

Technical Reports

by DJ9BV

70 cm EME-PA with 1k+ Output

Steen Gruby, OZ9ZI
Hogevej 1, DK-3660 Stenlose, Denmark

Part 2 (continued from DUBUS 2/89)

2.2 Anode circuit details and socket assembly.

Figure 5 shows a top view of the anode line with the output and tune flappers. Figure 6 shows a side view of the anode cabinet with anode line, chimney, tuning actuator rods and the construction of the socket assembly. The high voltage choke is wound from 0.8 mm copper wire on a 6 mm diameter form with a length of 170 mm. One end is fastened to the stripline and the other to a 5 kV feedthrough condenser of 800 pF. The anode cavity is screwed with M3 brass screws about 20 mm apart. The air input hole for the blower is covered by copper gaze to insure a RF-tight enclosure. The blower should be a medium one with a minimum air flow of 1.5 m³ per minute with 15 mm back pressure (1.5 mBar). A EBM-G2E 108-AA is suitable.

The individual parts of the socket assembly are shown in Figure 7. The screen grid is on ground potential. The high RF-current in the anode circuit flows over the screen grid also, because it's the ground terminal for the output circuit. Instead of loosing RF-power in a dielectric, i.e. in a screen grid capacitor, the DC-grounded screen grid improves efficiency by avoiding any dielectric losses and assures stability because of the low inductance path in the screen circuit.

The insulating sheets for grid 1 and the cathode capacitor are made from 0.3 mm PTFE (Teflon)-Sheets. That gives about 470 pF for Cg2 and 100 pF for Ck. Careful assembly is necessary, because Grid 1 has a potential of -750 Volt to Ground.

2.2 Anodenkreisdetails und Eigenbau-Sockel

Bild 5 zeigt den Anodenkreis von oben. Erkennbar sind der Auskoppel- und der Abstimm-Flapper. Bild 6 zeigt den Anodenkreis von der Seite mit der Stripline, den Abstimmstempeln und dem Eigenbau-Sockel. Die Anodendrossel wird aus 170 mm Kupferdraht mit 0,8 mm Durchmesser auf einen 6 mm Dorn gewickelt. Sie führt von der Stripline auf ein Durchführungs-C mit 800 pF/5 kV. Das Gehäuse muß mit M3 Messing-Schrauben verschraubt werden, um HF-Dichtigkeit zu erreichen. Die Öffnung für den Lüfter ist mit feiner Gaze aus Kupfer oder Messing verschlossen. Der Maschenabstand sollte ca. 1 mm betragen. Der Lüfter selbst ist mittelgroß mit einer Leistung von 1,5 m³ pro Minute bei einem Druck von 15 mm Wassersäule (1,5 mBar). Der EBM-G2E 108-AA erfüllt z.B. diese Anforderung. Die Abluft-Temperatur ist dann bei 1k Output unter 50 Grad Celsius für eine Eingangstemperatur von 20 Grad.

Die Konstruktion des Sockels ist aus Bild 7 ersichtlich. Das Schirmgitter ist an Masse gelegt. Damit können die hohen Ströme im Anodenkreis, die auch über das Schirmgitter fließen, da das Schirmgitter das 'kalte' Ende des Anodenkreises darstellt, ohne Verluste durch ein Dielektrikum zirkulieren. Damit werden gleichzeitig ein hoher Anoden-Wirkungsgrad und eine hohe Stabilität gegen Selbsterregung erzielt.

Die isolierenden Dielektrika für den Steuergitter und Kathoden-Kondensator sind aus 0,3 mm starker Teflon-Folie gefertigt. Bei dem Zusammenbau des Sockel ist größte Sorgfalt anzuwenden, da das Steuergitter ein Potential von -750 Volt gegen Masse führt. Als Fingerstock-Material sollte nur Qualitäts-Material aus Beryllium-Federbronze verwendet werden, um kleine Kontaktwiderstände zu erzielen.

