
- 2,7kΩ R58
- 6,8kΩ R47
- 10kΩ R7, R34, R43, R46
- 12kΩ R16, R25, R55
- 27kΩ R1, R10, R19, R28, R37, R49
- 56kΩ R3, R12, R21, R30, R39, R51
- 100kΩ R59, R60
- 270kΩ R6, R15, R24, R33, R42, R54
- 560kΩ R8, R17, R26, R35, R44, R56
- PT10, stehend, 1MΩ R48

Kondensatoren:

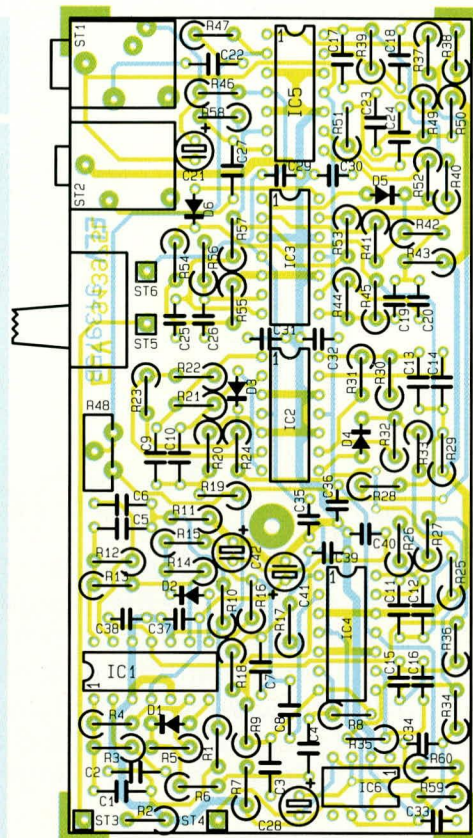
- 220pF C25, C26
- 390pF C19, C20
- 680pF C15, C16
- 1nF C11, C12
- 1,5nF C7, C8
- 2,7nF C3, C4
- 4,7nF C23, C24
- 8,2nF C17, C18
- 12nF C13, C14
- 22nF C9, C10
- 33nF C5, C6
- 56nF C1, C2
- 100nF/ker C29 - C40
- 100nF C22
- 220nF C27
- 10µF/25V C21, C28, C41, C42

Halbleiter:

- TL084 IC1 - IC5
- TL081 IC6
- 1N4148 D1 - D6

Sonstiges:

- Klinkenbuchse, mono BU2
- Klinkenbuchse, stereo BU1
- Schiebeschalter, 2 x um S1
- 2 Lötstifte, 1,3mm
- 2 Lötstifte mit Lötöse
- 1 Softline-Gehäuse, bedruckt und gebohrt
- 1 Batterieclip, 9 V
- 2 Zylinderkopfschrauben



Bestückungsplan des Sprach-Verfremders

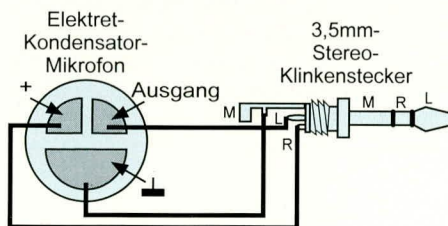


Bild 2 zeigt den Anschluß des Elektret-Kondensator-Mikrofons an den 3,5 mm-Stereo-Klinkenstecker

achten. Der Ein-/Aus-Schalter wird an den vorgesehenen Lötstiften festgelötet.

Die korrekte Bestückung ist vor dem Einsetzen der Leiterplatte in das Gehäuse noch einmal zu überprüfen. Ist die Platine eingesetzt, wird der Ein-/Aus-Schalter mit den beiden 2 x 8 mm-Zylinderkopfschrauben im Gehäuse befestigt. Soll ein preisgünstiges Elektret-Kondensator-Mikrofon Einsatz finden, ist die Verbindung zum 3,5 mm-Stereo-Klinkenstecker gemäß Abbildung 2 vorzunehmen. Nun steht dem Einsatz dieser „trickreichen“, für Aufmerksamkeit sorgenden Schaltung nichts mehr im Wege.

