

Testbericht über TL922

18.10.2009

Dipl.-Ing. Wilhelm Büscher, DF8QB

Vorwort: Für den Contester und DXer ist der Gebrauch einer Endstufe oft genug der Garant für eine hohe Punktzahl oder für ein „new one“.

Die hier beschriebene TL922 zählt zu den viel benutzten Endstufen und wurde seit etwa 1977 über viele Jahre von der Trio-Kenwood Corporation mit Ausrichtung auf den amerikanischen Markt hergestellt .



Bild 1; Vorderseite der TL922



Bild 2; Rückseite der TL922

| | |
|--|---|
| Frequenz Bereiche | 160m bis 10m AFu Bänder, ohne WARC-Bereiche |
| Benötigte Ansteuerleistung | 80W nominal, 120W maximum |
| Mode und Duty Cycle | SSB, durchgehend für 30 Minuten |
| | CW and RTTY, durchgehend für 10 Minuten |
| Maximale Eingangsleistung | 2 KW P.E.P.-SSB, 1 KW CW / RTTY |
| Anodenspannung (Leerlauf) | 3,1 KV DC bei SSB; 2,2 KV bei CW / RTTY |
| Schaltungsart | Klasse AB2 Gitterbasis |
| Intermodulationsprodukte 3ter Ordnung | besser als 30 dB Abstand |
| Eingangsimpedanz | 50 Ohm unsymmetrisch, SWR besser als 1,5:1 |
| Ausgangsimpedanz | 50 bis 75 Ohm unsymmetrisch |
| Kühlung | Zwangselüftung mit axialem Lüfter |
| Sicherheitsschaltungen | Primäre Abschaltung der Hochspannung |
| | Sekundärer Kurzschluss der Hochspannung |
| Thermische Schutzschaltung | Abschaltung der Senderelais bei Trafoüberhitzung |
| Lüftermotorverzögerung nach Abschalten | 140 ± 30 Sekunden (je nach Raumtemperatur) |
| ALC | Negativspannung, einstellbar bis -8 V DC |
| Röhrenbestückung | Eimac 3-500Z, zwei Stück |
| Halbleiter | Dioden, 18 Stück |
| | eine Zener-Diode |
| Leistungsbedarf | 120 V AC 14A; 220/240V AC 5A; 50/60 Hz max. Input SSB |
| Abmessungen | 390 mm x 200 mm x 410 mm (B, H, T) |
| Gewicht | Netto 31 kg |

Tabelle 1: technische Daten des Herstellers

Erster Eindruck: Eine PA mit klar geordneten Bedienelementen. Zwei analoge Anzeigeelemente sind vorhanden, wobei eines davon Gitterstrom, Hochspannung und relativen Output und das andere den Anodenstrom anzeigt. Eine Kennzeichnung auf maximal zulässige Werte auf den Skalenblättern ist nicht vorhanden. An der Rückseite ist ein Gehäuse angeschraubt, in dem der Lüfter und das Klemmbrett zur Einstellung der Versorgungsspannung eingebaut sind. Die HF-Anschlüsse sind in PL-Buchsen und die Steueranschlüsse in Chinch ausgeführt. Die Leerlaufspannung an der PTT-Buchse beträgt ca. 100 V und der Stromfluss bei getasteter Leitung ist ca. 35 mA hoch. Eine Angabe dazu ist im „Instruction Manual“ auf Seite 8 in Zeichnung 7 enthalten, jedoch nicht im Begleittext. Vergleichen Sie deshalb immer diese Angaben mit dem Manual des Transceivers, bevor die PA angeschlossen wird und der Schalttransistor defekt geht. Zwei seitlich angebrachte und klappbare Tragegriffe dieser stabil aufgebauten PA sind beim Tragen eine enorme Hilfe.

Es werden Manuals in deutscher und englischer Sprache mitgeliefert. Das englische Manual und das Servicemanual sind im Internet zum Download vorhanden.

Aufbau der PA: Die PA ist in Gitterbasis-Schaltung aufgebaut und die zwei Röhren 3-500Z sind Trioden. Das Ansteuersignal wird auf ein Pi-Filter zur guten Anpassung geschaltet und in die Kathode der beiden Röhren eingespeist. Der Ausgang ist auf allen Bänder als Pi-Schaltung aufgebaut. Die Unterdrückung der ersten Oberwelle erreicht nach eigenen Messungen den Bereich von 40 dB bis 50 dB. Die Anodenspannung beträgt je nach Stellung des Modeschalters bei CW ca. 2,1 kV und bei SSB ca. 3,1 kV im Leerlauf. Das Hochspannungsnetzteil ist mit einem Trafo von ca 1 kVA aufgebaut. Im Service-Manual auf Seite 5 wird bezeichnend von einem „small-sized transformer“ geschrieben. Weitere Angaben zur Anodenspannung siehe „Leistungsmessungen“ in Tabelle 2.