FIGURE 5 (BILD 5): Anode Line Top View/Anodenkammer Obenansicht

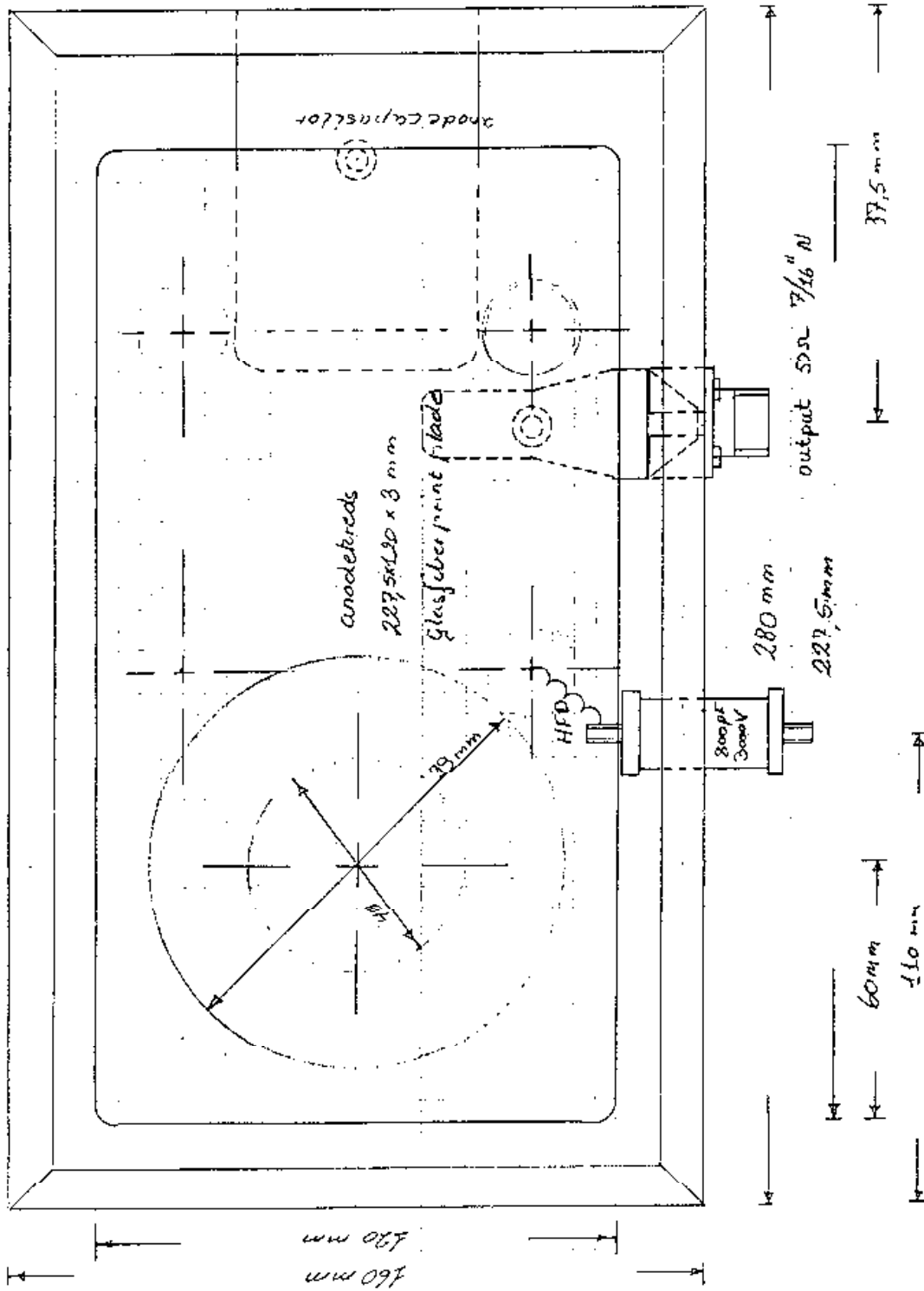
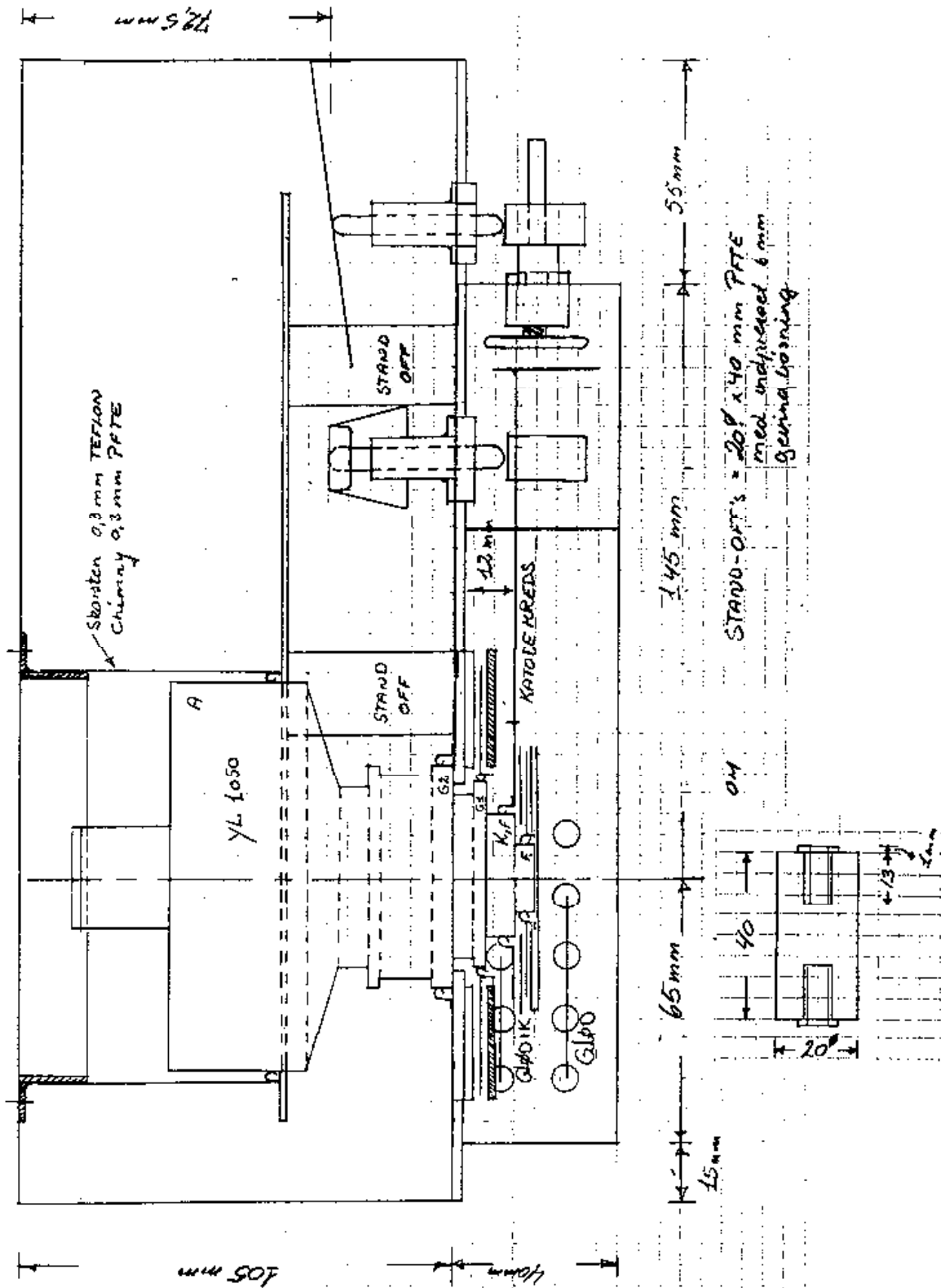


