

WIR MACHEN DEN GA-5 BÖSE

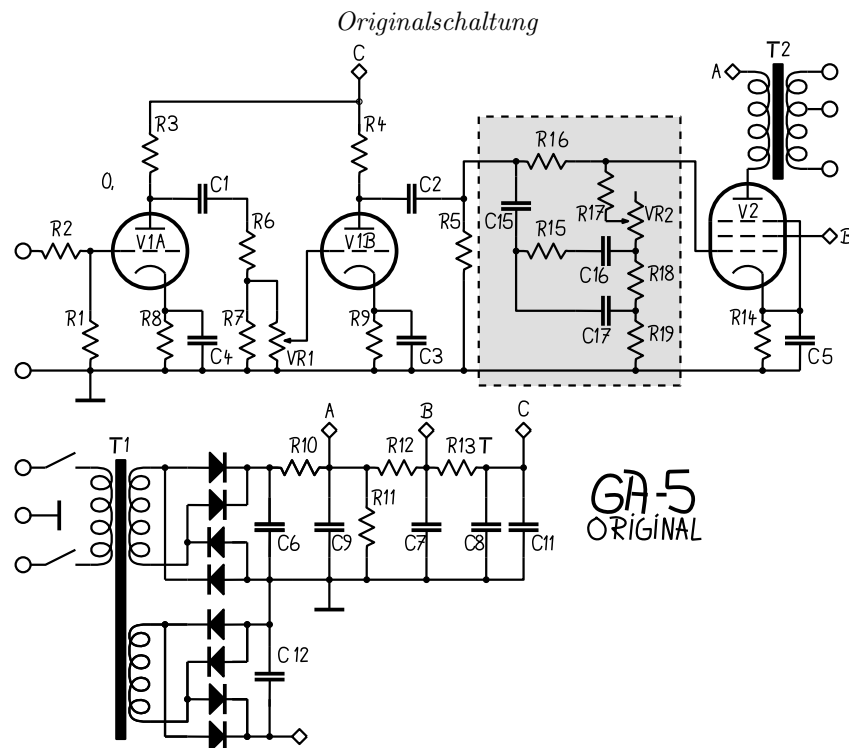
VON MARTIN LEMKE

1. ALLGEMEINES VORWEG

Man kann den GA-5 auf viele Weisen modifizieren. Man könnte versuchen einen jazzigeren oder rockigeren Ton zu erhalten und dergleichen mehr. Wir machen unseren GA-5 böse. D.h. wir optimieren ihn für die härtere Gangart. Dazu holen wir das Maximum an Gain heraus, das die Röhren hergeben und optimieren die Arbeitspunkte auf Verzerrungen.

Dazu gibt es drei Modifikationsstufen, die auch in dieser Reihenfolge aufgebaut werden müssen. Die Funktionsfähigkeit der jeweils höheren Stufe hängt von der erfolgreichen Durchführung der vorigen ab. Einige Maßnahmen in der ersten Stufe sind optional, was auch aus der Beschreibung hervorgeht.

Die Bezeichnungen der Bauteile beziehen sich auf den originalen Schaltplan und sollten sich so auch auf der Platine finden. Es gibt eine tabellarische Übersicht über die Modifikationen. Wie sie sich auswirken und was zu beachten ist, ist aber nochmals erklärt. Stufe II und III benötigen darüber hinaus den Schaltplan der modifizierten Schaltung.



