

Automatische NF-Verstärkungsregelung

Damit Ihre Sprachaufzeichnung immer richtig ausgesteuert ist, bietet sich diese in Transistortechnik leicht nachbaubare Schaltung an.

Allgemeines

Bei der Aufzeichnung von Sprache besteht eine übliche Forderung in einer möglichst gleichbleibenden Aufzeichnungintensität; nicht allein weil der Dynamikumfang von analogen Aufzeichnungsgeräten wie Kassettenrecordern und Magnetbandgeräten recht begrenzt ist, sondern auch aufgrund einer möglichst guten Sprachverständlichkeit.

Hier bieten sich nun Schaltungen an, die einen selbsttätigen Ausgleich der sich ändernden Eingangsspannung vornehmen, und am Ausgang immer einen mittleren, gleichbleibenden Signalpegel abgeben. Wird am Eingang ein Mikrofon angeschlossen, stellen sich sowohl Eingangsspannungsschwankungen durch unterschiedliche Besprechungsabstände als auch verschiedene Lautstärken des Sprechers ein, die es auszugleichen gilt. Automatische Verstärkungsregelschaltungen, kurz auch AVR genannt, sind daher weit verbreitet und können auf verschiedene Weise realisiert werden.

Im „ELVjournal“ 2/90 ist z. B. eine HiFi-Stereo-AVR mit dem VALVO-IC NE572 vorgestellt, die aufgrund ihrer technischen

Daten selbst für anspruchsvolle Musikaufzeichnungen geeignet ist. Vielfach beschränkt sich die Anwendung jedoch auf die reine Sprachaufzeichnung, die zudem in Mono erfolgt, so daß preiswertere und einfachere Schaltungen genügen. Im vorliegenden Artikel stellen wir Ihnen eine besonders günstig zu realisierende AVR vor, die lediglich mit 3 Transistoren und

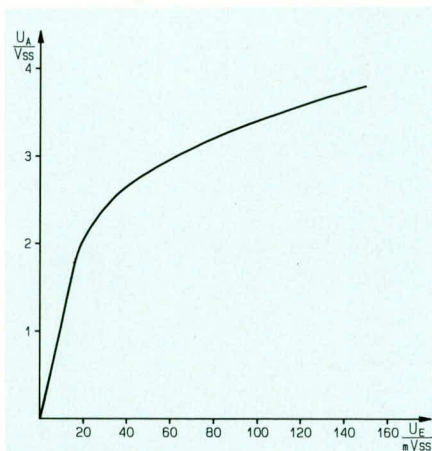


Bild 1: Kennlinie der automatischen Verstärkungsregelung. Ab einer Eingangsspannung von 20 mV_{SS} setzt die Regelung zur automatischen Ausgangsspannungsstabilisierung ein.

einer Handvoll weiterer, preiswerter, handelsüblicher Komponenten aufgebaut ist und dennoch recht passable Daten liefert.

In Abbildung 1 ist das Regelverhalten dargestellt. Bis zu einer Eingangsspannung von 20 mV_{SS} ändert sich die Ausgangsspannung proportional zur Eingangsspannung, d. h. die Schaltung verstärkt um den Faktor 100, entsprechend 40 dB. Ab 20 mV_{SS} Eingangsspannung setzt die Regelung recht effektiv ein und läßt die Ausgangsspannung wesentlich langsamer im Vergleich zur Eingangsspannung ansteigen.

Eine ideale AVR hätte als Kennlinie einen waagerechten Verlauf, bezogen auf Abbildung 1, d. h. egal wie die Eingangsspannung schwankt, stellt sich immer eine identische, mittlere Ausgangsspannung ein. Dies ist mit einfachen Mitteln jedoch nicht erreichbar, und selbst aufwendige AVR weisen immer noch eine gewisse Steigung auf. Im vorliegenden Fall bewirkt eine Eingangsspannungsänderung von 20 mV_{SS} auf 100 mV_{SS} (das 5fache) eine Ausgangsspannungsänderung von 2,05 V_{SS} auf 3,4 V_{SS} (das 1,66fache), d. h. die Ausgangsspannung ändert sich nur mit einem Drittel der Eingangsspannung.

Damit der Regelbereich der hier vorgestellten AVR möglichst optimal genutzt wird, sollte sich die Eingangsspannung im Bereich zwischen 20 mV_{SS} und 100 mV_{SS} bewegen. Mikrofone mit kleiner Ausgangsspannung erfordern daher eine zusätzliche Vorverstärkung, während bei Mikrofonen mit größerer Amplitude der Trimmer R 16 eine optimale Anpassung erlaubt.

