

Transistorized Power Amplifier for the 23cm Band
 Transistor-Verstärker für das 23cm Band

by Michel Bourdon, F6DZK, 3 Square de la Moselle, F-78340 Maurepas

E.: Description:

It has seemed interesting to me to build up an intermediate level power amplifier made up of relatively low cost transistors, capable of driving quite a big tube PA (two 2C39, 6885 etc.) and which can be driven by a standard transverter (200...500mW). This amplifier makes use of BLU99 transistors from Philips (VALVO) and can deliver up to 8W when driven by 200mW. Unfortunately this transistor was only characterized in class B and at 900 MHz, therefore I have first built up a test jig in order to measure the input and output impedances at 1296 MHz in class AB. A single device has been soldered on a normal epoxy PCB as well as adjustable biasing and matching networks. Then the well known radio amateur technique was used: "Tune up for maximum power and for minimum smoke if possible". The transistor is removed after that and the PCB cut off in two parts. The impedances seen for base and collector have been measured with a network analyzer (input and output loaded with 50 Ohms). The results are given below.

At 1296 MHz: Quiescent Current: 200mA, Supply Voltage: 15V, P in: 700mW
 P out: 4W (7.6dB gain), Impedance seen from base 2.7 -j5.6 Ohms.
 Impedance seen from collector: 9.5 +j2.9 Ohms.

With this knowledge beared in mind, it is now possible to calculate a matching network to 50 Ohms for a single stage amplifier and an other network to 25 Ohms for a push pull configuration (two BLU99). It is believed in case, that a push pull configuration is better compared to a parallel one since it is easier to match the transistor terminals to 25 Ohms than to 100 Ohms. The amplifier described in the following consists of one BLU99 driving a push pull of BLU99. The first stage gain is about 9dB and the second stage gain 7dB (at 8W output power). The schematic diagram is given in figure 1. The PCB mask and layout are given in Fig. 2 and 3 respectively. The PCB used is normal epoxy material 1.6mm thick.

D.: Beschreibung:

Es interessierte mich einen Verstärker mittlerer Leistung zu bauen, der aus den üblichen Transverterausgangsleistungen von 0.2...0.5W eine Leistung erzeugt, welche zur Ansteuerung einer größeren Leistungsendstufe mit Röhren wie 2x2C39, 6885 usw., ausreicht. In diesem Verstärker werden Transistoren vom Typ BLU99 (VALVO) verwendet. Der Verstärker bringt bei 200mW Eingangsleistung etwa 8W Ausgangsleistung.

Leider waren für diesen Typ von Transistor vom Hersteller nur die Spezifikationen bei B-Betrieb im 900 MHz Bereich erhältlich, so mußte erst eine Testschaltung aufgebaut werden, in welcher die Ein- und Ausgangsimpedanzen im AB-Betrieb bei 1296 MHz gemessen werden mußten. Zuerst wurde ein einzelner Transistor auf einer Epoxyplatine aufgebaut und nach den bekannten Regeln der Funkamateure wie folgt getunet auf: "Maximale Ausgangsleistung bei minimaler Rauchentwicklung". Dann wurde der Transistor entfernt, die Platine auseinandergeschnitten und mit einem Netzwerkanalysator die mit 50 Ohm belasteten Basis- und Kollektorimpedanzen festgestellt. Das Resultat ist oberhalb im englischen Text nachzulesen.

Mit diesem Wissen war es nun möglich, das richtige Anpassungsnetzwerk zu berechnen und zu konstruieren. Als zweite Stufe wurde eine Gegentaktschaltung einer Parallelschaltung zweier BLU99 vorgezogen, weil es einfacher zu realisieren ist, die Transistoren auf 25 Ohm anstelle von 100 Ohm anzupassen. Die erste Stufe liefert ca. 9dB, die darauffolgende Gegentaktstufe ca. 7dB Verstärkung (Bei 8W Ausgangsleistung). Die Print-Vorlage ist in Abb. 2, respektive 3 zu entnehmen. Die Platine besteht aus normalem Epoxy, 1.5mm stark.

