

. SymAsym Endstufe

1. **DisPre**: Alles Wissenswerte zum **HiFi-Vorverstärker** incl. Mikrokontroller Quellenwahl & Relais-Lautstärksteller
3. **Gemeinsames**: Hier gibts Infos zu den **Sammelbestellungen**, **Links** zu den Projekten und Allgemeines
Den gewünschten **Link** bitte **anklicken** - Ihr werdet sofort weitergeleitet.

Worum geht's?

Symasym ist ein DIY Mono Endverstärker mit ca. 100W an 4 Ohm und 60Watt an 8 Ohm (bei einer Trafospannung von 2x27V). Für Impedanzen unter 4 Ohm ist der Amp nicht ausgelegt! Entwickelt wurde das Ganze von Michael Bittner. Diese Endstufen sind im Internet schon länger bekannt und haben bereits weltweit viele Nachbauer gefunden. Der deutschen Öffentlichkeit vorgestellt wurde sein geistiges, nicht kommerzielles Kind in der Zeitschrift Klang&Ton der Ausgabe 1/2007.

"Der Verstärker enthält keinerlei schaltungstechnische Revolutionen. Nichts an dieser Endstufe ist neu oder außergewöhnlich. Der Reiz liegt in der geschickten und ausgereiften Kombination an sich "normaler" Elemente. Es ist ein stark gegengekoppeltes Konzept mit wenig Ruhestrom. Dummerweise klingt das Ding aber exzellent, und die Platine ist für 20€ pro Kanal machbar. Er steckt in dynamischer Hinsicht jeden Gainclone in die Tasche, zickt nicht, brummt nicht, rauscht nicht, und es ist ihm völlig egal, was man für einen Lautsprecher dranklemmt."

Die Spannungsverstärkung des SymAsym beträgt bei originaler Bestückung ca. 45 (~33 dB).

Verschiedene Versionen

Von dem guten Stück gibt es inzwischen 3 Versionen, die sich technisch und klanglich aber kaum voneinander unterscheiden. Diese Versionen gibt es:

1. Das Original von Michale Bittner.
 2. Das in der Klang&Ton vorgestellte Exemplar von Holger Barske
 3. Das im Analog Forum besprochene und per Sammelbestellung geordnete Exemplar.
- Die Unterschiede liegen hauptsächlich in der Position der Bauteile auf der Platine, der Platinengröße und den Bauteilebezeichnungen. Klanglich dürfte es praktisch keine Unterschiede geben. Die Bedienungsanleitung sowie die Bauteileliste beziehen sich auf die 3te Version!

Bedienungsanleitung:

Unter folgendem Link findest Du eine Bedienungs- und Aufbauanleitung. Sie wurde für die Version gemacht, die für die Sammelbestellung produziert wurde.

[Downloadlink](#)

Schaltplan:

Den Schaltplan gibts unter folgendem Link als PDF zum Download:

[Downloadlink](#)

Verstärkerplatine:

Version 1 von Michael Bittner kann man sich [hier](#) näher ansehen.

Version 2 von Holger Barkse gibts [hier](#). Die Maße sind: 100×50 mm

Eine gleichgrosse einseitige Platine gibts [hier](#) mit Layout und Bestückungsplan zum Download.

Für Version 3 kann man weiter oben die Bedienungsanleitung runterladen.

Netzteil:

Trafo:

Um die maximale Leistung zu erreichen, benötigt man einen 200 VA Travo mit 2x27V. Bei Verwendung eines großen Trafos anstatt mehrerer Kleiner bei einer Mehrkanalendstufe gibt's kaum Ersparnis, da dann wahrscheinlich der Mengenrabatt einer Großbestellung wegfällt. Die Kanaltrennung ist bei Einzelbestückung auch besser. Wobei auch mit einem großen Teil bei sauberer Verkabelung eine Kanaltrennung von über 80dB möglich ist. In einer Aktivlösung, in der alle Endstufen eine Box befeuern, ist gegen einen großen Trafo fast nix mehr einzuwenden.

Blechtrafo: ausladender, brummanfälliger und "strahlender", soll aber eine größere Energiespeicherfähigkeit besitzen.

Ringkerntrafo: kompakt, schnelle Nachladefähigkeit.

- ca. 35€ bei Multi PCB + geschätztem Aufpreis für die 27V Sonderwicklung bei Einzelabnahme.

- bei TopPrint ca. 21 Euro für 200VA Trafo... ab einer Abnahmemenge von 100 Stück. (bei Einzelabnahme ca. 30 Euro.) - Trafos bei TopPrint leichter als bei Multi-PCB... weniger Kupfer?

"Die, die mpsa18/bc550c in der Eingangsstufe benutzen, fahren vielleicht am besten mit 2x24v, für 2n5551 darfs dann 2x27v sein, wenn 8 ohm Boxen benutzt werden."

Dioden:

Schnelle Dioden sind (im Gegensatz zu Brückengleichrichtern) unbedingt empfehlenswert, da sie sehr starke Auswirkungen auf die "Stabilität" und "Reinheit" der Stromversorgung haben. Auch wenn's teurer ist. Dioden gibt's bei Reichelt für 54ct pro Stück.

