

---

### HighEnd Referenzvorverstärker

---



### HighEnd Referenzvorverstärker

niedrige Klirrwerte, keine negative globale Rückkopplung, hohe Eingangsempfindlichkeit, hohe Aussteuerbarkeit und extrem niedrige Ausgangsimpedanz, hohe Nachbausicherheit und Störunterdrückung sind nur einige Merkmale dieser Schaltung.

Eine sinnvolle Erweiterung dieses Verstärkers mit einer Basisbreitenregelung findet man unter folgendem Link im tube cad Journal

### Interessante Links und ein bisschen Theorie zum Aikidoverstärker

[\*New tube circuit: The Aikido Amplifier\*](#)

[\*Aikido Variations\*](#)

[\*Aikido enhancement\*](#)

[\*Aikido Amplifier Revisited\*](#)

Der Verstärker ist durch ein paar Schaltungskniffe den anderen Schaltungen, wie z.B SRPP, SEPP oder SLCF in Bezug auf Klirrverhalten Ausgangsimpedanz oder der Unterdrückung von Störsignalen aus dem Netzteil weit überlegen. Die komplette Schaltung arbeitet völlig ohne globale Gegenkopplung.

Der Aikido Verstärker hat von sich aus eine Störunterdrückung von 30dB (ein Kathodenfolger hat gerade mal -6dB) Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass beliebige Trioden ohne Schaltungsänderung verwendet werden können.

In der unteren Grundschaltung können ohne Probleme beliebige Trioden eingesetzt werden, z.B. Wäre es möglich, dass eine ECC88 eine ECC99 treibt oder bei Oktalröhren eine 6SN7 eine 6AS7 ansteuert.

### „Aikido“

#### Zu den Röhren

Als Röhren kommen alle Novalröhren in Frage die in der Sockelbeschriftung mit der 6922 identisch sind. Die Schaltung wurde mit verschiedenen Doppeltrioden getestet. Die Heizfäden können dabei Parallel oder in Serie geschaltet werden da die Verdrahtung im Layout offen ist. Die Betriebsspannung ist unkritisch und wurde mit diversen Röhren bei 80V-300V getestet. (U<sub>fk</sub> max der verwendeten Trioden beachten, es liegt an den oberen Röhren ca U<sub>a</sub>/2 an) Trotzdem wird ein Mosfet Netzteil zur Anodenspannungsversorgung empfohlen. Die Röhren sollten möglichst mit Gleichspannung beheizt werden.

Die Verstärkung beträgt ca 20dB bei Verwendung der 6922 oder 6N1Pi

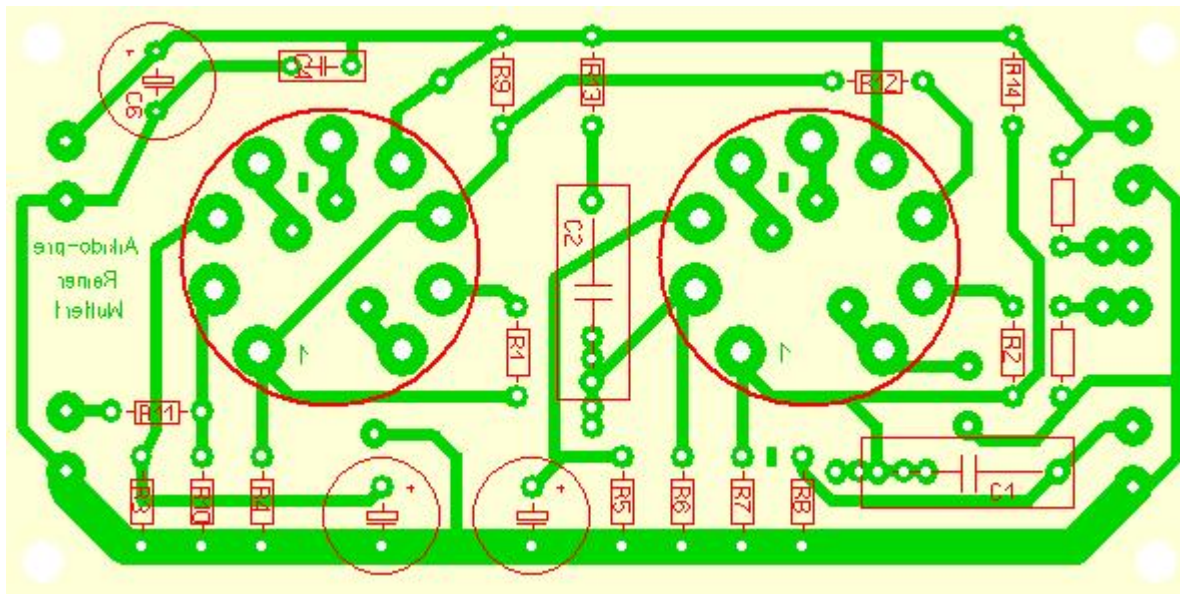
Die unverzerrte Ausgangsspannung beträgt ca 40V bei ca 200V Anodenspannung

