Hinweise zum Umbau der

70cm-Endstufe

MOTOROLA TTE 1482A

Oktober 1998

Ferdinand Schmehr DC8EC Alfons Weissensteiner DD5OI

Inhaltsverzeichnis

1. Wichtige Hinweise

Die beschriebene Leistungsendstufe beinhaltet bei unvorsichtigem Umgang verschiedene Gefahrenquellen, die teils im Gegensatz zu denen der verbreiteten Röhrenendstufen der ähnlichen Leistungsklasse stehen. Was dem „Röhrenfan“ seine Hochspannung zu vorsichtigem Verhalten veranlasst, sollte den »Transistorfan“ zu vorsichtigem Verhalten bei den hohen Strömen veranlassen.

Beim Umbau und Betrieb dieser Endstufe sollte deshalb unter anderem folgendes beachtet werden:

- Die hohe Ausgangsleistung dieser Endstufe in Verbindung mit der relativ niedrigen Betriebsspannung von 14-16V erfordert einen Eingangsstrom von ca. 23-30A.
  Es ist deshalb unbedingt auf ausreichend dimensionierte, kurze DC-Verbindungsleitungen zu achten. Weiterhin sollten DC-Verbindungen flächig mit „Autokontakten“ verschraubt sein, um punktuelle Oberhitzungen und gegebenenfalls Kabelbrände zu vermeiden.
- Beim Betrieb der Endstufe dürfen die Hf-führenden Mikrostripleitungen, besonders im Endstufen und Kopplerbereich nicht berührt werden (Verbrennungsgefahr).
- Auskoppelnde Koax-Verbindungen am Ausgang der Endstufe (vor dem Zirkulator) müssen sorgfältigst konfektioniert und verlötet werden. Es ist peinlichst darauf zu achten, daß einwandfreie,

flächige Massekonktakte für die hohe Leistung (Ströme!) hergestellt werden.

- Ebenso sollte in diesem Ausgangsbereich nur teflon-isoliertes Koaxialkabel mit Litzeninnenleiter verwendet werden (RG-400/U)!!!

- Es sind die allgemeinen VDE-Bestimmungen für Geräte dieser Klasse zu beachten.

- Wir können für die hier beschriebenen Tips zum Umbau weder eine Haftung übernehmen noch dafür garantieren, daß die nachfolgend beschriebenen Schaltungen frei von patentrechtlichen Ansprüchen Dritter sind.

- Trotz all diesen »unangenehmen“ vorangegangenen und noch folgenden „schulmeisterartigen“ Hinweisen wünschen wir allen Anwendern viel Erfolg beim Umbau und „Good DX“ nach der Inbetriebnahme.

2. Beschreibung der Funktionsgruppen

Die Endstufe MOTOROLA TTE 1482A stellt ein Verstärkersystem dar, das für 24-Stunden Dauerbetrieb ausgelegt ist und deshalb zu 90 % aus einem massiven Kühlkörper besteht und folglich bei normalen Amateurfunkanwendungen glücklicherweise keinen Lüfter benötigt. Die Endstufe besteht aus 4 Funktionsgruppen:

Vortreiber, Treiber, Parallelendstufe und Dreifach-Zirkulator

Die Verstärkerstufen sind auf Keramiksubstrat realisiert und werden durch spezielle Halterungen befestigt und spezielle Kontaktierurngen miteinander verbunden. Der Parallelendstufe ist ein Leistungsteiler (Typ Wilkinson) vorgeschaltet und ein Leistungsaddierer < Typ Wilkinson
nachgeschaltet. Die dabei aus Symmetriegründen erforderlichen 100 Ohm Hochlastwiderstände befinden sich unter den jeweiligen Keramikträgern.
Am Ausgang der Leistungsendstufe befindet sich ein Richtkoppler zur Kontrolle der Ausgangsleistung.
Vervollständigt wird die Endstufe durch einen dreistufigen Zirkulator. Dieser verhindert bei schlechtem Ausgangs-SWR (Vereiste Antenne !!!) Rückwirkungen bzw. Beschädigungen der Parallelendstufe. Da die Endstufe bei ca. 450 MHz betrieben wurde, muss mit einer Dämpfung des Zirkulators von 2 4 dB ausgegangen werden. Mutige entfernen die Zirkulatorbaugruppe, versierte Amateure gleichen sie nach und erhalten eine Durchgangsdämpfung von zT. unter einem dB.
Dazu aber in einem späteren Kapitel.