Kurzübersicht

Bauteil	Original	Stufe I	Stufe II	Stufe III
R1	68k	470k/0,5W		
R2	68k			
R3	100k	100...330k/0,5W		
R4	100k	100...330k/0,5W		
R5	220k	entfällt ersatzlos	470k/0,5W	470k/0,5W
R6	1M	Drahtbrücke		
R7	1M	entfällt ersatzlos		
R8	2k2	1k...6k80,5W		
R9	2k2	1k...6k80,5W		1k/0,5W
R10	220	1k5W		
R11	220k			
R12	4k7			
R13	20k			
R14	220Ω	220...330Ω3W		
R15	33k		entfällt ersatzlos	
R16	120k		entfällt ersatzlos	
R17	120k		entfällt ersatzlos	
R18	23k		entfällt ersatzlos	
R19	10Ω		entfällt ersatzlos	
C1	22nF	5...20nF400V		
C2	22nF	5...20nF400V		
C3	22μF	1...22μF50V		
C4	22μF	1...22μF50V		entfällt ersatzlos
C5	22μF	1...22μF50V		entfällt ersatzlos
C6	22μF	22...100μF400V		
C7	22μF			
C8	22μF			
C9	22μF	22...100μF400V		
C11	100nF			
C12	4,7mF			
C15	470pF		entfällt ersatzlos	
C16	22nF		entfällt ersatzlos	
C17	22nF		entfällt ersatzlos	
VR1	1M			
VR2	1M			
V1a/b	ECC83	ECC81		
V2	EL84	6Π15Π, 6Π14Π		
T1	Netztrafo			
T2	Übertrager			
Rb1	fehlt		10k/0,25W	
Rb2	fehlt			20...100k/0,5W
Rb3	fehlt			20...100k/0,5W
Cb1	fehlt		5...20nF/400V	
Cb2	fehlt		250...2000pF/400V	
Cb3	fehlt			47n...200nF/50V

2. STUFE I - BAUTEILE

Zuerst wollen wir uns mit recht einfachen Modifikationen beschäftigen, die nicht stark in die Schaltung selbst eingreifen, sondern nur Bauteilwerte optimieren.

- R1 Dieser Widerstand bildet die Last für die Gitarre. Deren Innenwiderstand ist stark von der Induktivität und Wicklungskapazität der Tonabnehmer abhängig. Ich habe schon Werte knapp unter $100\text{k}\Omega$ gemessen. Nun werden Röhren nur durch die Spannung gesteuert. Wir brauchen am Eingang also Spannungsanpassung, um die Gitarre nicht zu stark zu bedämpfen. Spannungsanpassung bedeutet, dass der Innenwiderstand der Gitarre mindestens $2\times$ kleiner als der Eingangswiderstand sein soll. Wir sollten R1 demnach erhöhen. $470\text{k}\Omega$ sind ein passender Wert. Es wird deutlich brillanter klingen. Mehr Gain gibt es gratis dazu.
- R3/4 Das sind die Anodenwiderstände. Werden sie vergrößert, dann erhöht sich die Verstärkung noch etwas. $330\text{k}\Omega$ sollten aber nicht überschritten werden. R4 zu vergrößern kann aber als Nebenwirkung auch eine etwa kratzige Verzerrung bei voll aufgerissenem Verstärker bringen. Ich würde für R4 den originalen Wert beibehalten und nur R3 auf 200k erhöhen.
- R5 Der GA-5 ist bis auf die Klangregelung absolut identisch mit dem Epiphone Valve Junior EPA-JR. Nur in diesem Verstärker oder in unserer Modifikation der Klangregelung macht dieser Widerstand Sinn. Soll die originale Klangregelung beibehalten und auf die beiden weiteren Modifikationsstufen verzichtet werden, dann sollte er ersatzlos entfernt werden, er kostet nämlich unnütz Gain. Für die Funktionsfähigkeit in den Modifikationsstufen II und III ist dieser Widerstand unentbehrlich. Dann sind $470\text{k}\Omega$ ein guter Wert.
- R6 Dieser Widerstand frisst nur Gain und rauscht. Weg damit und durch eine Drahtbrücke ersetzen.
- R7 Auch dieser Widerstand frisst nur Gain. Er sollte auch entfallen, darf aber nicht durch eine Drahtbrücke ersetzt werden.
- R8 Eine Erhöhung auf $6,8\text{k}\Omega$ bringt etwas Zucker in den Klang. Eine Verringerung auf 800Ω bringt das selbe, belastet aber die Röhre etwas stärker.
- R9 Wurde R8 vergrößert, dann sollte hier auf kleinstens 800Ω verkleinert werden, wurde R8 verkleinert dann kann hier auf $6,8\text{k}\Omega$ vergrößert werden. Der Grund für diese kuriose Anleitung ist, dass so zweimal die selbe Halbwelle beschnitten wird, da wir hier invertierende Stufen haben. Durch den hohen und den jeweils niedrigen Wert beschneiden beide Röhren die selbe Halbwelle. Eine bewährte Kombination ist $R8=6,8\text{k}\Omega$ und $R9=1\text{k}\Omega$. Sehr gut aber etwas ruppiger klingt es, wenn R8 und R9 auf 800Ohm reduziert werden.
- R10 Hier ist keine klangrelevante Maßnahme möglich. Aber eine, die die EL84 in der Endstufe schont. Sie wird dort nämlich ziemlich überlastet, was die Lebensdauer reduziert. Das ist in Gitarrenverstärkern nicht unüblich, man kann es aber etwas einschränken. $1\text{k}\Omega$ bei 5Watt Belastbarkeit sind ein guter Wert. Zwischen Masse und Pin 7 der EL84 sollten ungefähr $300\dots 320\text{V}$ gemessen werden.
- R14 Hier sollte mindestens ein Wechsel auf einen 3Watt Typen erfolgen, der verbaute Widerstand ist etwas knapp bemessen. Der Wert kann etwas vergrößert werden, Dabei sollte man nicht über 330Ohm gehen. Die Wirkung dieser Maßnahme ist ein etwas früherer und etwas weicherer Verzerrungseinsatz.