FIGURE 6 (BILD 6): PA Side View/PA Seitenansicht



2.3 Cathode Circuit

The cathode circuit is a low impedance (40 Ohms) half wavelength stripline with a somewhat strange shape, which has been chosen because of mechanical constraints (Figure 8). The mechanical arrangement can be seen in Figures 9,10. The stripline is mounted in a distance of 12 mm to the main construction plate. Tuning is done by a tuning screw with a small plate at the end of the stripline. Coupling is performed by a 11x47 mm brass plate, which is soldered to the input connector. Further details in figure 10 show the 2.2 uH choke for Grid 1 and the two quarter wavelength (170 mm) chokes for the heater. They are made from 1.5 mm copper wire, each 170 mm long, wound on a 10 mm diameter form.

2.3 Kathodenkreis

Der Kathodenkreis besteht aus einer $\lambda/2$ Stripline mit einer niedrigen Impedanz von ca.

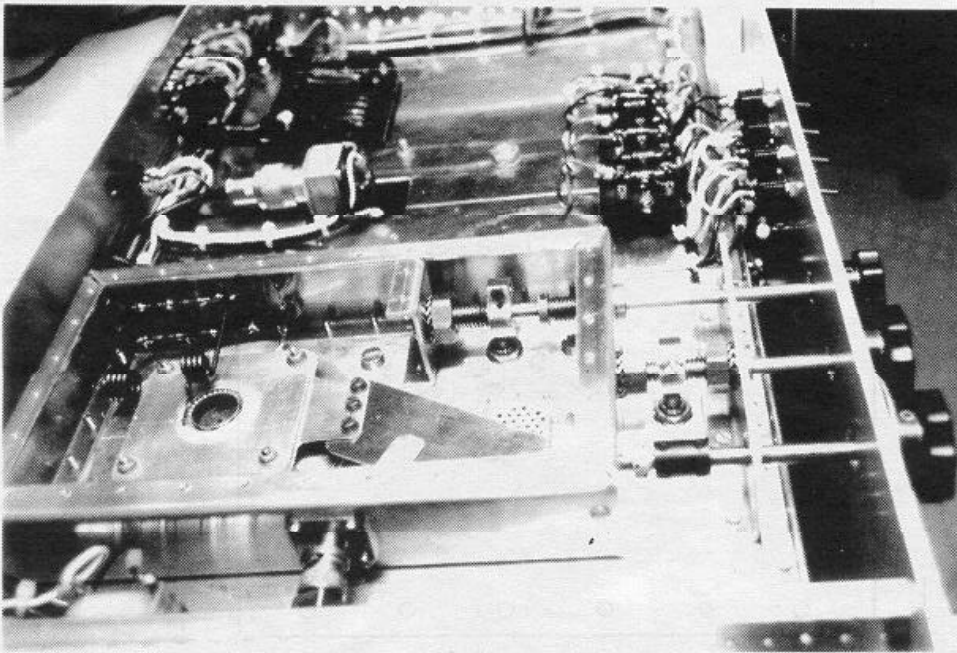


Figure 8/Dild 8 : Picture of cathode circuit/Kathodenkreis

40 Ohm. Sie befindet sich in 12 mm Abstand von der Bodenplatte (Bilder 8,9,10). Die Abstimmung erfolgt am Ende mit einer Abstimm-schraube, auf die eine Abstimmscheibe mit ca. 25 mm Durchmesser befestigt ist. Die Kopplung zur Eingangsbuchse erfolgt über eine Blechfahne aus Messing mit den Maßen 11x47 mm. Der Abstand dieser Fahne zur Stripline beträgt ca. 1mm. Eventuell kann dort auch eine Teflonfolie mit 1 mm Stärke eingefügt werden, um den Abstand etwas zu erhöhen.

Weitere Einzelheiten in Bild 10 zeigen die Gitter-1-Drossel von 2,2 uH und die beiden Drosseln für die Heizung, die jeweils aus 170 mm Kupferdraht mit 1,5 mm Durchmesser auf einem 10 mm Dorn gewickelt werden.