Die Anodenstromaufnahme ist < 20mA bei obiger Schaltunsauslegung

Die untere Grenzfrequenz ist von C1 abhängig, er kann bei niedrigen Lasten auch problemlos vergrößert werden.

Die obere Grenzfrequenz hängt von R11 und R12 ab, sie erreicht bei 430 Ohm mit der 6922 einige Megaherz. Der Widerstand sollte aus Stabilitätsgründen nicht wesentlich verkleinert werden.

#### Layout mit Bestückung



Maße: 50mmx100mm

Die Platinen sind bleifrei nach der RoHS gefertigt.



### HighEnd Referenzvorverstärker

#### Bestückungshinweise:

Am leichtesten Bestücken lässt sich die Platine, wenn Sie mit den niedrigsten Bauteilen beginnen, also Drahtbrücken, Dioden und Widerstände. Dadurch können Sie ein Bauteil einstecken, die Platine umdrehen und flach auf eine geeignete Unterlage legen. So wird das zu lötfende Bauteil an seinem Platz gehalten. Empfehlenswert ist auch eine Biegelehre, die es für wenig Geld im Elektronikfachhandel gibt. Damit lassen sich die Bauteile sehr schnell und präzise auf die verwendeten Rastermasse biegen.

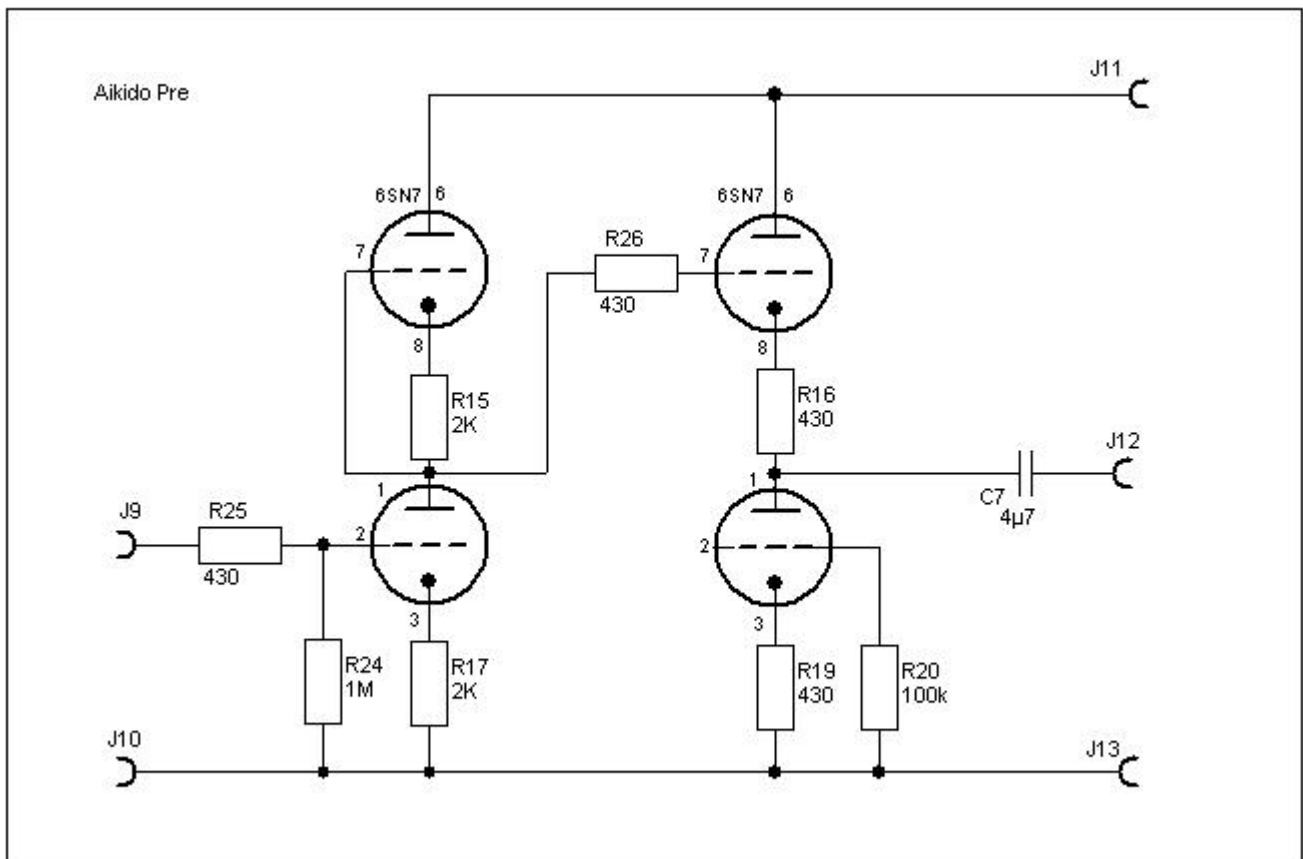
Wichtig!!! Die Kathodenelkos werden nicht eingelötet, Sie sind für ein Gomme oder XPP\_ Verstärker vorgesehen, der auch mit dieser Platine verwirklicht werden kann.