Schaltung

In Abbildung 2 ist die Schaltung der automatischen NF-Verstärkungsregelung für Sprachaufzeichnung dargestellt. Die Eingangsspannung gelangt über die Cinch-Buchse BU 1 auf den zur Pegelanpassung dienenden Einstelltrimmer R 16. Von dort geht es über den Elko C 2, der zur Gleichspannungsentkopplung dient, weiter zur Basis der ersten mit T 1 aufgebauten Verstärkerstufe. Der Arbeitspunkt wird mit dem Spannungsteiler R 1, R 2 festgelegt.

Das verstärkte NF-Signal wird am Kollektor von T 1 abgenommen und gelangt über C 3 und R 5 auf die beiden in Reihe liegenden Dioden D 1 und D 2. C 3 dient auch hier zur gleichspannungsmäßigen Entkopplung, während R 5 und D 1, D 2 einen Spannungsteiler darstellen. Das vorliegende Schaltungsprinzip beruht darauf, daß die Dioden D 1, D 2 einen Innenwiderstand aufweisen, der sich mit dem durch sie hindurchfließenden Strom ändert. Fließt gar kein Strom, so werden die Dioden gesperrt, und das über C 3 und R 5 eingespeiste NF-Signal kann ungehindert weiter

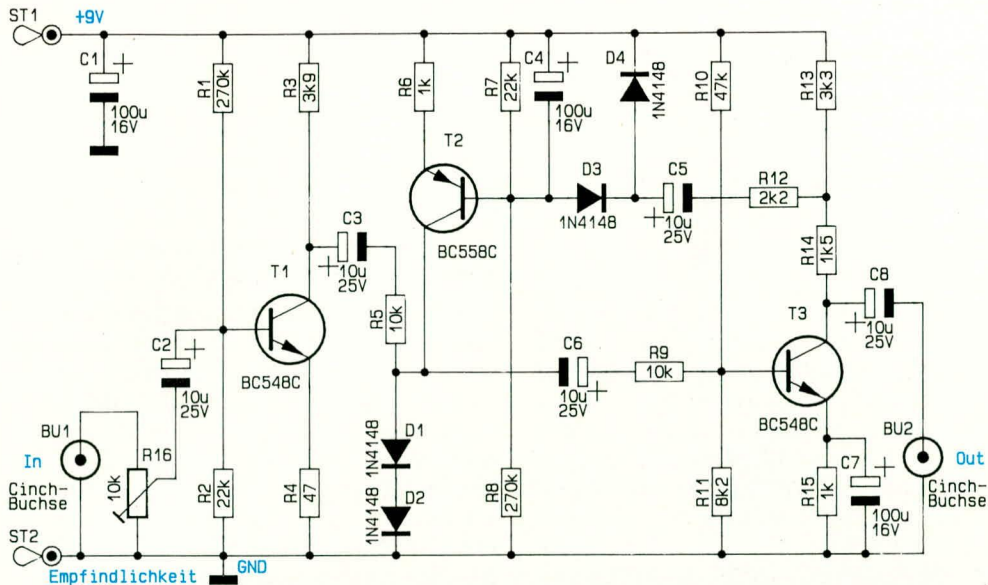


Bild 2: Schaltbild der automatischen NF-Verstärkungsregelung für Sprachaufzeichnung

über C 6 und R 9 auf die Basis des zweiten Verstärkertransistors T 3 gelangen. Fließt hingegen über D 1, D 2 ein vergleichsweise hoher Strom, ist der Innenwiderstand sehr niedrig und das Teilungsverhältnis von R 5 zu D 1, D 2 vergleichsweise hoch, d. h. es stellt sich eine erhebliche Abschwächung des NF-Signals ein. Die Steuerung des Stromflusses durch D 1, D 2 und damit das Maß der Signalabschwächung erfolgt über die Stromquelle T 2, die ihrerseits wieder

über eine Steuerspannung an der Basis ihren Stromfluß vorgegeben bekommt.

Damit sich nun eine weitgehend konstante Ausgangsspannung einstellt, ist ein geschlossener Regelkreis aufgebaut, wozu ein Teilbetrag der konstant zu haltenden NF-Ausgangsspannung über R 13, R 14 abgegriffen wird und mit R 12, C 5 auf die Gleichrichter-Klemmschaltung, bestehend aus D 3, D 4 und C 4, geleitet wird. Als Bezugspunkt ist dabei die positive Versor-

gungsspannung (ST 1) gewählt. Mit R 7, R 8 ist eine Vorspannung der Basis des Stromquellentransistors T 2 eingestellt, welche einen minimalen Stromfluß durch D 1, D 2 sicherstellen.