E.: Adjustments:

The quiescent currents are adjusted by the potentiometers. Input and output ports must be loaded by 50 Ohms during operation. The pots are turned in the position insuring $V_{be}=0$. Then $V_{cc}=15V$ is applied to all the stages. R1 is adjusted to get about 100 mA in T1. It is preferable to connect two amperemeters to measure T2 and T3 collector currents at the same time. The currents are then increased slowly in T2 and T3 respectively up to about 100 mA in each transistor. Current adjustments are now completed. Then, connect a RF source to the input port (abt. 20mW). The output power should be about 2W. C17, C18 and C19 can be slightly adjusted to get the correct level (by changing the values and/or by putting low values in parallel). When about 2W are obtained, increase the input power up to 100 mW. An output power of at least 5W should be measured. C15 can be moved along the collector lines to optimize both output power and efficiency. While proceeding it is absolutely necessary to measure T2 and T3 collector currents which should be almost equal (if not connect an extra 1pF capacitor between base and emitter of T2 or T3 to restore the balance). In any case, collector current of one BLU99 should not exceed 1.1A.

D.: Der Abgleich:

Die Ruheströme werden mit Potentiometern eingestellt. Ein- und Ausgang müssen während dem Betrieb mit 50 Ohm abgeschlossen sein. Bevor die Betriebsspannung von 15V angelegt wird, muß sichergestellt sein, daß die Potis in der Stellung stehen, daß die U_b an den Transistoren 0V beträgt. Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung an alle Stufen wird mit R1 der Ruhestrom von T1 auf 100 mA eingestellt. Nachdem in die Kollektorleitungen der beiden Endstufen-transistoren separat je ein Amperemeter eingefügt wurde, wird auch hier der Ruhestrom von jeweils 100 mA mit R2 und R3 für T2 und T3 eingestellt. Jetzt wird aus einer Quelle ca. 20mW HF auf den Eingang gegeben. Die Ausgangsleistung sollte nun 2W betragen. Mit dem Verändern von C17, C18 und C19 kann nun ein Feinabgleich vorgenommen werden (Durch Ändern der Werte, oder durch Zuschalten von kleinen Kapazitäten). Wenn die 2W erreicht sind, kann die Eingangsleistung auf 100mW erhöht werden; jetzt müssen min. 5W HF am Ausgang stehen. Durch Hin- und Herschieben von C15 auf den Kollektorleitungen kann auf größte Ausgangsleistung bei besten Wirkungsgrad abgeglichen werden. Bei allen Abgleicharbeiten ist es unbedingt notwendig, die Kollektorströme der Endtransistoren zu beobachten, welche möglichst gleich groß bleiben sollen. Sollte bei unterschiedlichen Strömen eine gute Abstimmungsstellung gefunden werden, kann ein Ausgleich über Zuschalten eines 1pF Kondensators über B/E von T2 oder T2 notwendig werden, um wieder auf gleiche Kollektorströme zu kommen. In keinem Fall sollte der Kollektorstrom eines einzelnen Transistors 1.1A überschreiten.

Performance: /Ausführung:

E.: Gain and outputpower can be slightly increased by increasing the quiescent current in each transistor up to abt. 400mA.