Beim Einlöten der Röhrenfassung ist folgendes zu beachten:

Je nach verwendetem Typ ist es unbedingt erforderlich, dass beim Festlöten eine Dummy-Röhre (z.B. eine alte Röhre) in der Fassung steckt, so dass die Lötstifte in der richtigen Position festgelötet werden können. Wird dies nicht beachtet, so kann durch erhöhte Spannung an den Röhrenstiften die Röhre beim Einstecken oder im Betrieb springen! Löten sie niemals an der Fassung, wenn eine „richtige“ Röhre drinsteckt, durch die Wärmeübertragung kann diese zerstört werden!

#### Schaltungsbeschreibung und Messergebnisse

#### Röhrenschaltung: Der Aikido Verstärker

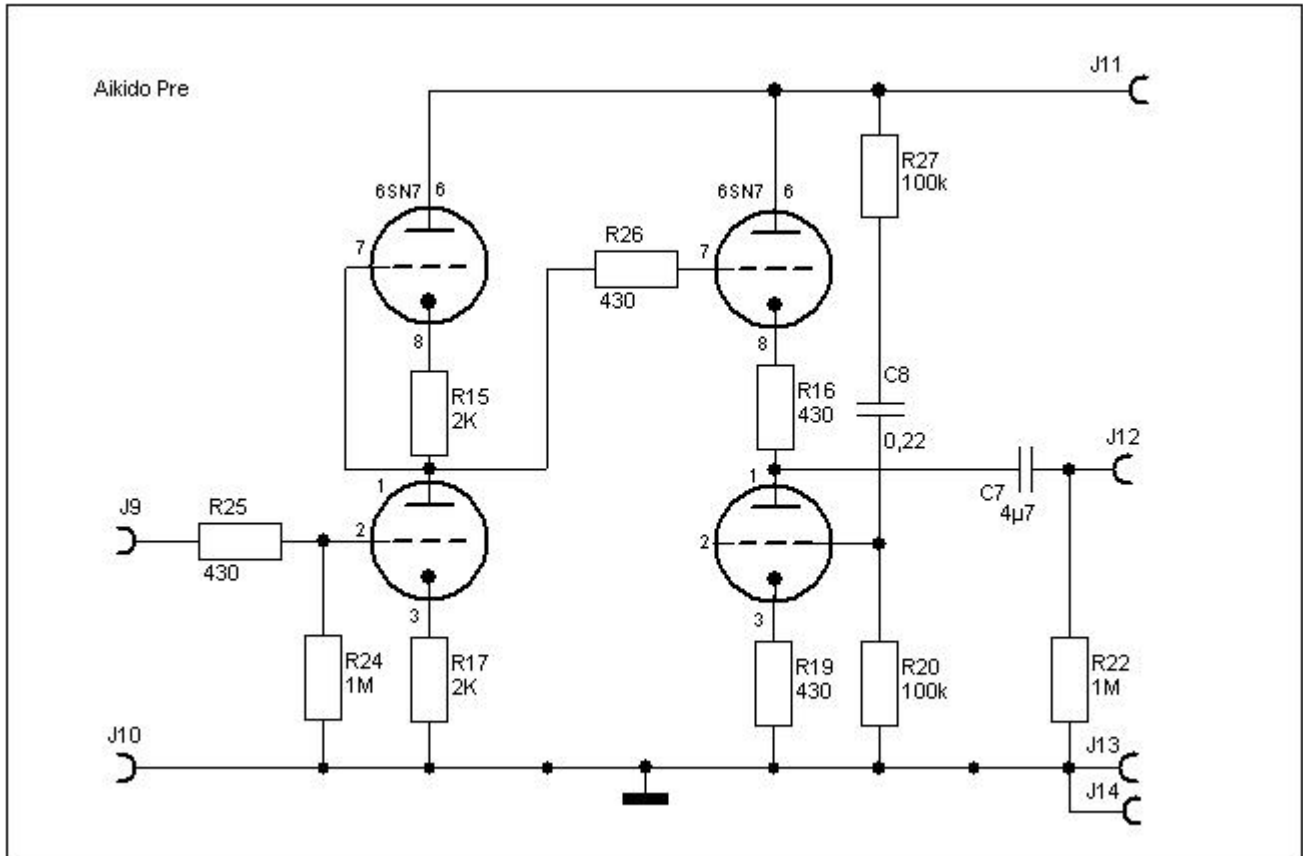


### „Aikido“

Vereinfacht gesagt steuert ein Anodenfolger mit einer Konstantstromquelle im Anodenkreis gleichspannungsgekoppelt einen Kathodenfolger mit einer Konstantstromquelle im Kathodenkreis. Die Kathodenwiderstände werden nicht durch klangverfälschende Elkos überbrückt, wodurch die interne Gegenkopplung erhöht und die Röhre linearisiert wird.

#### Die Störunterdrückung

in der unteren Schaltung wurde der Aikido-Verstärker um eine RC- Kombination erweitert. Dieser Schaltkreis eliminiert die Stör- und Brummspannung aus dem Netzteil. Die ersten beiden Trioden sorgen zwischen der Verbindung von Anode und Kathode für ein Spannungsteilerverhältnis der Störspannung von 50%. An der Anode der Eingangstriode liegt also die Hälfte der Störspannung