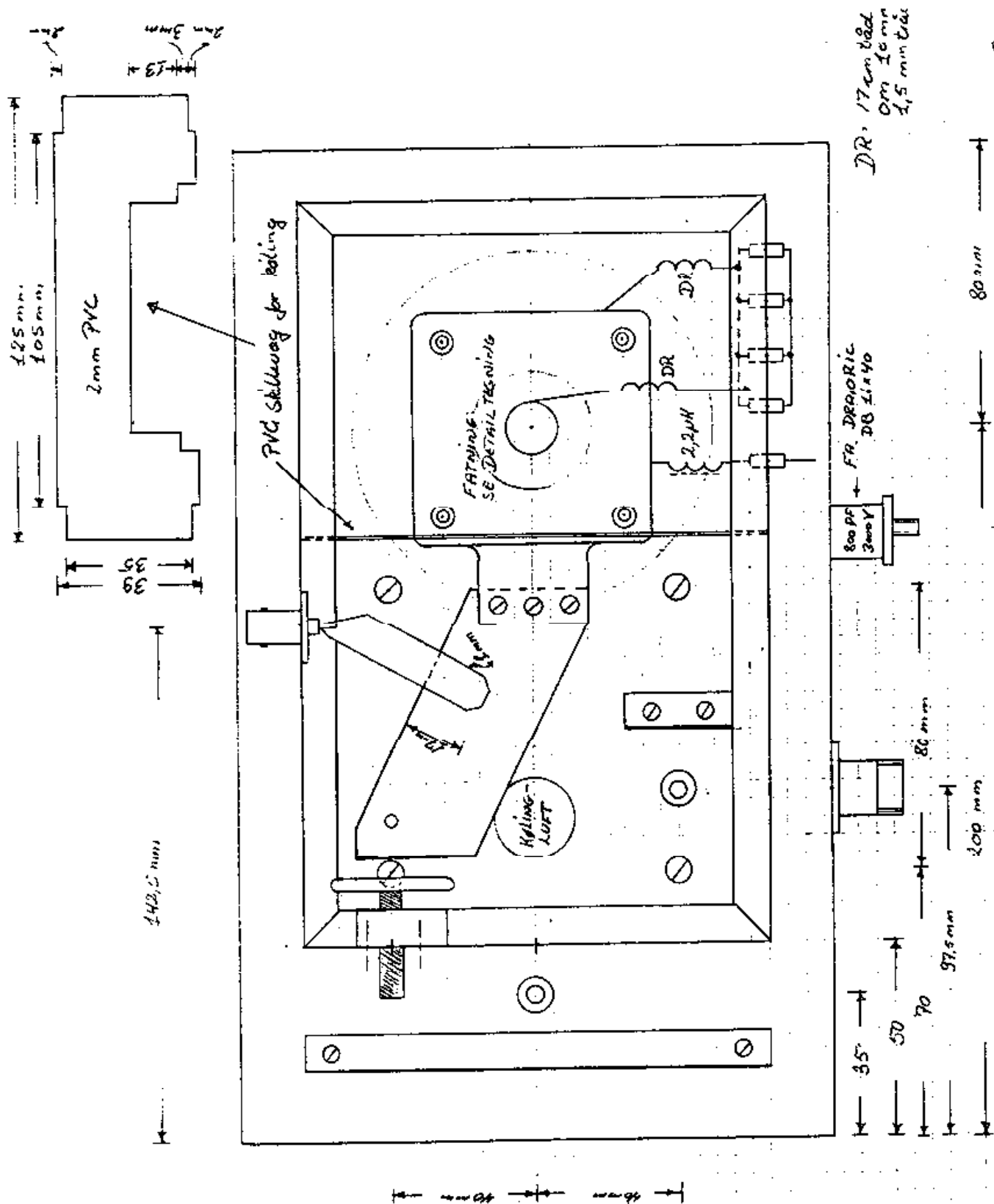
2.4. Power Supply

The basic idea is to have the screen at ground potential - 30 years ago it has been used in the Collins 30S1 PA -. The power supply circuit can be seen in Figure 11. The high voltage is generated by a full-wave center-tap rectifier circuit from the high voltage transformer, which has a rating of 2x2000 Volts with 400mA. The resulting DC-Voltage of 2800 Volts is divided by string of Zener-Diodes (7 W dissipation) into -640 Volts for the cathode and 2200 Volts for the anode. The filter capacitor for the high voltage is made from three Siemens MKV 47 uF condensators. Each capacitor, which is rated for 640 Volts AC and for 1000 Volts DC, is shunted by a 50 kOhms, 50 Watt bleeding resistor. Together with the current through the zener diodes a bleeding power of 170 Watt is drawn during standby.

Because of the small transformer, the anode voltage drops from 2800 to 2200 Volts with an anode current of 800 mA. For CW a bigger Transformer with a rating of 800 mA should be chosen.

In case of flash over in the anode circuit the string of 5 diodes from line KE to KS protects the zener diodes. The very same diodes provide a path for negative screen grid current also. The screen supply is bled by the string of four 10 kOhms resistors and for AC by two 16 uF condensators.

FIGURE 10 (BILD 10): Cathode Circuit/Kathodenkreis



Technical Reports: 70 cm PA with 1 k+ Output by OZ9ZI

The supply voltage for Grid 1 is referenced to the cathode voltage of - 640 V. A half wave rectifier and a stabilisation circuit generate - 90 V. During standby this voltage cuts off the tube. On transmit a relay switches in a potentiometer, which can be adjusted to the necessary value for the idling current of 200 mA.

The high voltage power transformer gets its primary voltage through a delay relay after 180 seconds. Then a soft start is caused by a series resistor of 40 Ohms/50 Watts in the primary. This surge protection is switched off after some seconds.