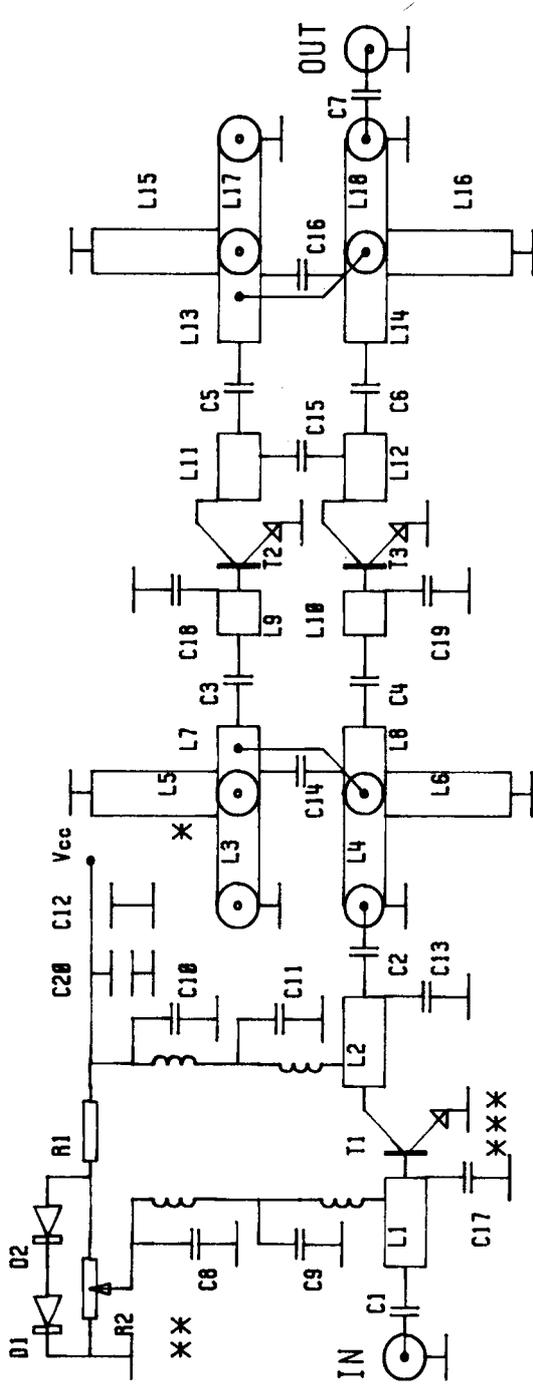
D.: Die Verstärkung kann noch etwas vergrößert werden durch Erhöhung des Ruhestromes in jedem Transistor auf ca. 400mA.

E.: Comments by F1EHN and F1EIT: 1) Ferrite beads between the two biasing chokes will prevent transistors from oscillation. 2) In one half of the baluns the expensive semi rigid can obviously replaced by a solid wire.

D.: Kommentar von F1EHN und F1EIT: 1) Wenn zwischen den beiden Basis-Drosseln Ferrit-Perlen eingefügt werden, wird die mögliche Selbsterregung der Transistoren unterdrückt. 2) Eine Hälfte der Balun-Transformatoren (teures Semi Rigid Kabel), kann durch einen Draht ersetzt werden.