an. Die RC-Kombination bestehend aus Rx, Rx und Cx sorgt für eine gleichphasige Ansteuerung des Gitters der unteren Röhre des Kathodenfolgers. Hierdurch löscht sich das Störsignal fast völlig aus. Wichtig hierfür ist, dass der Kathodenwiderstand nicht mit einem Kondensator überbrückt wird, da ansonsten das Spannungsteilerverhältnis geändert würde. Nutzsignalmäßig arbeitet die untere Röhre als Konstantstromquelle und linearisiert damit den Kathodenfolger da die obere Röhre einen unendlich hohen Widerstand sieht (SLCF Super linearer Kathodenfolger).



---

### HighEnd Referenzvorverstärker

---

#### Welche Röhren sollten verwendet werden?

Es gibt hunderte von Röhrentypen die eingesetzt werden können. Wobei die Verstärkung der Gesamtschaltung vom Verstärkungsfaktor der Eingangstriode abhängt.

Die Verstärkung beträgt dann  $\frac{1}{2} \mu$ .

Bei der Verwendung unterschiedlicher Röhren kann die Verstärkung eingestellt werden.

Beispiele:

ECC82: 18,5dB

ECC81: 29,5dB

ECC83: 46dB

Für die Verwendung als Vorverstärker empfehlen sich Spanngitterröhren wie z.B

6N1P oder 2922, hiermit erreicht man eine Verstärkung von ca 20dB

Hier einige Messwerte die ich aus dem Tube Cad Jornal entnommen habe. Die Messergebnisse und Simulationen stammen von einem Bjørn aus Norwegen.

Die Messungen wurden bei einer Betriebsspannung von 250V durchgeführt. Als Röhren wurden in beiden Stufen E88CC (6922) benutzt.