The transformer for the heaters is located directly in the PA-cabinet, to reduce ohmic losses with the heater current of 20 amps. The heater voltage, measured directly at the socket, should have a value of 3.8 Volts +/- 5 percent.

Metering is provided for Ia (0...1.5 A); Ig2 (-10...+40 mA) and Ig1 (0...10 mA). Additional metering could be provided for anode voltage and output power.

2.4. Stromversorgung

Das Schirmgitter liegt auf dem Potential des Chassis - genau wie schon 30 Jahre früher bei der berühmten Collins 30S1 Endstufe -. Die Schaltung der Stromversorgung geht aus Bild 11 hervor. Die Hochspannung wird mittels Vollweg-Gleichrichtung gewonnen. Die Trafospaltung beträgt 2×2000 Volt bei 400 mA. Für Dauerbetrieb sollte der Trafo doppelt so stark ausgelegt sein. Die resultierende Gleichspannung ist 2800 V im Leerlauf und ca. 2200 V bei 800 mA Anodenstrom. Die Gesamtspannung wird durch eine Kette von 7 W Zenerdioden auf - 640 V für die Kathode und 2200 Volt für die Anode aufgeteilt. Zum Sieben werden 3 Stück Siemens MKV-Kondensatoren mit 47 uF Kapazität und jeweils 640 V Wechselspannung (= 1000 V Gleichspannung) eingesetzt. Zum Ausgleich der Leckströme dienen 3 x 50 kOhm Widerstände. Zusammen mit dem Vorstrom durch die Zenerdioden wird eine Ruheleistung von 170 W verbraucht.

Falls die Röhre oder der Anodenkreis einen Überschlag erleiden, verhindern die Schutzdioden, die von der Leitung KE zu KS verschaltet sind, eine Beschädigung der Zenerdioden. Sie leiten außerdem negative Schirmgitterströme ab. Die Schirmgitter bzw. Kathodenspannung wird durch 4 x 10 kOhm vorbelastet und für NF mit 2 x 16 uF Kondensatoren abgeblockt.

Die Spannung für das Steuergitter ist auf die Kathodenspannung bezogen, wird auf 90 Volt mit einer Zenerdiode stabilisiert und von diesem Wert durch ein Potentiometer auf den passenden Ruhestrom von 200 mA eingestellt. Zum Abschalten dient ein Relais, das die Spannung auf -90 Volt am Gitter 1 aufschaltet und durch die Leitung A5 bedient wird.

Der Transformator für die Anodenspannung wird durch ein Zeitschaltrelais nach 180 Sekunden mit Netzspannung versorgt, die zunächst über einen 40 Ohm/50 Watt Widerstand einen sanften Magnetisierung bewirkt. Erreicht nach ein paar Sekunden die Spannung an der Primärseite ca. 180 V wird dieser Anlauf-Widerstand überbrückt.

Der Heiztransformator sitzt direkt an der PA, um Leitungsverluste bei einem Nennstrom von 20 A zu vermeiden. Die Heizspannung am Sockel der Röhre muß 3,8 V +/- 5% betragen.

Über Drehspulinstrumente werden gemessen: Ia (0...1,5 A); Ig2 (-10...+40 mA); Ig1 (0...+10 mA). Zusätzlich können sinnvollerweise die Anodenspannung und die Ausgangsleistung gemessen werden.

2.5 Tune up and operation

Before applying any power to the PA, the power supply should be checked for proper operation and voltages. Then the PA can be connected. First the heater voltage should be controlled. It must have a value between 3.65 and 3.95 V, the proper value is 3.8 V. After connecting a dummy load of at least 1000 W power handling ability, a power meter at the output and an optional SWR-meter at the input as well as a transmitter with variable output power (5 - 50 W), the idling current is set to 200 mA with no RF-power but transmitter and PA keyed. Then an input RF-power of 5 W is applied. First the output circuit is tuned to maximum with the tune flapper. Leave the load flapper as it is, because with low power there is no significant influence of the load flapper. Then the input circuit can be optimized for lowest VSWR. The input coupling flapper has to be moved or even shortened or lengthened with retuning of the tuning screw up to a VSWR lower than 1.2.