3. Abweichende Beschaltungen

Bei der technischen Überprüfung der Endstufen wurden teilweise unterschiedliche Beschaltungen bei den einzelnen Verstärkerstufen festgestellt. Es handelt sich dabei um zusätzliche Gegenkopp-Iungsmaßnahmen, die für den Amateurfunkbetrieb allerdings nicht direkt von Belang sind.

Das Bild 2 zeigt eine Verstärkerstufe ohne Gegenkopptung, das Bild 3 eine Verstärkerstufe mit Gegenkopplung.

Es wurden drei mögliche Konfigurationen vorgefunden:

- alte drei Stufen arbeiten ohne Gegenkopplung
- die erste Stufe arbeitet mit, die nächsten ohne Gegenkopplung
- alle drei Stufen arbeiten mit Gegenkopplung

Beim Testen der Hf-Eigenschaften der einzelnen Endstufen hat sich bisher kein signifikanter Zusammenhang mit der Ausgangsteistung bzw. der Verstärkung ergeben.
Es ist lediglich beim Umbau zu beachten, daß man den tatsächlichen Massepunkt der Basisbeschaltung findet (Bilder 4 und 5) und an dieser Stelle die Basisspannung Hf-mäßig gut abgeblockt einspeist.

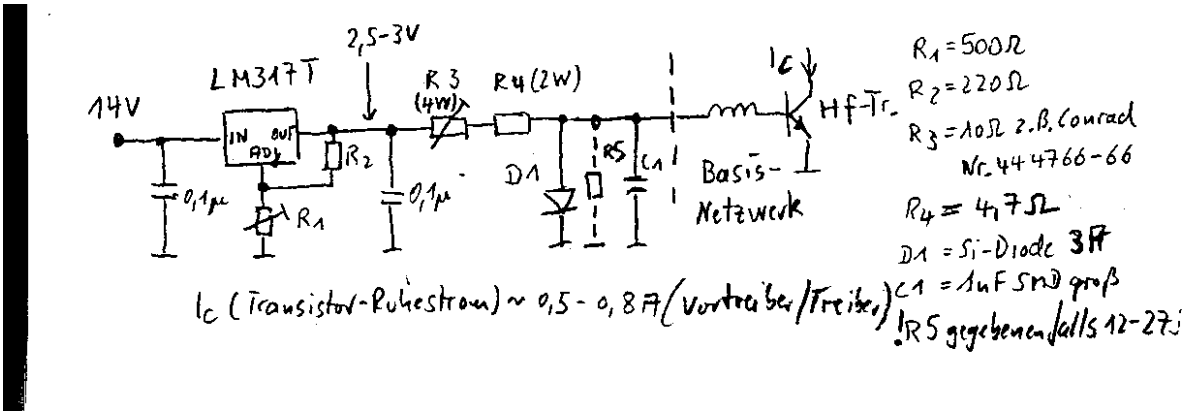
4. Basis-Spannungsversorgung

Soll die Endstufe nicht nur mit FM-Signalen, sondern auch mit SSB-Signalen arbeiten, ist eine Ergänzung zur Linearisierung für den AB-Betrieb erforderlich. Dabei muß für jede Stufe eine getrennte, einstellbare Basis-Spannungsversorgung aufgebaut werden Es wird dringend davon abgeraten, mehrere Stufen mit einer gemeinsamen Versorgung zu speisen, da dies unter anderem zu unkontrollierbaren Ruheströmen der Einzelstufen

führt.