Die Kathodenwiderstände der Eingangsstufe betrugen hierbei 330 Ohm ( $I_k=8.7\text{mA}$ ), die der Ausgangsstufe 200 Ohm ( $I_k=11,6\text{mA}$ )

Alle Tests wurden mit Audiotester SW und einer Soundblaster live soundkarte durchgeführt. Die 3. harmonischen wurden teilweise nicht angegeben da sie im Rauschen der Messanordnung untergingen. Ein weiterer wesentlicher Vorteil dieser Schaltungsvariante liegt in der Kompensation des Klirrgrades. Eine Röhre ist nie so linear wie ein Widerstand. Der Klirr der Eingangsrohre wird durch den Klirr der Röhre im Anodenkreis weitgehend kompensiert. Eine weitere Kompensation wird durch die Ausgangsstufe erreicht. Diese Stufe sorgt außerdem für eine extrem niedrige Ausgangsimpedanzen.

#### Die Messergebnisse:

Anode der 1. Röhre			Ausgang		
Vout(Vpp)	2nd[%]	3rd[%]	Vout(Vpp)	2nd[%]	3rd[%]
40	0.7	0.02	40	0.75	0.028
10	0.18	0.07	10	0.18	0.006
5	0.09	0.003?	5	0.10	—
2	0.25	—	2	0.026	—

#### Vorteile des Aikido-verstärkers:

großer Geräuschspannungsabstand

hohe Verstärkung

niedriger Klirr

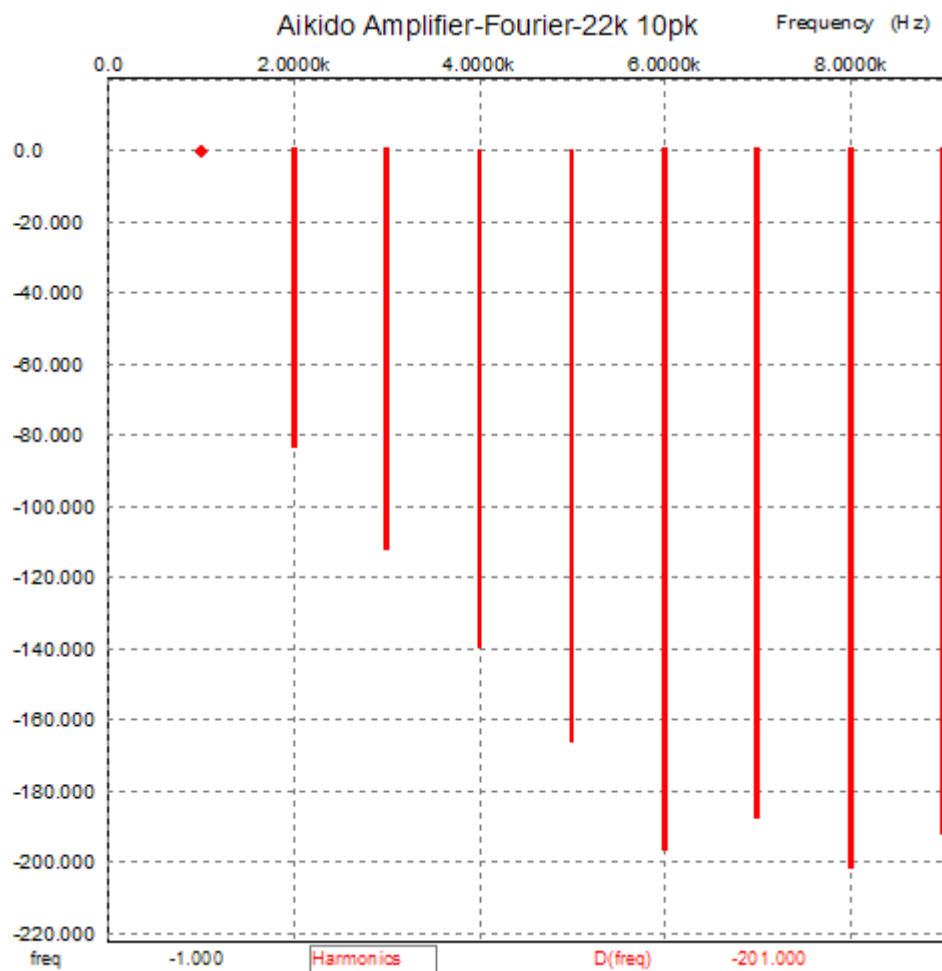
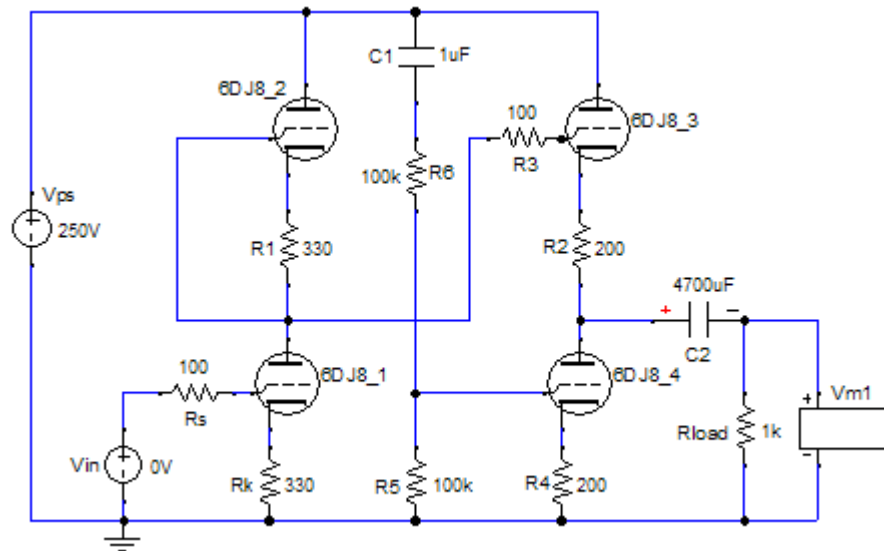
niedrige Ausgangsimpedanz