Elkos:

Empfehlung: BC Components Serie 056 mit 22000µF/40V. Kosten bei Schuro 5,70€ pro Stück.

Oder: Panasonic 15000µF/50V (ECO-S1HA153EA). Kosten bei Digikey unter 3€ bei Abnahme von min. 200 Stück.

oder: (40V Spannungsfestigkeit reichen bei 27V Trafos noch aus) BSN 22.000/40 :: Snap-in Becher-Elko, 35x50mm, 22.000F/40V 7,60€ / Stück [hier](#)

(Eigentlich könnt ihr alles verwenden das mindestens 15000µF, 40V, 35mm Durchmesser [40mm gehen vielleicht gerade noch] und Rastermass 10mm hat. - Kondensator)

Platine:

Der Aufbau geht locker auch auf einer Lochrasterkarte. Sparen, indem man eine Netzteilplatine für einen Mehrwegverstärker nimmt, lohnt sich meist nicht. So ne Platine gibt's sicher nicht als Sammelbestellung. Und man braucht größere Dioden, die auch erheblich teurer sind.

Für die standart Netzteilplatine ist die Sammelbestellung leider schon wieder vorbei. Aber man ja auch selber Ätzen.

Transistoren:

Eingangsdifferenzverstärker (Q1/Q2)

MPSA18

Der Entwickler hat hier ursprünglich den Typ MPSA18 vorgesehen. Dieser ist für den Betrieb an eher hochohmigen Quellen (also ohne Vorverstärker) erste Wahl, ist aber in Deutschland nicht ganz leicht erhältlich. [MPSA18 Datenblattdownload](#)

BC550C

Alternativ kann man dort den Standard-Typen BC550C einsetzen. Der hat eine nicht ganz so hohe Stromverstärkung und eignet sich an dieser Stelle etwas weniger gut als der MPSA18, außerdem streut seine Stromverstärkung recht stark - man sollten beim Matchen ein paar mehr davon zur Auswahl haben. Das ist aber kein Problem, den BC550C gibt's spottbillig fast an jeder Ecke.

Achtung: Anderes Pinout als der MPSA, um 180° gedreht einbauen! [BC550 Datenblattdownload](#)

2N5551

Eine Alternative wäre der Einsatz von 2N5551 auch für den Eingangsdifferenzverstärker, die Dinger braucht man ohnehin, und das ist schon mit Erfolg gemacht worden. Diese Transistoren sind zwar etwas teurer als die BCs, streuen aber auch nicht so stark, was die Selektion erleichtert. Dadurch braucht man nicht so viele Transistoren wie bei anderen Typen, um ausreichend Paare matchen zu können. Der 2N5551 verstärkt nicht ganz so hoch und dürfte beim Einsatz der Endstufe an niederohmigen Quellen (=Vorverstärker) Vorteile haben. Außerdem ist er deutlich spannungsfester als die beiden anderen Kandidaten, was beim Betrieb des Verstärkers an höheren Betriebsspannungen (ab einer Trafospannung von 2x26V) Sicherheitsreserven schafft.

Wenn garantiert ist dass die Impedanz der Lautsprecher nicht unter 8 Ohm ist (z.B. bei Aktivkonzepten) und diese Eingangstransistoren verwendet werden, dann könnte die Betriebsspannung auch noch 48V sein. Das wären 70% mehr Leistung, das klingt viel, ist aber wohl kaum wahrnehmbar. [2N5551 Datenblattdownload](#)

JFET (2SK170)

Ebenfalls interessant sind diese Teile. Sie klingen einen ganzen Tick besser wie normale Transistoren. Mehr nach Röhre. Sie haben aber auch Nachteile:

Durch ihre maximal-Spannung von 40V sollte dann die Versorgungsspannung auf gar keinen Fall über 36v liegen, lieber noch einen Tick niedriger, also nur zu empfehlen bei einem **Trafo**

mit höchstens 24VAC!!! Damit sinkt natürlich die maximale Ausgangsleistung. Ausserdem sind sie nicht einfach zu bekommen und auch schwerer zu matchen...

Treibertransistoren (Q11/Q12)

Anstatt der Treibertransistoren vom Typ [MJE15030/MJE15031](#) kann man auch (oder sollte, falls man sie bekommt) [MJE15034/MJE15035](#) einsetzen. - Anm.: MJE 15030/15031 ONS bei Reichelt für < 1€

Endtransistoren (Q13/Q14)

Auch bei den Endtransistoren gibt's Alternativen: MJW0281A/MJW0302A anstatt MJL3281A/MJL1302A. Erstere haben auf dem Datenblatt eine etwas geringere Leistung, dafür aber ein lineareres Übertragungsverhalten und klingen angeblich superb. Das mit der geringeren maximalen Verlustleistung fällt in der Praxis nicht ins Gewicht.

Einbaurichtung der Transistoren

Bitte vergleicht im Zweifelsfall das Datenblatt des zu verwendenden Eingangstransistors mit der Platine:

Unten in Richtung Eingangskondensator ist immer der Kollektor, in der Mitte die Basis und oben folglich Emitter!