- C1/2 Diese Kondensatoren können die Bässe beschneiden, wenn man sie verkleinert. Sollte der Verstärker unheimlich stark matschen, wenn er verzerrt wird, dann wäre die Verkleinerung von beiden auf je 10nF oder 5nF oder von nur einem zielführend. Es empfiehlt sich mit C1 zu beginnen. Es sollten immer mindestens 400V Typen verbaut werden.
- C3/4/5 Mit diesen Kondensatoren kann man das selbe wie mit C1 und C2 erreichen. Eine Verringerung auf 10 μ F, 5 μ F oder gar 1 μ F haben diesen Effekt. In Modifikationsstufe III entfallen C4 und C5. Wer also weiß, dass er diese Stufe sicher ausprobieren wird, sollte bis dahin C4 und C5 nicht antasten.
- C6/9 Eine Vergrößerung hier bringt eine bessere Siebung im Netzteil und damit weniger Brumm. 47 μ F oder gar 100 μ F sind günstige Werte. Die Spannungsfestigkeit sollte wenigstens 400V betragen.
- V1a/b Hier könnte eine ECC81 statt der ECC83 zum Einsatz kommen. Man verliert ein wenig Verstärkung. Der Klang wird aber auch etwas brillanter.
- V2 Die EL84 in der Endstufe kann sehr schön durch eine russische 6П15П ersetzt werden. Das ist eine EL84 ähnliche Röhre mit größerer Steilheit. Der Ersatz bringt deutlich mehr Verzerrung. Da die EL84 im GA5 etwas überlastet wird, empfiehlt sich eventuell ihre russische datengleiche Schwester 6П14П einzusetzen, die wie die 6П15П auch etwas robuster als die echte EL84 ist.
- Speaker Der Lautsprecher des GA-5 ist recht brauchbar, es gibt aber noch bessere. Der Eminence Legend 875-L ist eine sehr gute Wahl. Eminence Alpha 8 und Beta 8 sind für unsere Modifikationen ebenfalls sehr gut geeignet. Diese Modifikation gehört mit zu den wirksamsten. Jeder Lautsprecher mit 8 Zoll im Durchmesser kann verbaut werden. Sollte er nicht eine Impedanz von 4 Ω sondern eine von 8 Ω haben, dann muss der Anschluss am Übertrager entsprechend geändert werden.