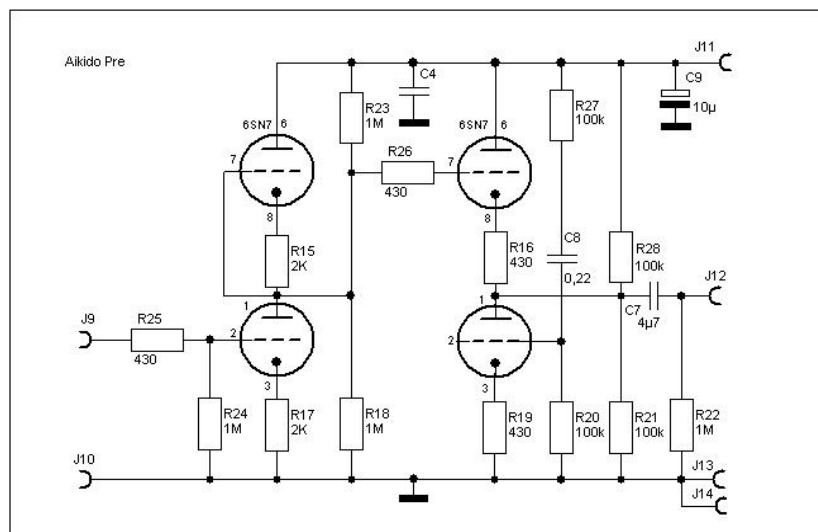
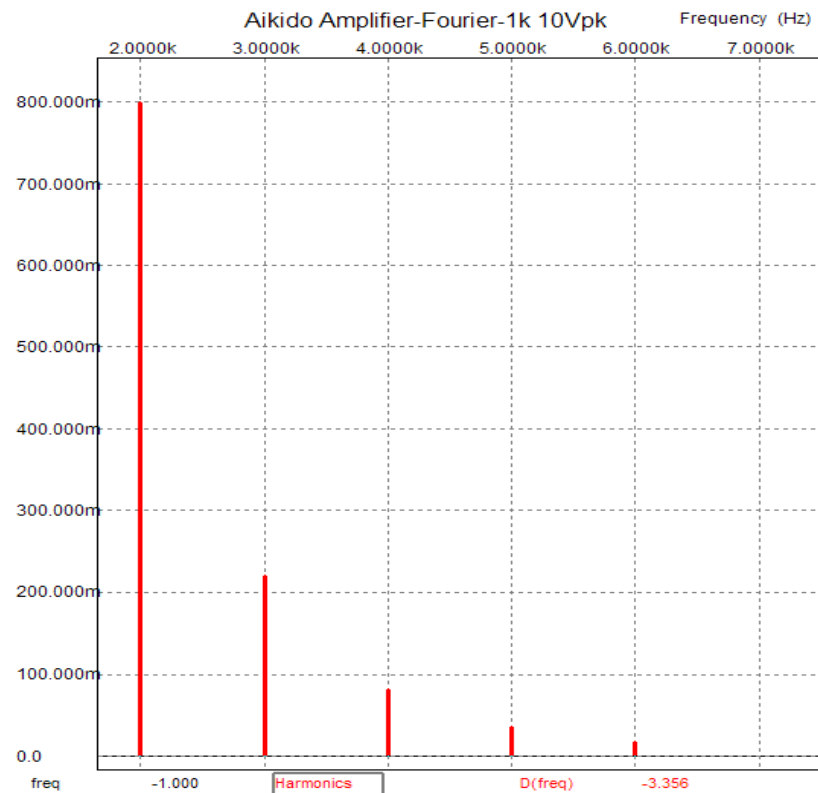
hohe Ausgangsspannung