Methode A

Die einfachste Form der Basisspannungsversorgung kann mitolgender Schaltung realisiert werden:



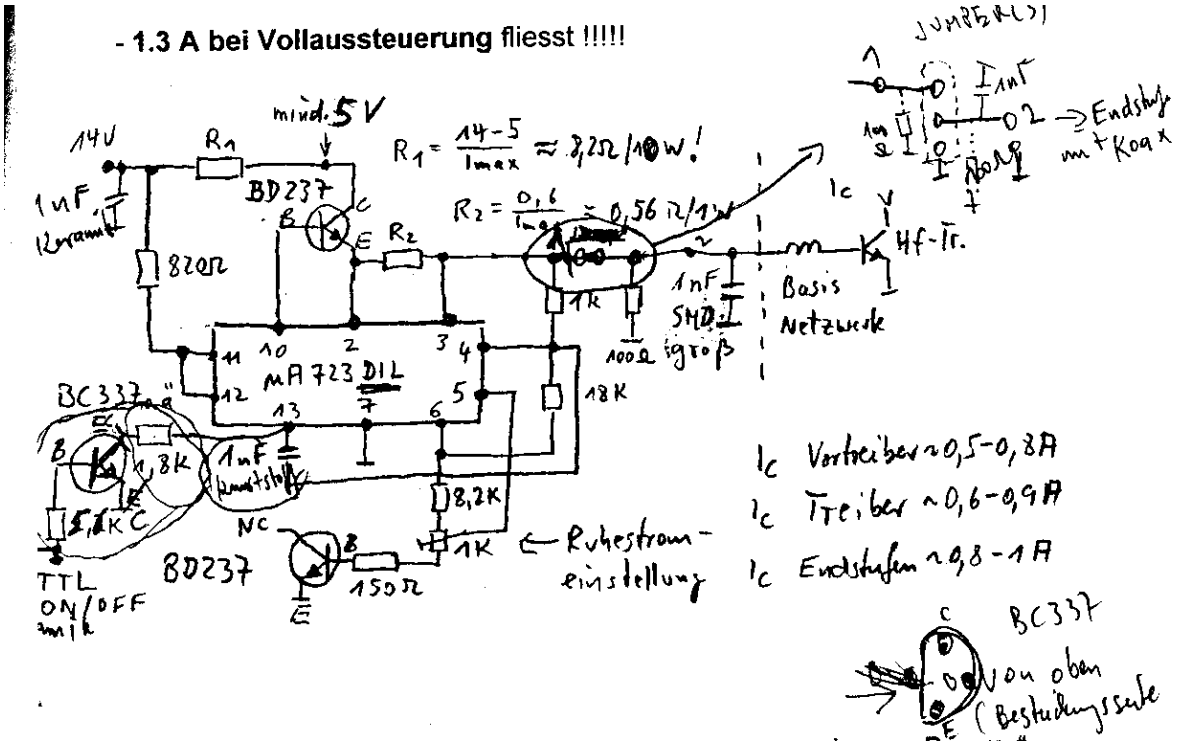
Der Spannungsregler erspart Hochlastwiderstände und dient gleichzeitig zur groben Einstellung des Diodenquerstroms und somit der Basisvorspannung des Hf-Transistors. Eine Feinjustage kann mit dem Widerstand R3 erfolgen. Aus Sicherheitsgründen sollte eine SiliziumLeistungsdiode mit mindestens 3A Dauerstrom verwendet werden.

Der Querstrom durch die Diode sollte ca. 300 mA betragen.Ein größerer Querstrom kann und darf nicht eingestellt werden da sich sonst die Durchlass-Spannung der Diode so weit erhöht, dass als Folge der Hf Transistor einen viel zu hohen Ruhestrom zieht.

Diese Schaltung sollte je nach Stromverstärkung des Hf-Transistors nur beim Vortreiber und mit Einschränkungen 1 beim Treiber verwendet werden. Ist die Stromverstärkung des Transistors zu gering, wird der Basisstrom bei Vollaussteuerung so groß, daß kein Querstrom mehr durch die Diode fließen kann und somit die Basis-Vorspannung zu Null oder sogar negativ werden kann. Das nennt man dann C-Betrieb mit den entsprechenden Folgen! !!