Für den Fall, dass die Eingangstransistoren verkehrt herum eingelötet werden, dann ist das nicht soo schlimm. Der Verstärker läuft dann halt nicht. Aber es gibt keine Rauchzeichen mit sich in die ewigen Jagdgründe verabschiedenden Halbleitern

Für Q1/Q2 gilt: MPSA18 und 2N5551 so einbauen, wie in der Anleitung abgebildet (die runde Seite nach rechts). Die BC550 um 180 Grad drehen (die runde Seite nach links).

Selektion der Transistoren

Matchen (selektieren) der Transistoren bringt einiges: „*Von den kleinen Signaltransistoren müssen ganze 3 Paare (ohne komplementär matching) gemessen werden. Kein riesen Aufwand. Eine andere Geschichte sind die Treiber-Transistoren, da wird es aufwändiger, reduziert aber problemlos den THD von 0.05% auf unter 0.002% (1 w/8 Ohm/1 khz), effektiv gemessen. Eine der Stärken von Symasym ist, dass die Eingangsstufe sehr ausbalanciert ist (<1%), mit nicht gematchten Transistoren ist dieser Vorteil hin.*“ Es geht um folgende Transistoren:

(HB's ursprüngliche Bauteilebezeichnungen): T1 \diamond T5 + T2 \diamond T3 + T6 \diamond T7

(MikeB's Plan Symasym5_3): Q1 \diamond Q2, Q3 \diamond Q9, Q4 \diamond Q12

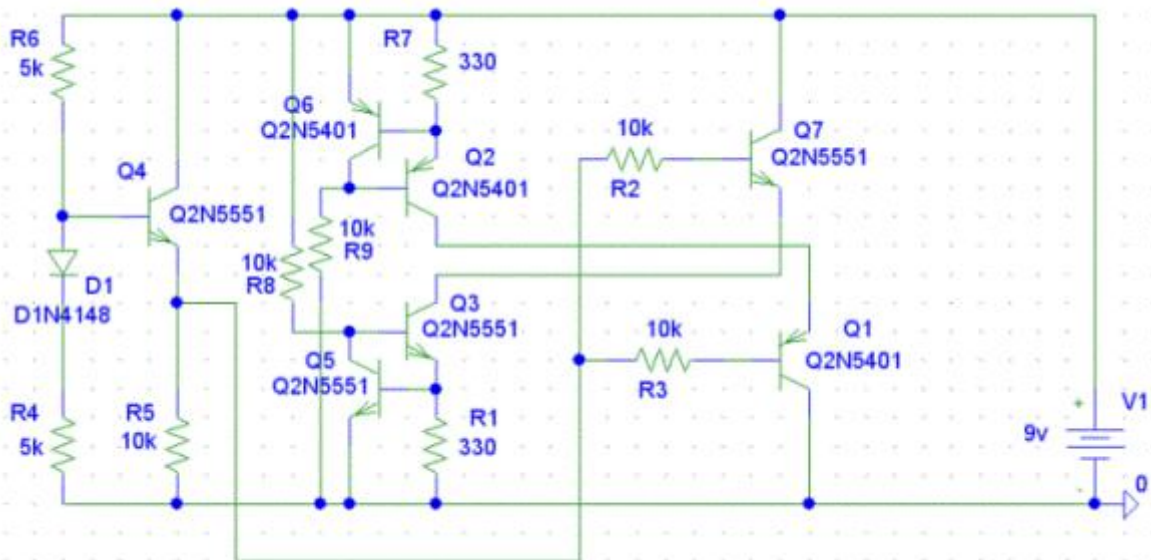
(Schaltplan [Sammelbestellung](#)): Q1 \diamond Q2 2N5551, Q5 \diamond Q6 2N5401, Q8 \diamond Q9 2N5551

Bei guter Transistorselektion lässt sich außerdem ein Ausgangsoffset (Gleichspannung am Ausgang) von unter 3mV erreichen.

Matchen (von MikeB & Kondensator)

[LINK](#) Das wichtigste ist vor dem Messen die Transen offen ausgebreitet eine halbe Stunde auf Raumtemperatur zu akklimatisieren. Fenster und Türen schliessen und auf gleichbleibende Raumtemperatur achten. Zum messen die Transen dann auf keinen Fall mit der Hand anfassen und zum einstecken in die Messfassung am besten eine nicht wärmeleitende Kunststoffpinzette verwenden. Der [original Autor]im DIY-Forum hat dann