keine globale Gegenkopplung

### „Aikido“

Spice Simulation nach folgender Schaltung mit unterschiedlichen Ausgangslasten und Ausgangsspannungen:





### Sichere Version mit Schutzwiderständen.

Im nachfolgenden Schaltkreis wurden vier Widerstände zugefügt. Diese Widerstände haben keinen Einfluss auf die Arbeitsweise der Schaltung. Die zwei 1M Widerstände sorgen für eine stabile Gittervorspannung an der oberen Röhre des Kathodenfolgers auch bei Heizungsausfall der Eingangsrohre. Die zwei 100k Widerstände sorgen für eine definierte Spannung an der Eingangsseite des Ausgangskondensators bei Heizfadenbruch oder beim Herausziehen der 2. Röhre.



### „Aikido“

---

#### Aufbauhinweise

Bitte lesen Sie nachfolgende Erläuterungen sorgfältig durch (bei einer Tasse Kaffee?), legen Sie Ihr bestes

Werkzeug bereit und prüfen Sie, ob alle Teile komplett sind. Löten sie sorgfältig! Wir haben es hier mit einer Elektronik zu tun, welche Ihnen Fehler später mit Rauch quittiert.

Bei der Bestückung halten Sie sich an den Platinaufdruck sowie an die Stückliste und beginnen erfahrungsgemäß mit der Bestückung der kleinsten Bauteile und Drahtbrücken.

Löten Sie danach die Widerstände ein und schneiden Sie die Drahtenden dicht an den Lötstellen ab (scharfer Seitenschneider erforderlich).

Die Folien- und Keramik-Kondensatoren so dicht wie möglich an die Leiterplatte bringen, verlöten und ablängen! Da auf dieser Platine relativ hohe Versorgungsspannungen zur Anwendung kommen, ist die korrekte Polarität der Elektrolyt-Kondensatoren (- Minuspol ist gekennzeichnet) besonders beachtenswert.

Falsch gepolte Kondensatoren werden „knallheiß“ und blasen Elektrolyt ab.

Achten Sie darauf, keine Kurzschlüsse / Lötbrücken zu verursachen.

Nachdem alles bestückt und verlötet ist, kontrollieren Sie nochmals die ganze Platine auf Kurzschlüsse und Drahtreste oder Bestückungsfehler.

#### WARNHINWEIS

**Je nach Dimensionierung und Einsatz liefert dieses Netzteil lebensgefährliche Ausgangsspannungen!**

**Der Aufbau sollte deshalb nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Beachten Sie also immer alle Sicherheitsregeln im Umgang mit dieser Schaltung! Betreiben Sie die Schaltung niemals direkt am Stromnetz!**

**Bevor Sie Änderungen an der Verdrahtung oder an Bauteilen vornehmen, vergewissern Sie sich, dass keine Spannung mehr anliegt! Spannungsfreiheit immer mit einem geeigneten Messgerät prüfen!**

**Warten Sie immer einige Minuten, bis die Lade-Siebelektrolytkondensatoren sich entladen haben, bevor Sie Änderungen vornehmen! Messungen im laufenden Betrieb nur unter grösster Vorsicht mit geeigneten Messgeräten!**

**Für Sach- oder Personenschäden, die durch den Einsatz dieser Schaltung entstehen, kann keine Haftung übernommen werden!**



### HighEnd Referenzvorverstärker

---

#### Entsorgungshinweis

#### **Gerät nicht im Hausmüll entsorgen!**

Elektronische Geräte sind entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik- Altgeräte über die örtlichen

Sammelstellen für Elektronik-Altgeräte zu entsorgen!