Im Aufbau der PA ist eine Unterteilung in HV-Teil (linksseitig) und HF-Teil (rechtsseitig) durchgeführt. Der eingebaute Lüfter saugt auf der Rückseite die Luft parallel aus dem Netzteil und dem HF-Teil ab.

Schutzschaltungen: Die Schutzschaltungen beschränken sich auf den Schutz von Personen bei Öffnen des Gehäuses. Es wird bei Abnehmen des Gehäusedeckels die primäre 230V-Zuleitung unterbrochen. Bei Öffnen des HF-Teils wird die Anodenspannung kurzgeschlossen. Weitere heute übliche Schutzschaltungen gegen z.B. zu hohem Gitter- oder Anodenstrom sind nicht vorhanden.

Röhre: Die verwendeten Röhren 3-500Z sind Trioden, die bei Beachtung der Spezifikationen eine lange Lebensdauer haben. Das Datenblatt der Röhre ist im Internet erhältlich. Zwei Parameter verdienen eine besondere Beachtung: die Temperaturen am Glaskörper und der Gitterstrom. Die Kühlung in der TL922 ist ausreichend für die maximalen Leistungswerte nach Spezifikation, jedoch nicht für „high power CW mit SSB-Anodenspannung“. Bei der Höhe des Gitterstromes sollte ein maximaler Wert von 200mA beachtet werden. Damit sind in CW / RTTY sichere 600W Output und bei SSB eine Größe von bis zu 1200 W PEP Output zu erzielen.

Die Röhren sind direkt geheizt und benötigen nur einige Sekunden nach Anlegen der Heizspannung zur Betriebsbereitschaft.

Betriebserfahrung: In vielen Contesten habe ich eine TL922 in den verschiedenen Betriebsarten eingesetzt und bei Beachtung der maximalen Betriebsparameter keinen Ausfall erlebt.

Der Abgleich bei einem Bandwechsel geht schnell von der Hand auch Dank des eingebauten Feingetriebes beim Anodendrehkondensators. Außer auf dem 10m-Band sind keine Wechselwirkungen von „PLATE“ (Anoden-C) und „LOAD“ (Antennen-C) beim Abstimmen zu beobachten und zeigen damit ein gutes Design des Ausgangs-PI-Filters. Zum Zeitpunkt der Entwicklung der TL922 waren die WARC-Bänder noch nicht nutzbar und deshalb gibt es keine eigenen Bandschalterstellungen dafür. Der Betrieb auf den WARC-Bändern ist jedoch möglich. Für 30m wird die Bandschalterstellung von 20m, bei 17m wird die Schalterstellung von 15m und bei 12m wird die Stellung von 10m benutzt. Das Eingangs-SWR ist auf den WARC-Bändern schlechter, es ist jedoch mit den eingebauten Antennentunern der Transceiver kompensierbar.

Nach dem Betrieb der Endstufe sollten ca. 15 Minuten vergehen, bevor die PA ausgeschaltet wird. Damit wird in der Endstufe die Temperatur an wichtigen Bauteilen wie z.B. Röhren und Anodentrafo ausreichend gesenkt. Nach dem Ausschalten der PA wird mit einem internen Bimetallrelais der Lüfter für ca 140 Sekunden weiter mit Spannung versorgt. Brechen Sie diesen Vorgang nicht manuell ab. Diese beiden Vorgänge dienen sehr der Lebensdauer der Bauteile in der PA.

Modifikationen: Im Internet sind viele Vorschläge zum Umbau dieser PA zu finden. Dabei befassen sich die meisten Autoren mit den lauten Relais, dem Ausbau der Gegenkopplung an den Gitteranschlüssen und anders gebauten UKW-Fallen.

Leistungsmessungen: Nach den damaligen Regeln der FCC (USA Regulierungs-behörde) wurde die Eingangsleistung bei SSB auf 2 kW PEP-Input und für CW / RTTY auf 1 kW DC-Input begrenzt. Damit sind in CW / RTTY ca. 600 Watt und in SSB ca. 1200 W PEP zu erzielen.