einen Becher über den Transistor gestülpt und abgewartet bis sich das Messergebniss stabilisiert. Dauert ungefähr 2 Minuten. Ich [Kondensator] habe aber festgestellt das der höchste kurz nach dem einschalten gemessene Wert die Ergebnisse gegenüber der Langzeitmessung nicht wesentlich verfälschen. Ich habe mit MikeBs Messschaltung bei 2mA gemessen. Übliche Digimeter die eine Hfe-Funktion besitzen messen nur im μA Bereich. 2mA sind genau der Bereich in dem die Kleintransistoren beim SymAsym arbeiten, die zwei grösseren MJE und MJW werden mit 50mA gemessen. Jedoch führten Vergleichsmessungen zwischen Schaltung und Digimeter auch nicht zu beängstigenden Resultaten. Solange auf 1% gematcht wird reicht auch ein Digimeter vollkommen aus. Willst Du genauer matchen empfehle ich die Schaltung und mindestens 100 Exemplare zum durchmessen. Dann findest Du ca 20 Paare mit 0,3-0,5%. Schätze dich glücklich bei 50 Exemplaren 10-15 einprozentige zu finden und rechne damit bei 30 Exemplaren kein einziges einprozentiges Paar zu finden. Die Streuung liegt je nach Transistortyp bei 15-30%. Je höher die Exemplare desto höher natürlich die Ausbeute extrem genauer Pärchen. Ich habe aus 500 Exemplaren ca 230 Pärchen 0,2%ige bekommen. Hier die Schaltung von Michael Bittner mit der ich [Kondensator] gemessen habe und die er übrigens freundlicherweise jedem zur Verfügung stellt.



Die ganz linke Schaltung stellt eine Referenzspannung dar und liefert die halbe Versorgungsspannung. R7/R1 setzen die Stärke des Stroms, und Q1/Q7 stellen die zu messenden Transistoren dar.

An R2/R3 kann man dann die Stärke des Stroms messen der in die Basis der zu messenden Transistoren fließt. Da ja der Strom in die Emitter bekannt ist (Stromquellen) ergibt sich aus folgender Formel das hFE: $10000 \times I_q / V_{\text{mess}}$ Angenommen an R2 wird 0.138v gemessen, die Stromquelle ist auf 2ma (I_q) gestellt ergibt das ein hfe von 145.

1/4 Watt Widerstände reichen dicke... Als Spannungsversorgung tuts auch schon eine einfache 9v-Batterie. Die Schaltung sollte in einer Stunde lötlbar sein (Tommesgroßes Grinsen), knifflig wird ein ordentlicher Sockel. Ich habe einen IC-Sockel genommen, und halt nur 3 "pins" benutzt. Da kann ich dann kurz den Transistor reinstecken.

Ändert man R1/R7 von 330 auf 12 Ohm verändert sich der Messstrom von 2mA nach 50mA. Die Schaltung [hier](#) mit LEDs. Die 1.87v Spannungsquellen stellen die LEDs dar. Die LED variante hat einen netten Nebeneffekt, sie leuchten nur wenn ein zu messender Transistor im Sockel steckt (nicht die feine Art, die Transistoren sind beleidigt wenn der Strom nicht wegfließen kann, dann fließt er durch die Basis und schliesst die LEDs kurz.)

Auswahl der Eingangstransistoren

Michael schrieb dazu im Forum folgendes: *Ich empfehle hier wirklich dann den 2n5551, das ist einfach sicherer. Line-out von CD kann soviel ich weiss max 2v ausgeben, der preamp 'ne ganze Ecke mehr. Falls einem dann das Lautstärkepoti ausrutscht sind die Sicherheitsmargen schnell verbraucht. Nein, ich bin nicht paranoid, ich will nur sicher gehen, dass euch nichts durchbrennt. An diejenigen die den mpsa18 drin haben, keine Panik. Bei 36v Versorgungsspannung gibt das bei plus 10% Netzschwankung ~39.6v. Es sind dann -5.4v Eingangssignal nötig um den mpsa18 zu zerstören und diese max ratings sind meistens eher konservativ, dh, die 45v für mpsa18 sind absolut garantiert und getestet.*

Kühlkörper:

Der Amp wird im Betrieb – selbst wenn er den ganzen Tag läuft – kaum warm.

Überdimensionierte Empfehlung: SK 85/75/SA, 10€39 bei Schuro.

Absolut ausreichende Empfehlung: SK442 75mm

Der Wärmewiderstand des Kühlkörpers sollte 1,5 K/W nicht übersteigen, dann gibts keine Probleme. Dazu ein Zitat von Holger:

“Es gibt eine “Sicherheitslösung”, und zwar die, die ich bei den K + T-Prototypen gewählt habe. Dabei handelt es sich um ein Profil mit der allgemein üblichen Typenbezeichnung “SK 85” ... in 100 mm Länge. Man bekommt diesen strammen Aluklotz bei Reichelt für 12€85, bei Schuro für 13€49 und sicherlich auch andernorts. Eine Sicherheitslösung ist das deshalb, weil das Modell in Sachen Kühlvermögen (a.k.a. niedriger Wärmewiderstand) etwas übers Ziel hinaus schießt, ich hab’s jedenfalls bis dato nicht geschafft, unsere Monos auch bei brutalster Behandlung zu einer nennenswerten Erwärmung zu überreden. Das ist sicherlich kein Fehler, aber mit reichlich Reserven dimensioniert. Die Angaben zum Wärmewiderstand sind, je nach dem wo man guckt, etwas unterschiedlich und bewegen sich im Bereich zwischen 0,7 und 0,9 K/W.