Fazit:
Diese Schaltung darf nur dann eingesetzt werden, wenn bei Vollaussteuerung der Stufe die Diodenspannung nicht wesentlich absinkt!

Methode B
Die nachfolgende Schaltung (Quelle Motorola Appl. Note AN-728) stellt eine einstellbare Spannungsquelle mit äußerst niedrigem lnnenwiderstand (ca. 20 mOhm) dar. Sie ist in der Lage, einen Basisstrom von max 1,3 A zu liefern, was für jede der einzelnen Verstärkerstufen mehr als ausreicht. Erste Messergebnisse zeigen, daß in der Summe von vier dieser Schaltungen ein Gesamtbasistrom von 0.8- 1,3 A bei Vollaussteuerung fliesst !!!!



Vor Inbetriebnahme sollte die Schaltung erst an einem „Dummy‘-Transistor ausprobiert werden !!!
Es soll hier nochmals darauf hingewiesen werden, daß auch mit dieser Schaltung nur eine Verstärkerstufe versorgt werden darf.
Der Kühlkörper der Endstufe ist so dimensioniert daß bei Vollast keine signifikante Temperaturerhöhung bei den Hf-Transistoren festzustellen ist. Eine thermische Kopplung des Referenz-Transistors T2 mit dem Hf Transistor erscheint deshalb nicht unbedingt erforderlich, ware aber bei Kontestbetrieb gegebenfalls erforderlich.