Die Linear-Endstufe wurde mit beiden Anodenspannungen auf allen Bändern mit Dauerträger von 600 Watt und 1 kW gemessen. Mit höherer Ansteuerleistung im „SSB-Mode“ sind höhere Ausgangsleistungen im Bereich 1200 Watt PEP erzielbar, jedoch wurde wegen der hohen Dauerbelastung im Test darauf verzichtet. Grundsätzlich sollte für den Abgleich in SSB ein Wattmeter mit Spitzenwertanzeige benutzt werden.

Die Tabelle 2 gibt die Messwerte und die errechneten Parameter je Band und Output wieder.

| Messung und Berechnung von Hochfrequ.-PA's | | | | | | | | 22.03.09 | | | | | |
|--|---------|---------|--|--------|-----------------------|--------|-------|----------------------------|-------|---------|------|------|--------|
| ===== | | | | | | | | | | | | | |
| Anode-Trafo auf 100V + 120V AC geschaltet; ca 225V AC vom Netz | | | | | | | | | | | | | |
| Typ : Kenwood TL-922 | | | Vorspannung 7,5V mit Z-Diode, HF-Gegenkopplung original | | | | | | | | | | |
| Serien-Nr 1060190 | | | Uao = 2200V CW / 3100V SSB; Iao = 65mA / 150mA | | | | | | | | | | |
| Röhre(n): 3-500Z | | | Anzahl: 2 | | Max Verlust/St. (W) : | | | 500 | | | | | |
| von EIMAC | | | Messung mit BIRD 43 1KW-Kopf im Output und Dummy Vectronic DL-2500 | | | | | | | | | | |
| | | | Messung des Input-SWR CN520A SWR-Meter ca 20cm Koax bis PA | | | | | | | | | | |
| X <----- Messergebnisse -----> | | | | | | | | X <----- Berechnung -----> | | | | | X |
| X | | | | | | | | X | | | | | X |
| X | U-Anode | I-Anode | I G1 | Output | P st | SWR | Frequ | X | Input | Verlust | Last | Eta | Verst. |
| X | V | mA | mA | W | W | Input | Mc | X | W | W | % | - | - |
| X | | | | | | | | X | | | | | |
| X | | | | | | | | X | | | | | |
| X | 1825 | 490 | 170 | 600 | 61 | 1,05:1 | 1,85 | X | 894 | 294,3 | 29,4 | 0,67 | 9,8 |
| X | 2600 | 590 | 175 | 1000 | 79 | 1,05:1 | 1,85 | X | 1534 | 534,0 | 53,4 | 0,65 | 12,7 |
| X | 1825 | 460 | 155 | 600 | 49 | 1,25:1 | 3,65 | X | 840 | 239,5 | 24,0 | 0,71 | 12,2 |
| X | 2650 | 530 | 165 | 1000 | 61 | 1,25:1 | 3,65 | X | 1405 | 404,5 | 40,5 | 0,71 | 16,4 |
| X | 1850 | 430 | 150 | 600 | 57 | 1,20:1 | 7,05 | X | 796 | 195,5 | 19,6 | 0,75 | 10,5 |
| X | 2675 | 510 | 160 | 1000 | 73 | 1,20:1 | 7,05 | X | 1364 | 364,3 | 36,4 | 0,73 | 13,7 |
| X | 1850 | 430 | 150 | 600 | 51 | 1,25:1 | 14,22 | X | 796 | 195,5 | 19,6 | 0,75 | 11,8 |
| X | 2650 | 510 | 155 | 1000 | 65 | 1,25:1 | 14,22 | X | 1352 | 351,5 | 35,2 | 0,74 | 15,4 |
| X | 1800 | 550 | 180 | 600 | 70 | 1,35:1 | 21,25 | X | 990 | 390,0 | 39,0 | 0,61 | 8,6 |
| X | 2600 | 620 | 190 | 1000 | 87 | 1,35:1 | 21,25 | X | 1612 | 612,0 | 61,2 | 0,62 | 11,5 |
| X | 1825 | 520 | 180 | 600 | 69 | 1,30:1 | 28,50 | X | 949 | 349,0 | 34,9 | 0,63 | 8,7 |
| X | 2600 | 610 | 185 | 1000 | 87 | 1,30:1 | 28,50 | X | 1586 | 586,0 | 58,6 | 0,63 | 11,5 |
| X | | | | | | | | X | | | | | |
| X | 1800 | 550 | 180 | 600 | 73 | 1,45:1 | 24,93 | X | 990 | 390,0 | 39,0 | 0,61 | 8,2 |
| X | 2550 | 690 | 190 | 1000 | 97 | 1,35:1 | 24,93 | X | 1760 | 759,5 | 76,0 | 0,57 | 10,3 |
| X | 1800 | 570 | 190 | 600 | 68 | 2,1:1 | 18,12 | X | 1026 | 426,0 | 42,6 | 0,58 | 8,8 |
| X | 2450 | 730 | 210 | 1000 | 96 | 2,0:1 | 18,12 | X | 1789 | 788,5 | 78,9 | 0,56 | 10,4 |
| X | 1825 | 500 | 170 | 600 | 68 | 1,70:1 | 10,13 | X | 913 | 312,5 | 31,3 | 0,66 | 8,8 |
| X | 2550 | 610 | 180 | 1000 | 91 | 1,65:1 | 10,13 | X | 1556 | 555,5 | 55,6 | 0,64 | 11,0 |