Bei meinem nächsten SymAsym-Aufbau werde ich diesbezüglich sicherlich etwas mehr Zurückhaltung an den Tag legen, auch, um kompaktere Aufbauten zu ermöglichen. Mein momentaner Wunschkandidat in Sachen Kühlkörper heißt SK442. Er hat bei 75 mm Länge zwar einen nennenswert höheren Wärmewiderstand (ca. 1,5 K/W), ich bin aber bereit zu wetten, dass das mehr als ausreichend ist.

Generell müssen Sie sich natürlich nicht an diese Empfehlungen halten, jedes andere Profil mit geeigneten Parametern tut’s auch. Es sollte halt ein plane Rückseite von ausreichender Größe haben und in Sachen Wärmewiderstand nicht über 1,5 K/W liegen. Ich will noch nicht mal ausschließen, dass ein einigermaßen dickwandiges Alu-Gehäuse den Job auch alleine schafft. Feel free to make your own Versuche.”

Tipps und Tricks:

- Zwei Monoendstufen können auch zu einer doppelt so starken gebrückt werden. Allerdings dürfen dann nur noch 8 Ohm Lautsprecher angeschlossen werden, da die Verstärker in diesem Fall leider nur noch 4 Ohm sehen. Und unter 4 Ohm rauchen die Transistoren ab!
- Wer die Endstufen an 2 Ohm betreiben will, kann das gerne tun. Dazu muss die Versorgungsspannung halbiert werden. Das heisst auch, dass sich die Leistung an 2 Ohm halbiert im Vergleich zu normalem 4 Ohm Betrieb. Trotzdem bleibt dann aber noch die Stromlieferfähigkeit der Endtransistoren der begrenzende Faktor. Die Qualität von Symasym verschlechtert sich auf jeden Fall, einmal durch die reduzierte Versorgungsspannung, und

dann noch durch die doppelt so stark belastete Spannungsverstärkungsstufe. Deshalb ist trotz der theoretischen Machbarkeit von einem Betrieb deutlich unter 4 Ohm abzuraten!

- Sparfüchse, Leisehörer und Besitzer von Hochwirkungsgradlautsprechern können den Verstärker auch mit abgespecktem Netzteil betreiben. Getestet wurden schon +/-14V-DC (aber nur gemessen, nicht gehört!). Der Output war dann 7W @8 Ohm/11W @4 Ohm. Dabei würde ein ~20VA Trafo reichen. 12V wären auch noch denkbar. Bei den Elkos kann man in diesen Fällen auch abspecken. 2x6800uF/24V sind dann angemessen. Bei diesen Leistungsabgaben kann man auch über den Betrieb an Akkus nachdenken.

- Wer wesentlich größere Elkos als die Empfohlenen benutzen möchte, sollte zwischen diesen und den Dioden 0,1 Ohm Widerstände (5 Watt) pro Seite einbauen. Diese sind "Brummbremsen" und begrenzen den maximalen Ladestrom, der hierbei ziemlich heftig werden kann. Wer das mit niedriger Induktivität aufbauen möchte, kann mehrere Metallschicht Typen parallel nutzen.

- Große Elkos durch hinzufügen eines kleinen Folienkondensators "schneller" zu machen bringt nichts. Das Selbe wird nämlich schon auf der Endstufenplatine gemacht.

- Gespart werden sollte nicht bei den Sicherungen. Neben den Beiden auf dem SymAsym Board sollte auf der Primärseite des Trafos auch noch eine kommen. Diese schützt bei kaputtem Trafo oder Fehlern bei anderen Bauteilen vor einem Wohnungsbrand!

- Wer eine Kontroll-LED einbauen möchte, kann dies zwischen positiver Betriebsspannung und Masse bzw. negativer Betriebsspannung tun. Allerdings muß hierbei noch ein Vorwiderstand in Reihe geschaltet werden. Formeln zur Berechnung dazu gibt es weiter unten bei den Links. Als Beispiel: bei 36V Betriebsspannung und einer LED mit 20mA brauchen wir einen Widerstand mit 1,8kOhm.

- Eine Einschaltstrombegrenzung macht erst ab ca. 500VA Sinn. Das sind dann mindestens 3 Endstufen, die mit einem Schalter zum Leben erwachen.

- Wer elektromagnetische Störfelder, die vom Trafo ausgehen, abschirmen möchte, kann dies durch Ummantelung mit MU-Metall erledigen. Dieses Metall erzeugt ein Magnetfeld, das dem von Aussen einwirkenden entgegenwirkt. Ist aber sau teuer. Wer reines Stahlblech (auf keinen Fall VA!) nimmt, erreicht einen ähnlichen Effekt bei wesentlich geringerem Kostenaufwand..

Kosten pro Monoblock:

Alle Preise sind gerundet und verstehen sich ohne Versandkosten. Da bei einer Sammelbestellung der genaue Bedarf noch nicht absehbar ist, sind diese Preise lediglich ein Anhaltspunkt. Bei Einzelbestellung variiert der Betrag ebenso nach den Wünschen und Möglichkeiten des Einzelnen.