Schauen wir uns nun einen kompletten Regelzyklus an. Wir nehmen hierzu an, daß am Ausgang z. B. eine Spannung von 3 V_{ss} ansteht. Steigt das Eingangssignal, wird auch das Ausgangssignal größer. Dies wiederum bewirkt einen betragsmäßig größeren Spannungsabfall an C 4, so daß der Stromfluß durch T 2 ebenfalls steigt. Der Innenwiderstand von D 1, D 2 sinkt, was eine stärkere Abschwächung des Eingangssignals zur Folge hat, woraufhin das Ausgangssignal seinerseits reduziert wird, d. h. dieses Verhalten wirkt einem weiteren Anstieg der Ausgangsspannung entgegen, und der Regelkreis ist stabil.

Über den Kondensator C 8 wird das so aufbereitete NF-Signal am Kollektor von T 3 abgegriffen und zur Ausgangs-Cinch-Buchse BU 2 geleitet.

Nachbau

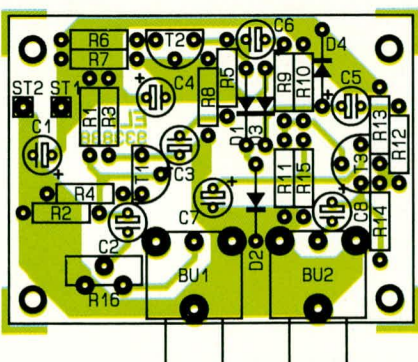
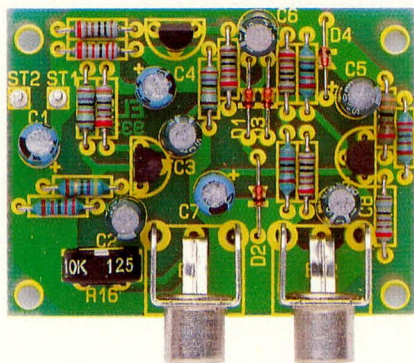
Der Aufbau dieser kleinen und dennoch recht interessanten Schaltung ist denkbar einfach. Die Bauelemente werden anhand des Bestückungsplanes auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet.

Wir beginnen die Bestückung mit den beiden Lötstiften ST 1 für die positive und ST 2 für die negative (Masse) Spannungsversorgung. Es folgen die beiden Cinch-Buchsen BU 1 und BU 2. Als nächstes wenden wir uns den 15 Widerständen sowie dem Trimmer R 16 zu, die ebenfalls auf die Platine zu setzen und auf der Leiterbahnseite zu verlöten sind. Nach dem Lötvorgang sind die überstehenden Drahtenden abzuschneiden, ohne dabei die eigentliche Lötstelle anzuschneiden.

Nun kommen wir zum Einsetzen der 8 Elkos, der 4 Dioden und der 3 Transistoren. Bei den Elkos ist die Einbaulage genau zu beachten. Meistens ist der Minusanschluß durch einen entsprechenden Pfeil mit darin eingebrachtem Minuszeichen markiert, wobei auch Elkos im Handel sind, bei denen der positive Anschluß mit einem Pluszeichen versehen ist.

Es folgen die beiden NPN-Transistoren T 1 und T 3, die ebenfalls polaritätsrichtig gemäß dem Bestückungsplan einzusetzen sind. Den Abschluß bilden die 4 Dioden D 1 bis D 4 sowie der PNP-Transistor T 2.

Im Anschluß an eine sorgfältige Kontrolle kann die Schaltung mit einer 9 V-Blockbatterie verbunden und in Betrieb genommen werden. Damit ist der Aufbau beendet, und Sie können mit Ihrer Sprachaufzeichnung mit automatisch geregelter Verstärkung starten.



Ansicht der fertig aufgebauten Leiterplatte mit zugehörigem Bestückungsplan der NF-Verstärkungsregelung für Sprachaufzeichnung

Stückliste: Automatische NF- Verstärkungsregelung für Sprachaufzeichnung

Widerstände:

47Ω	R4
1kΩ	R6, R15
1,5kΩ	R14
2,2kΩ	R12
3,3kΩ	R13
3,9kΩ	R3
8,2kΩ	R11
10kΩ	R5, R9
22kΩ	R2, R7
47kΩ	R10
270kΩ	R1, R8
PT10, stehend, 10kΩ	R16

Kondensatoren:

10µF/25V	C2, C3, C5, C6, C8
100µF/16V	C1, C4, C7

Halbleiter:

BC548C	T1, T3
BC558C	T2
1N4148	D1 - D4

Sonstiges:

Cinchbuchse print	BU1, BU2
Lötstifte 1,3mm	ST1, ST2