Tabelle 2: Messungen der TL922

Bei Leistungsangaben von Endstufen werden auf den Bändern oft genug Werte genannt die eindeutig einer Überprüfung nicht standhalten können und wenn dann noch Begriffe wie „PEP“ hinzukommen ist der Phantasie oft genug keine Grenzen mehr gesetzt.

Um eindeutige Verhältnisse zu schaffen, werden bei meinen Messungen deshalb die Leistungswerte mit einem konstanten Träger ermittelt.

Es werden Anodenspannung, Anodenstrom, Gitterstrom und die Steuerleistung aus dem Trx passend zu einem festem Output pro Band mit einer Dummyload gemessen. Aus den

gemessenen Werte werden danach der elektrische Input, die Anodenverlustleistung, die prozentuale Auslastung der maximalen Verlustleistung, der Wirkungsgrad und der HF-Verstärkungsfaktor berechnet.

Die Messergebnisse wurden durch Ablesen der eingebauten Instrumente erzielt. Ein Anschalten von Referenzinstrumenten wurde nicht durchgeführt.

Der erzielte Wirkungsgrad übertrifft die Marke von 70 % auf den Bändern 80m bis 20m. Leider ist auf den Bändern 15m und 10m eine Abnahme um max. 14 % zu beobachten. Bei den WARC-Bändern ist die Abnahme des Wirkungsgrades noch etwas ungünstiger.

Die Auswahl der Komponenten im Anodenkreis und die Anordnung der Bauteile sind dafür die Ursache.

Das Eingangs-SWR ist im Bereich 160m bis 10m auf den „klassischen Bändern“ im Bereich von 1,35:1 und besser. Auf den WARC-Bändern sind Werte bis 2,1:1 möglich, die für einen Tuner im Transceiver kein Kompensationsproblem darstellen dürften.

Vermisste Ausstattung:

Für viele CW-OP's ist die QSK-Fähigkeit einer PA wünschenswert. Diese Option ist in der TL922 nicht vorhanden.

Geräusche der PA: Nach Einschalten der PA ist der Lüfter deutlich zu hören. Beim Vergleich der TL922 mit einer ACOM 1000 und OM2500, auf einem ebenen Tisch in der Raummitte, nimmt die TL922 den letzten Platz ein. Ebenfalls sind die Relaisgeräusche wesentlich lauter als bei den anderen PA's. Eine Geräuschmessung wurde nicht durchgeführt.

Wartung der PA: Grundsätzlich sind Wartungsarbeiten von einer Elektrofachkraft unter Berücksichtigung von VDE 0100 und VDE 0702 durchzuführen.

Ein wichtiger Punkt, der oft genug vernachlässigt wird, ist die Staubbelastung. Da die Röhren im HF-Teil von der Kühlluft umflossen werden, lagern sich hier Staubpartikel ab. Aber auch an dem Bandschalter des Kathoden- und Anodenkreises, sowie den Drehkondensatoren ist dies zu beobachten. Hier hilft eine Entfernung mit Staubpinsel und einem Staubsauger.

Fazit: Die TL922 ist eine PA, die in SSB genügend Leistungsreserven bietet, geht man von den in DL erlaubten 750W aus. Für den CW- und RTTY-OP werden die in DL maximalen Grenzen leicht unterschritten. Dies ist jedoch als Signalunterschied im QSO auf einem S-Meter nicht bemerkbar.

Ausschlussklausel: Die hier beschriebenen Ergebnisse und Messungen werden unter Ausschluß jeglicher Rechtsansprüche veröffentlicht. Die Nutzung der im Bericht enthaltenen Informationen erfolgt auf eigene Gefahr.