5. Einige Hinweise zur Meßtechnik und zur Inbetriebnahme

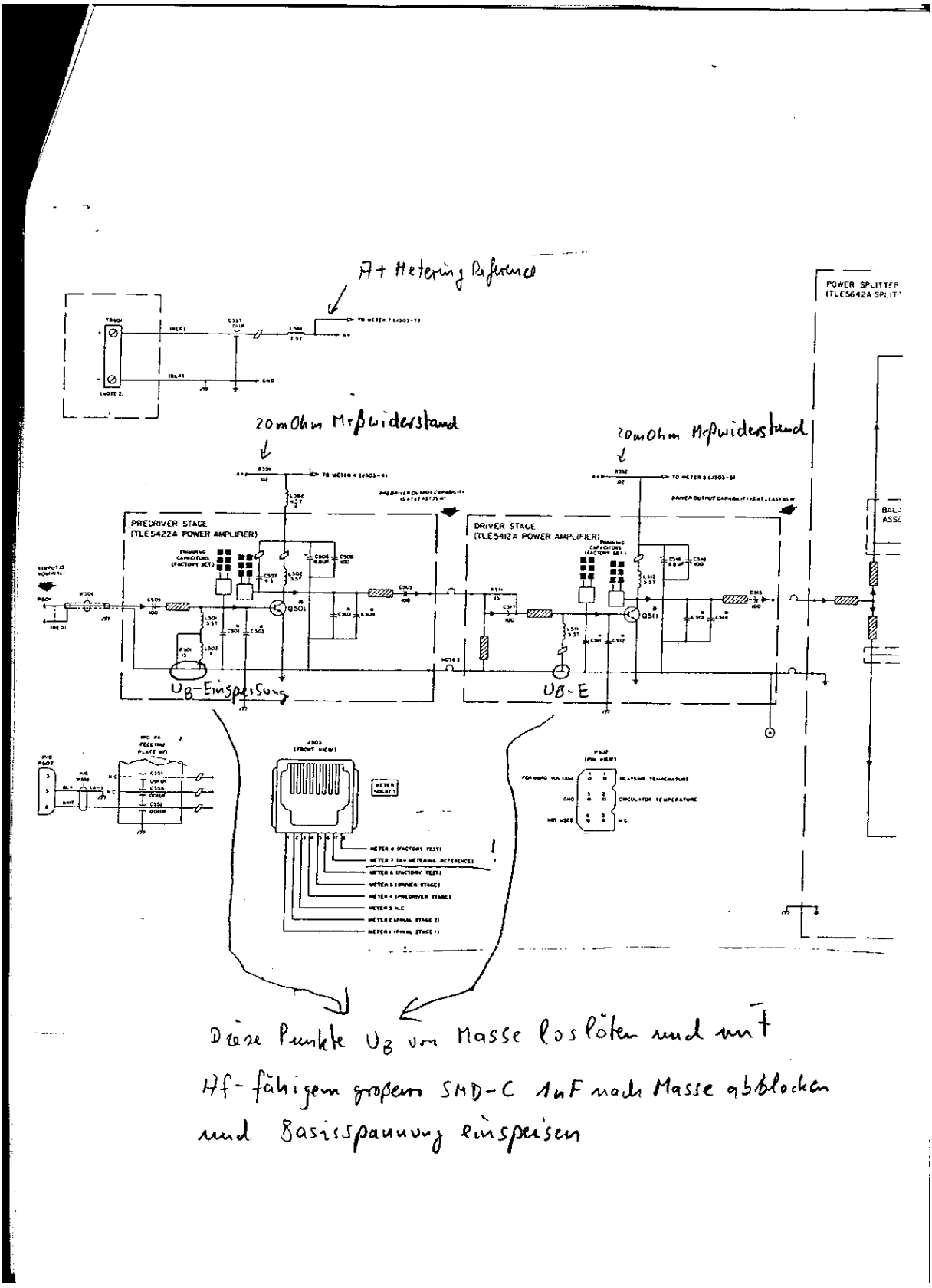
Bei jeder Verstärkerstufe befindet sich ein Meßwiderstand von 20 mOhm in der Kollektorleitung (siehe Schaltbild > Zur Messung des Ruhestroms ist dazu ein geeignetes, Hf-festes (Digital-) Voltmeter mit der Referenzspannung (A+ Metering Reference) und dem Meßpunkt (Meter *415/1* oder 2) zu verbinden. Pro Ampere Kollektorstrom erhält man eine Mess-Spannung von 20 mV.
Die Referenzspannung und die Meß-Spannungen der einzelnen Stufen sind über den WESTERN-Stecker herausgeführt und somit auch bei geschlossener Endstufe zugänglich. Weiterhin steht hier auch das Ausgangssignal des Richtkopplers zur Kontrolle der Ausgangsleistung zur Verfügung.
Bei der erstmaligen Inbetriebnahme sollte eine max. Steuerleistung von einem Watt nicht überschritten werden. Es wird empfohlen , sich deshalb Dämpfungsglieder in 1dB-Stufen von 1 - 6 dB (für IC402, mit ausreichender Belastbarkeit !) anzufertigen, was für den versierten OM wohl kein Problem darstellen sollte.