	Einzelbestellung	Sammelbestellung
Trafo	35€	20€
Netzteil Elkos	(nur 40V) 11€	(50V) 6€
Platinen	2€ (nur Lochraster)	3€ (fix und fertig)
Transistoren	siehe eins weiter unten	10€
Sonstige Elektronische Bauteile	23€	15€
Kühlkörper	13€	6€
Gesamtpreis	84€	60€

Die Einzelbestellung ist so gerechnet, daß alle elektronischen Bauteile über Reichelt bezogen werden. Ausnahme Trafo und Netzteil-elkos.

Bei Sammelbestellung gibts teilweise die bessere Qualität als bei Reichelt, da dieser Versender nur ein begrenztes Sortiment führt!
 Das Gehäuse sowie Zubehör wie Schalter und Stecker sind nicht in die Rechnung eingegangen, da hier wohl jeder seine eigenen Wünsche verwirklichen möchte. Gesamtkosten pro Monoblock von 100€ sind absolut realistisch!

Inbetriebnahme:

- Vor dem ersten Einschalten sollte alles penibelst und wiederholt geprüft werden!
- Den Ruhestromtrimmer in die Mitte drehen, ein Digitalmultimeter im 200-mV-DC-Bereich parallel über einem der Emitterwiderstände anklemmen (R27 oder R28) und einschalten. Das Multimeter zeigt vermutlich "0" an. Nun das Poti vorsichtig verdrehen bis das Meßgerät "12" mV anzeigt. Dieser Wert muß beim ersten Mal alle paar Minuten korrigiert werden, bis das Meßergebnis stabil bleibt. Der Ruhestrom beträgt dann ca. 55mA. So hats der Entwickler vorgesehen. Ganz exact kann man das aber nicht einstellen. Schwankungen in einem gewissen Bereich sind völlig normal und total unkritisch.
- Den Trafo schließt man Sekundärseitig folgendermaßen an: Von Sekundärseite 1 einen Draht mit einem anderen Draht von Sekundärseite 2 verbinden. Wenn man nun an den beiden anderen Drähten die doppelte Spannung misst (z. B. $2 \times 27V = 1 \times 54V$) ist alles in Ordnung. Falls nicht: Von einer Sekundärseite die beiden Drähte vertauschen. Dort wo zwei Drähte verbunden werden ist die Masse.
- Nun muß nur noch Deckel drauf, dann kanns losgehen mit Musik genießen...

Bauteileliste nach Holger Barskes Schaltplan:

Diese Liste ist natürlich nicht verbindlich. Jeder sollte schauen, was er anderst verwirklichen will, bzw. was nicht bei Reichelt bestellt wird.
 Alle Angaben sind natürlich ohne Gewähr!

Transistoren:

Schaltplan	Anz.	Info	Bezeichnung	Reichelt Nr.	Einzel	Gesamt	
Q1, Q2	2	2N5551	SI-N 180V 0,6A	2N 5551	0,05 €	0,10 €	oder MPSA18 oder 2SK170 oder (BC550C, Pins vertauscht!) Matchen!!!
Q3, Q4	2	BC550C	TRANSISTOR	BC 550C	0,03 €	0,06 €	oder BC546B oder (2N5551, Pins vertauscht)
Q5, Q6	2	2N5401 Matchen!!!	SI-P UNI 160V 0,6A	2N 5401	0,06 €	0,12 €	Matchen!!!
Q7	1	2N5401	SI-P UNI 160V 0,6A	2N 5401	0,06 €	0,06 €	
Q8, Q9	2	2N5551 Matchen!!!	SI-N 180V 0,6A	2N 5551	0,05 €	0,10 €	Matchen!!!
Q10	1	BD139	TRANSISTOR	BD 139	0,12 €	0,12 €	oder BD135 oder

BD135-16

Q11	1	MJE15030	Transistor Hersteller: ONS	MJE 15030 ONS	0,77 €	0,77 €	oder MJE15034
Q12	1	MJE15031	Transistor Hersteller: ONS	MJE 15031 ONS	0,82 €	0,82 €	oder MJE15035
Q13	1	MJL3281A	TRANSISTOR	MJL 3281A	2,44 €	2,44 €	oder MJW0281A
Q14	1	MJL1302A	TRANSISTOR	MJL 1302A	2,10 €	2,10 €	oder MJW0302A

Kondensatoren:

Schaltplan	Anz.	Info	Bezeichnung	Reichelt Nr.	Einzel	Gesamt
C14	1	10pF (ehemals 22pF)	Glimmer-Kondensator, 10pF, 100V, +/- 5%	CY 22-2 10P	0,55 €	0,55 €
C2, C7	2	100pF	Glimmer-Kondensator, 100pF, 100V, +/- 2%	CY 22-2 100P	0,70 €	1,40 €
C3, C4	2	330pF	Glimmer-Kondensator, 330pF, 100V, +/- 2%	CY 22-3 330P	0,99 €	1,98 €
C18	1	47nF	WIMA Folienkondensator, Rm 5mm, 47nF	MKS-2 47N	0,09 €	0,09 €
C5, C9, C10, C16, C17, C20	6	100nF	WIMA Folienkondensator, Rm 5mm, 100nF	MKS-2 100N	0,12 €	0,72 €
C1	1	10µF	WIMA Folienkondensator, Rm 5mm, 10µF	MKS-2 10µ	3,40 €	3,40 €
C19	1	470uF	Elektrolytkondensator, 10×12,5mm, RM 5,0mm	RAD 470/16	0,11 €	0,11 €
C8, C11	2	100uF	Elektrolytkondensator, 10×12,5mm, RM 5,0mm	RAD 100/63	0,11 €	0,22 €
C12, C13	2	1000uF	Elektrolytkondensator, 16×31,5mm, RM 7,5mm	RAD 1.000/63	0,61 €	1,22 €