Technical Reports: 70 cm PA with 1 k+ Output by OZ9ZI

This adjustment does not change very much for higher input power. In a second step the input power should be increased to 15 W. At this level the output controls - load and tune - can be optimized for highest possible power. A good indicator of having the right loading, i.e. the right value of anode load impedance, is the screen current. If it's getting positive the right value is very near. It should have a positive value of at least 10 mA but never have a value above 40 mA, because at this value the maximum screen dissipation will be reached.

With 25 W drive level the following measurements are typical:

Drive Power	:	25 W
Output Power	:	1000 W
DC-Power	:	1785 W
Efficiency	:	56 %
Gain	:	16 dB
Anode Voltage	:	2200 V
Anode Current	:	810 mA
Screen Current	:	15 mA
Control Grid Current:		2 mA

At this power level no signs of thermal drift have been observed. The tube loafs along with just half of its power capability. For different power levels retuning is necessary. Loading is adjusted for the right screen grid current (15 - 30 mA), whereas tuning always should be adjusted to maximum power. That occurs together with a peak in control grid current. Maximum allowable control grid current is about 50 mA.

2.5 Inbetriebnahme und Abstimmung

Zuerst muß die Stromversorgung auf einwandfreie Funktion überprüft werden. Der eigentliche PA-Baustein wird abgeklemmt und alle Spannungen sowie die Einschaltlogik werden geprüft. Nach Verbindung mit der PA können Heizung und Lüfter eingeschaltet werden. Ohne laufenden Lüfter darf grundsätzlich keine Spannung anliegen! Die Heizspannung wird am Sockel gemessen. Der richtige Wert beträgt 3,8 V. Abweichungen von +- 150 mV sind zulässig. Nachdem man eine Dummy-Load mit mindestens 1000 W Belastbarkeit über ein entsprechendes Wattmeter angeschlossen sowie den Eingang über ein VSWR-Meßgerät mit einem in der Leistung regelbaren (5 - 50 W) Steuersender verbunden hat, können alle anderen Spannungen angelegt werden. Im getasteten Zustand, aber ohne HF wird der Ruhestrom auf 200 mA eingestellt.

Mit 5 W Steuerleistung wird nach Abstimmen des Ausgangs auf Maximum (Nur Tune) zunächst der Eingangskreis optimiert. Die Einkoppelfahne wird durch Verbiegen, oder sogar durch Verändern der Größe - bei gleichzeitigem Abstimmen der Kathodenkreis-Abstimmung auf Maximum - auf ein VSWR von kleiner als 1,2 gebracht. Diese Einstellung ändert sich bei höheren Leistungen kaum noch, da dieser Verstärker in der Kathode gesteuert wird, bzw. eine Steuergitter-Schirmgitter-Basis Schaltung ist.

In einem zweiten Schritt wird die Steuerleistung auf 15 W erhöht. Bei dieser Steuerleistung kann die Anodenkreis-Abstimmung optimiert werden. Der TUNE-Flapper ist grundsätzlich immer auf Maximum Ausgangsleistung einzustellen und zwar unmittelbar nach jeder Änderung eines anderen Einstellparameters, z.B. LOAD oder Steuerleistung. Die richtige Einstellung des LOAD-Flappers macht oft Schwierigkeiten. Das einzige Indiz für eine richtige Stellung ist ein positiver Schirmgitter-Strom von ca. 15 bis maximal 40 mA. Dann sieht die Anode genau die richtige Lastimpedanz und Ausgangsleistung sowie Wirkungsgrad sind optimal. Ist der Schirmgitterstrom größer als der angegebene Wert, wird zwar oft die Leistung bei gleichem Input noch etwas höher aber das Schirmgitter ist in Gefahr und die Röhre arbeitet im überspannten Betrieb, da die Lastimpedanz zu hoch ist. Das passiert, wenn der LOAD-Flapper zu weit von der Anodenstripline entfernt ist. Ist der Schirmgitterstrom zu klein, sinken Ausgangsleistung und Wirkungsgrad, die Röhre arbeitet im unterspannten Betrieb.

Bei 25 Watt Steuerleistung werden die Leistungswerte in obiger Tabelle erreicht. Bei der angegebenen Leistung arbeitet die Röhre mit der Hälfte ihrer Kapazität. Soll Betrieb mit anderer Leistung gemacht werden, kann die PA unter Beachtung der obigen Richtlinien neu abgestimmt werden.

FIGURE 12 (BILD 12): Construction/Aufbau