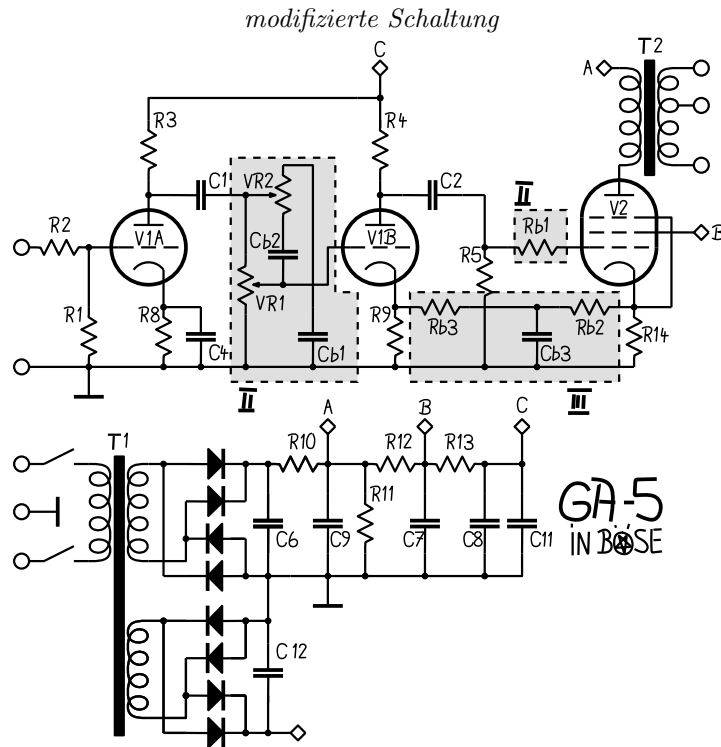
3. STUFE II - KLANGREGELUNG

Die originale Klangregelung des GA-5 ist im originalem Schaltplan grau markiert. Es handelt sich eigentlich um eine Marshall Klangregelung. Bei dieser wurden zwei Regler durch Widerstände ersetzt. Nämlich der Höhenregler durch R16 und R17 und der Bassregler durch R18 und R19. Übrig bleibt der Bassregler. Das ist Murks.

Denn diese aufwendige Klangregelung vernichtet eine Menge Gain. Die Marshall Klangregelung wird nicht umsonst mit Verstärkern mit zusätzlichen Aufholstufen verwendet. Die unzahl verschiedener unnützer Bauelemente im Signalweg sorgen zudem nicht gerade für fein aufgelöste Wiedergabe. Die ist nämlich auf möglichst direkte Signalwege angewiesen.

Die Klangregelplatine kann komplett ausgebaut werden. Sollte R5 ausgebaut worden sein, so muss er nun durch einen 470k Ω Widerstand ersetzt werden. Die Stelle auf der Hauptplatine, wo zwei Kabel zur Klangregelplatine hinführen, werden durch Rb1 gebrückt, für den 10k Ω ein guter Wert sind. Klangentscheidend ist dieser Widerstand nicht, er hat nahezu keinen Einfluss. Er dient lediglich der Schwingungsunterdrückung.

Das nun frei bleibende Poti VR2 wird dann zusammen mit dem Volumenpoti so verschaltet, wie die Schaltung zeigt. Es bekommt damit die Wirkung eines Höhenreglers. Der ist aber etwas, dass in Verstärkern mit kräftiger Verzerrung sehr



nützlich ist. Denn stark verzerrte Signale können zum Kratzen niegen, was hierdurch entschärft werden kann.