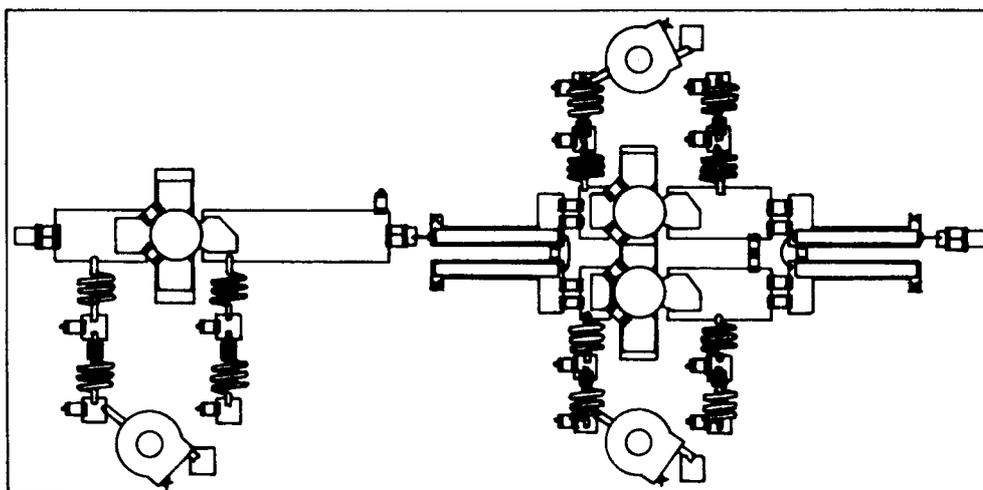
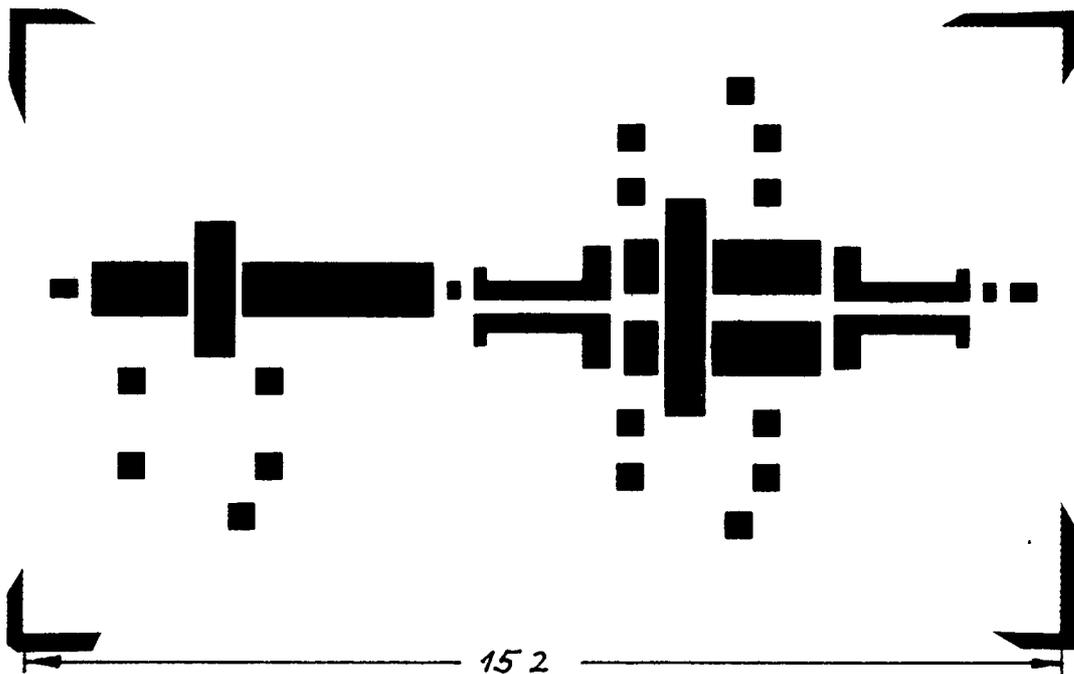
Legend of pictures in Fig. 1: X and • =grounded through PCB.

Erklärung zu Abb. 1: X und • =durchkontaktiert zur Masse der Leiterplatte.



* The semi rigid cables L3,L4,L17 and L18 are soldered on the printed lines L5,L6,L15 and L16 respectively
 ** T2 and T3 are biased in the same way as T1. The coils are made up with 3 turns diameter 3mm of 1mm silver plated wire.
 *** The emitters are grounded through the PCB by connecting the two sides with thin copper foil.

FIGURE 1



PART LIST

- T1,T2,T3 : BLU99 philips.
- D1,D2: 1N4007 or Similar (X 6).
- R1: 100 Ohms 5 W (X 3).
- R2: Potentiometer 10 Ohms (X 3).
- C1 to C7 : Two 39 pF chip cap. in parallel
- C8 to C11: 47 pF chip cap.
- C12 : By pass 1 nF (X 3).
- C13 : 1 pF chip cap.
- C14 : 1 pF chip cap.
- C15 : Two 3.3 pF chip cap. in serie 12 mm away from the collectors .
- C16 : 1 pF chip cap.
- C17 : 4.7 pF+2 X 1pF in parallel (close to the package).
- C18 : 5.6 pF+ 2.2 pF + 1pF in parallel (close to the package).
- C19 : 5.6 pF+ 2.2 pF + 1pF in parallel (close to the package).
- C20 : Tantalum cap 10 uF 25 V (X 3).
- L3,L4,L17,L18: Semi rigid coax cable 2 mm diam 16 mm length (UT085).
The other lines are printed.