Widerstände:

Schaltplan	Anz.	Info	Bezeichnung	Reichelt Nr.	Einzel	Gesamt
R27,R28	2	0,22	5Watt Drahtwiderstand, Serie 208-8, 0,22 Ohm	5W AXIAL 0,22	0,00 €	0,00 €
R1, R3	2	1,2	Metalloxidschicht- Widerstand 2W, 5% 1,2 Ohm	2W METAL L 1,2	0,09 €	0,18 €

R4	1	4,7	Metalloxidschicht- Widerstand 2W, 5% 4,7 Ohm	2W METAL L 4,7	0,09 €	0,09 €
R7	1	10 Drahtumwickelt!	Metalloxidschicht- Widerstand 2W, 5% 10 Ohm	2W METAL L 10	0,09 €	0,09 €
R2	1	10	Metallschichtwiderstan d 10,0 Ohm	METAL L 10	0,08 €	0,08 €
R8,R9,R16,R19	4	22	Metallschichtwiderstan d 22,0 Ohm	METAL L 22	0,08 €	0,32 €
R26	1	33	Metallschichtwiderstan d 33,0 Ohm	METAL L 33	0,08 €	0,08 €
R31,R32	2	47	Metallschichtwiderstan d 47,0 Ohm	METAL L 47	0,08 €	0,16 €
R10	1	68	Metallschichtwiderstan d 68,0 Ohm	METAL L 68	0,08 €	0,08 €
R15,R17	2	150	Metallschichtwiderstan d 150 Ohm	METAL L 150	0,08 €	0,16 €
R11	1	220	Metallschichtwiderstan d 220 Ohm	METAL L 220	0,08 €	0,08 €
R24	1	499	Metallschichtwiderstan d 499 Ohm	METAL L 499	0,08 €	0,16 €
R30	1	499 oder 1k	Metallschichtwiderstan d 499 Ohm	METAL L 499	0,08 €	0,16 €
R5,R6	2	680	Metallschichtwiderstan d 680 Ohm	METAL L 680	0,08 €	0,16 €
R13,R23	2	2k	Metallschichtwiderstan d 2,00 K-Ohm	METAL L 2K	0,08 €	0,16 €
R12,R14,R29	3	22k	Metallschichtwiderstan d 22,0 K-Ohm	METAL L 22,0K	0,08 €	0,24 €
R18,R20	2	47k	Metallschichtwiderstan d 47,0 K-Ohm	METAL L 47,0K	0,08 €	0,16 €
R?	1	100k	Metallschichtwiderstan d 100 K-Ohm	METAL L 100K	0,08 €	0,08 €
P1	1	RuhestromEinstellung	Präzisionspoti. 25 Gänge, stehend, 500 Ohm	64W-500	0,55 €	0,55 €

R30 mit 499Ohm verwenden, wenn kein Preamp benutzt wird. Mit Pre ist 1kOhm wahrscheinlich besser. Sonst wird sie Empfindlichkeit zu hoch sein. Im Zweifelsfall einfach ausprobieren.

Netzteil:

Schaltplan	Anz.	Info	Bezeichnung	Reichelt Nr.	Einzel	Gesamt
-	1	200VA 2x27V	Trafo		22,80 €	22,80 €
-	4	MUR860	Diode	MUR860	0,54 €	2,16 €

-	2	15000uF 50V	Elko	3,00 €	6,00 €
	1	Platine Power	78,7×59,4×53	3,29 €	3,29 €

Sonstiges:

Schaltplan	Anz.	Info	Bezeichnung	Reichelt Nr.	Einzel	Gesamt
F1,F2	2	Sicherung	Feinsicherung 5x20mm, träge 2,5A	TRÄGE 2,5A	0,25 €	0,50 €
F1,F2	4	Sicherungshalter	Sicherungshalter, 5x20mm, max. 6,3A-250V	PL 120000	0,04 €	0,16 €
	4	Isolierbuchse	Isolierbuchse für TO220, TOP3	IB 2	0,05 €	0,20 €
	1	Terminal	Lautsprecher Terminal, eckige Ausführung	LT 02RE	1,30 €	1,30 €
	1	KK	Profilkühlkörper, 75x160x40mm, 0,9K/W	V 6506G	9,85 €	9,85 €
	1	Platine Amp	101x61x28mm incl. Metallbandwiderstände		4,56 €	4,56 €
L1	1	Draht; 12 Windungen um R7, beidseitig gelötet	Kupferlackdraht, Ø 0,6mm, Länge: 16M	KUPFER 0,6MM	1,80 €	1,80 €
	1	Silikonfolie	Silikon-Isolierfolie, 94x20x0,18mm	SI 6018	1,95 €	1,95 €

Abgeschlossene Sammelbestellungen:

Transistoren und grosse Elkos:

WICHTIG: Die Sammelbestellung von Kondensator wurde vor langer Zeit GESCHLOSSEN!