Cb1 sollte einen Wert zwischen 5nF und 20nF haben. Größere Werte dämpfen die Höhen dabei mehr. Cb2 sollte zwischen 250pF und 2nF liegen. Größere Werte bewirken, dass die Frequenzen die angehoben werden nach unten verschoben werden. Es hat sich gezeigt, dass beim Fortschritt zu Modifikationsstufe III häufig eher ein größerer Wert benötigt wird. Wer also sicher ist auch die dritte Stufe zu bauen, sollte nicht lange rumfummeln, sondern gleich einen eher großen Wert wählen. Die Spannungsfestigkeit beider Kondensatoren soll wenigstens 400V sein.

4. STUFE III - BASSBOOST

Der typische Verstärker für die härtere Gangart hat einen etwas anderen Frequenzgang als ein bluesiger oder rockiger Verstärker. Die Bässe und die durchsetzungsfähigen oberen Mitten und Höhen werden angehoben. Letzteres ist durch Modifikationsstufe II schon abgesichert. Doch ohne ein Bassfundament kann es schnell nervig oder schrill klingen. Beim GA-5 kommt erschwerend hinzu, dass der kleine 8'' Lautsprecher in dem kleinen Gehäuse wenig Bässe wiedergeben kann. Was also tun?

Das menschliche Ohr hat eine interessante Eigenschaft. Es kann aus den Obertönen den Grundton bestimmen, auch wenn dieser gar nicht vorkommt. Wir können dem menschlichen Ohr die Wiedergabe von 50Hz vorgaukeln, indem wir ihm dessen ganzzahlige Vielfache, nämlich 100Hz, 150Hz, 200Hz usw. in einem der Intensität nach monoton fallenden Spektrum vorspielen.

Das können wir hinbekommen, indem wir diese Frequenzen im Verstärker rückkoppeln. Denn eine Gegenkopplung senkt im Hifi-Verstärker die Verzerrungen. Eine Rückkopplung wird sie folglich erhöhen. Verzerrungen sind aber nichts weiter

als zusätzliche Obertöne. Da wir mit Röhren arbeiten, bekommen wir dank deren Kennlinie das nötige monoton abfallende Spektrum. Rb3 und Rb2 bilden diese Rückkopplung zwischen den Kathoden von V1b und V2. Dazu müssen deren Kathodenkondensatoren C3 und C5 entfernt werden, sonst funktioniert es nicht. Cb3 schließt die hohen Frequenzen gegen Masse kurz, so dass diese nicht von der Rückkopplung betroffen werden.

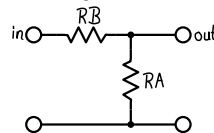
Für Rb3 und Rb2 haben sich Werte zwischen $20\text{k}\Omega$ und $100\text{k}\Omega$ bewährt. Kleinere Werte erhöhen den Effekt. Sollte es bei korrektem Aufbau ein Schwingen einsetzen, dann ist die Rückkopplung zu stark. Es genügt den Verstärker auszuschalten und die Werte etwas zu vergrößern. Man kann statt Festwiderstände auch Trimmer von $100\text{k}\Omega$ für Rb1 und Rb2 einsetzen und den angenehmsten Wert beim Spielen einordnen. Anschließend werden die Trimmer vermessen und Festwiderstände mit dem Einstellwert verbaut. Beste Ergebnisse ließen sich erzielen, wenn R9 einen Wert von $1\text{k}\Omega$ hatte.

Cb3 sollte zwischen 47nF und 200nF liegen. Kleine Werte bewirken, dass auch höhere Frequenzen in die Rückkopplung gelangen. Zu kleine Werte klingen hölzern und topfig. Zu große beschränken die Wirkung zu sehr. Es empfiehlt sich erst Rb3 und Rb2 auf etwa $30\text{k}\Omega$ einzustellen. Dann wird Cb3 festgelegt. Danach werden dann Rb3 und Rb2 feiner abgeglichen.