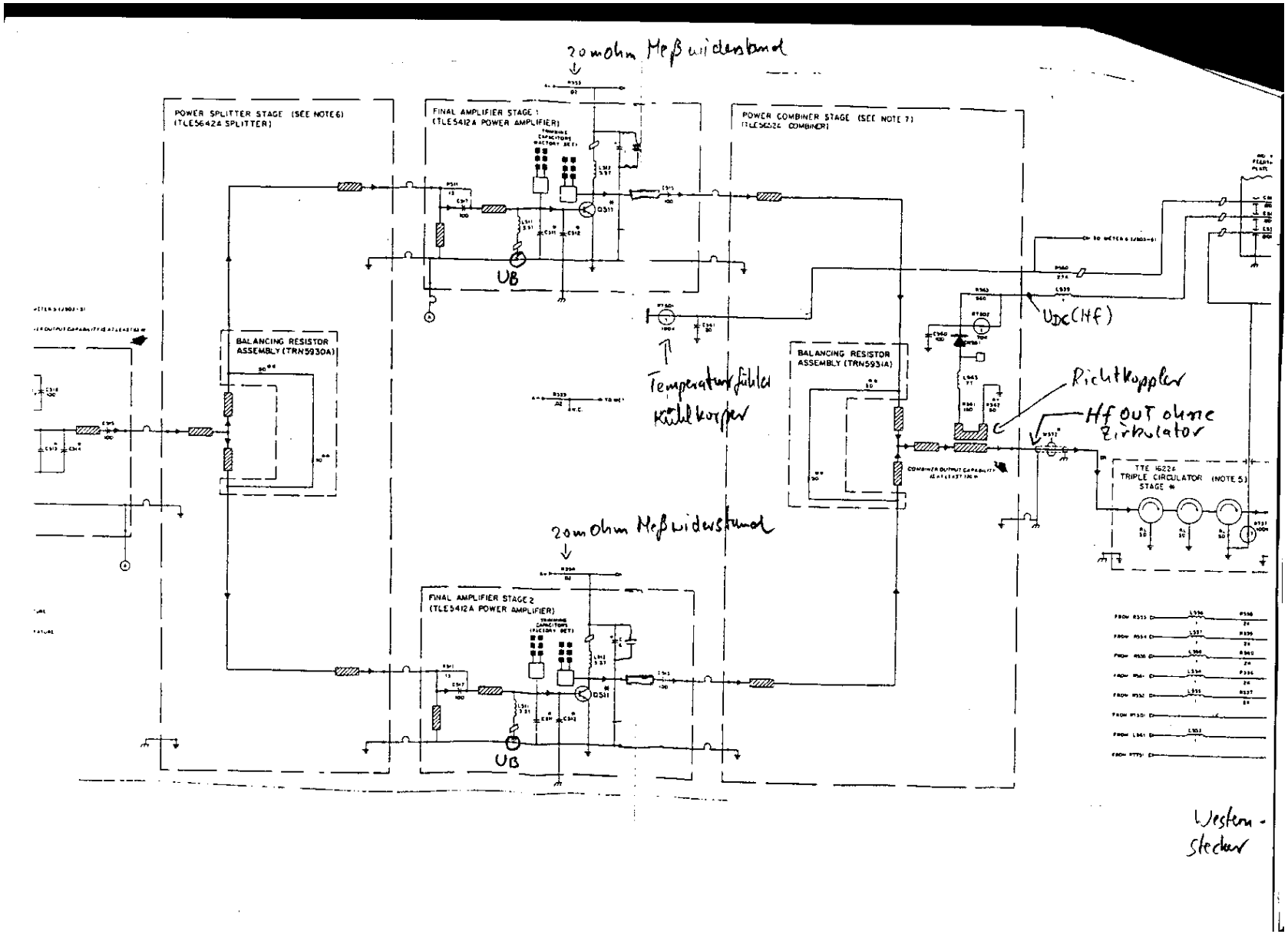
Vor der Inbetriebnahme ist mittels eines qualitativ guten SWR-und Leistungsmessers unbedingt die vorgesehene Endstufen-Last (DummyLoad oder Antenne) auf einwandfreies SWR zu überprüfen.
Als Eingangsleistung darf 3 Watt nicht überschritten werden, die Ausgangsleistung bewegt sich in der Regel im Bereich von ca. 170 - 200 W (gemessen vor dem Zirkulator).
Bei einigen Endstufen waren auch Ausgangsleistungen von teils weit über 200 W zu beobachten. Ausgangsleistungen über 200 W sind unbedingt zu vermeiden, da sonst ui. a. der Ausgangskoppler der Endstufe »abbrennen“ kann (ist schon passiert). Die Verwendung einer ~SequenzerSteuerung“ der Endstufe (z.B. DCW15 SSB-electronik oder Eigenbau
wird als Selbstverständlichkeit vorausgesetzt.
Das verwendete Netzgerät sollte mindestens 14 V und maximal 16 V bei Voll-Last (bis zu 30 A!) stabil liefern können.