Die Teile sind inzwischen alle beim Kondensator gelandet und werden die nächsten Tagen / Wochen verschickt!

Die Sammelbesteller von Kondensator (Tommes), haben die Möglichkeit Bauteile nachzubestellen wenn ihnen mal etwas kaputt geht. Die E-Mailadresse SymAsym-Bauteilesammelbestellung@gmx.info bleibt aus diesem Grund bestehen. Hiermit danke ich allen herzlichst für die gelungene Zusammenarbeit und wünsche viel Spass beim zusammenbauen.

Aufgrund der Aktualität und technischer Details bleiben einige Angaben zu dieser Sammelbestellung hier noch vorübergehend stehen.

Elektrolytkondensatoren:

Bei diesen Stückzahlen sind die Preise bei Digikey insgesamt billiger als bei Reichelt. Die Qualität der Elko's ist durch Verwendung von Panasonic TS-HA und FC-Serie jedoch besser. Bei Digikey kostet so ein Elkopaket für einen Mono nur 8,99€ incl. Mwst. Reichelt schlägt

mit 16,75€ zu Buche. Allerdings ist dort ein 22000µF/40V berechnet. Die 15000µF des Panasonic sind aber ausreichend und wurden auch im K&T vorgestellten SymAsym verwendet. Reichelt hat eben keinen 15000µF/40V Elko. Die Spannungsfestigkeit der Panasonics beträgt 50V und bietet somit auch für Trafospaltungen über 27 Volt ausreichend Reserven.

So, hier sind noch mal die Links zu den Elko's. Zu beachten ist das die angegebenen Katalogpreise noch ohne Mehrwertsteuer sind.

<http://catalog.digikey.com/scripts/partsearch.dll?Detail?name=P6693-ND>

<http://catalog.digikey.com/scripts/partsearch.dll?Detail?name=P10333-ND>

<http://catalog.digikey.com/scripts/partsearch.dll?Detail?name=P10323-ND>

<http://catalog.digikey.com/scripts/partsearch.dll?Detail?name=P10248-ND>

Der Rest über Reichelt bestellt werden. Das ist neben den Trafos und eventuell den Kühlkörpern aber der einzige Versandhändler bei dem man bestellen muss.

Versandkosten:

Geld verdiene ich bei meinem Angebot keines. Daher bin ich um 1 bis 2 Euro die ihr mir mehr Überweist sehr dankbar, ist aber keine Bedingung. Der Gesamtaufwand mit matchen, schreiben, bestellen und verpacken übersteigt weit mehr als 100 Arbeitsstunden! Nur daß Ihr einmal eine Vorstellung davon habt.

Trafos:

WICHTIG: Die Sammelbestellung von (*Ismanufactur*) wurde bereits *GESCHLOSSEN!* Es wird voraussichtlich eine 2. Sammelbestellung geben (September-Dezember?), doch ist zur Zeit nicht absehbar, wann diese stattfindet. Anfragen können aber an die angegebene Email-Adresse erfolgen

Was wird bestellt?

Trafos mit 200VA und 2 Sekundärspannungen von je 27V. Die Trafos gibt es in 3 Versionen: "offene" Version (Std), teilvergossen (TV) oder vollvergossen (VV).

Wo?

Organisiert wird sie von Patrick (*Ismanufactur*) unter folgender E-Mail Adresse:
[*lsmanufactur@gmx.net*](mailto:lsmanufactur@gmx.net)

Preise:

"offener" Standard Trafo: 21,50€

teilvergossene Version (mit Gewinde): 26,50€

vollvergossene Version: 29,00€

Befestigungsmaterial (Gummischeiben und Andruckplatte) ist bei der offenen Version dabei. Für die vergossenen Trafos wird lediglich eine passende Schraube benötigt. Sinnvoller Weise sollte der Trafo auf eine Platte Bitumen o. ä. montiert werden.

Versandkosten:

Versandkosten werde ich pauschal mit 8€ pro Sendung (max. 25kg) beaufschlagen. Im Trafo-Preis ist ebenfalls ein Versandkostenaufschlag enthalten um den Versand von Top-Print zu mir auszugleichen. Für "Großbesteller" mit mehr als 6 Trafos wird der Versand etwas teurer. Für Auslandsbesteller müssen die Versandkosten individuell ermittelt werden.

Auch ich mache das nicht um Geld zu verdienen, obwohl ich gegen ein paar Bier oder ein Essen am Ende auch nichts einzuwenden hätte. Es geht hier lediglich um den Spaß am Selbstbau-Hifi!

Platinen:

WICHTIG: Die Sammelbestellung ist leider schon geschlossen

Diese Bestellung wird von Kondensator durchgeführt.

Details zur Bestellung gibts hier: [Sammelbestellung](#)