5. PERIPHERIE

Wenn die beschriebenen Modifikationen durchgeführt wurden, kann der GA-5 ziemlich heftig verzerren. Manchen Zeitgenossen genügt das nicht. Ihnen würde ich empfehlen, einen Booster zu verwenden. Ein Booster ist nichts anderes als ein ganz primitiver Vorverstärker. Ein FET oder OPV als invertierende Verstärkerstufe geschaltet genügt vollauf. Das Ganze wird auf eine kleine Lochrasterplatine gebaut und mit Poti und Fußschalter garniert in ein kleines Metallgehäuse gesetzt. Es kann aus einem 9V Block gespeist werden. Es könnte auch ein Gitarren EQ oder ein gemäßigt eingestellter Overdrive zum Einsatz kommen. Wichtig ist nicht, dass das Effektgerät irgendetwas mit dem Klang tut. Der Klang entsteht im Verstärker. Geboosted wird der nämlich wesentlich weiter angesteuert. Das führt dazu, dass nicht nur die Endstufe V2 verzerrt werden kann, sondern auch V1b. Nach unseren Modifikationen ist das nur mit einer Gitarre kaum möglich.

Leistungsreduzierung



Lautsprecherimpedanz:	4Ω		8Ω	
empfundene Lautstärke	RA	RB	RA	RB
halb	4Ω	2Ω	8Ω	4Ω
viertel	$1,2\Omega$	$3,3\Omega$	$2,7\Omega$	$6,8\Omega$
achtel	$0,2\Omega$	$3,8\Omega$	$0,5\Omega$	$7,2\Omega$

Wenn der GA-5 nun klingt wie gewünscht, kann es sein, dass er zu laut ist um ihn als Übungsverstärker zu benutzen, ohne sich den Zorn der Mitbewohner zuzuziehen. Man könnte ihn leiser drehen, aber dann klingt er nicht mehr so fett. Was tun? Wir könnten einen Teil der Leistung vernichten. Dazu müssen wir nur dafür sorgen,

dass der Verstärker weiterhin an einer Last von 4Ω bzw. 8Ω arbeitet, falls wir eine Änderung am Lautsprecher vorgenommen haben.

Dazu können wir uns eine kleine Schaltung aus 5Watt Widerständen basteln. Der Lautsprecher wird dann an den Ausgang und der Verstärker an den Eingang der Schaltung angeschlossen. Die kleine Schaltung wird also zwischen Verstärker und Lautsprecher eingeschleift.

6. SICHERES ARBEITEN

Wenn wir löten, sollte der Netzstecker gezogen sein. Beim Testen sollte der elektrische Teil des Gerätes vollständig zusammengebaut sein. D.h. der Schutzleiteranschluss darf nicht entfernt werden usw. Messgeräte sind vor dem Einschalten anzuschließen, dann ist einzuschalten, dann abzulesen und dann wieder auszuschalten.

Es gelten alle Sicherheitsmaßnahmen, die beim Umgang mit Hochspannung zu treffen sind. Sind diese unbekannt, bitte informieren Sie sich.

Bohren, Sägen und andere spanhebende Verfahren sind nicht nötig um die hier vorgestellte Modifikation durchzuführen. Messgeräte sind sauberes Löten und Bauteile guter Qualität vorausgesetzt nicht nötig. Bei der Suche eventueller Fehler hilft ein Universalmessgerät. Die angegebenen Werte können den Verstärker nicht beschädigen. Der Schwierigkeitsgrad ist also bewusst sehr niedrig gehalten. Trotzdem haben die vorgestellten Modifikation eine enorme Wirkung.

RECHTLICHES:

Alle Rechte liegen bei Martin Lemke, Lindenstr. 16, 18209 Bad Doberan. Jede Veröffentlichung, auch in Teilen, ist untersagt. Ausgenommen sind der private Hobbygebrauch wenn bei der Veröffentlichung der Urheber erhalten bleibt. Es wird keine Haftung für irgendwelche beim Nachbau entstehende Schäden übernommen. Die Richtigkeit gemachter Aussagen wird nicht garantiert. Das Dokument ist ein Diskussionsbeitrag.