6. Bemerkungen zum Dreifach-Zirkulator

Während der Umbauarbeiten sollte der Zirkulator unbedingt in Betrieb bleiben, um Beschädigungen der Endstufe zu verrneidew Zeigt er eine zu hohe Durchgangsdämpfung (kann bis ca. 4 dB betragen >‘ kann er ggf. bei geringer Ausgangsleistung mit geeigneten Abgleichwerkzeugen nachgeglichen werden- Es verbleibt dann eine Einfügungsdämpfung von kleiner 1 dB. Zum Abgleich ist die Folie *auf* dem Deckel abzuziehen um die Abgleichpunkte freizulegen. Es ist zu beachten, daß drei starke Magneten enthalten sind!
Versierte OMs können den Zirkulator auch ausbauen und zum einstufigen Zirkulator umbauen. Die verbleibende Dämpfung sollte dann ca. 0.3 dA betragen. Bisher liegen hierzu aus Zeitgründen noch keine Erfahrungen vor.

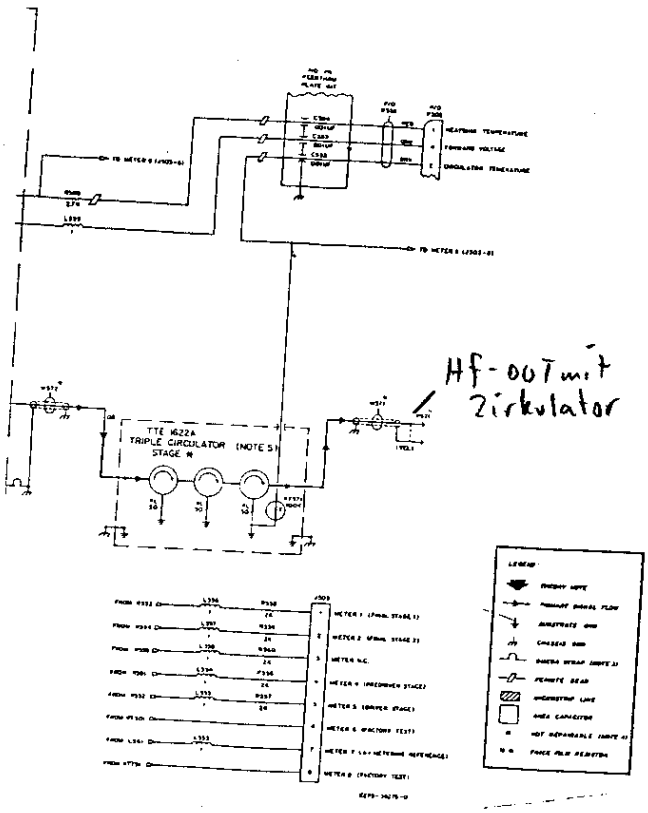
Wir hoffen, mit diesen Tips den Umbau vereinfacht zu haben und würden uns über Informationen zu Einzelerfahrungen sehr treuen.Ferdi DC8EC und Alfons DD5OI




20 ohm Meßwiderstand
POWER SPLITTER STAGE (SEE NOTE 6)
(TLE5642A SPLITTER)
FINAL AMPLIFIER STAGE 1
(TLE5412A POWER AMPLIFIER)
POWER COMBINER STAGE (SEE NOTE 7)
(TLE5622 COMBINER)
UB
BALANCING RESISTOR
ASSEMBLY (TRN5930A)
BALANCING RESISTOR
ASSEMBLY (TRN5931A)
Temperaturfühler
Kühlkörper
UDC (Hf)
Richtkoppler
Hf OUT ohne
Zirkulator
TTE 16226
TRIPLE CIRCULATOR (NOTE 5)
STAGE *
20 ohm Meßwiderstand
FINAL AMPLIFIER STAGE 2
(TLE5412A POWER AMPLIFIER)
UB
Western-
stecker

POWER AMPLIFIER DECK

MODEL TTE1482A, TRIPLE CIRCULATOR



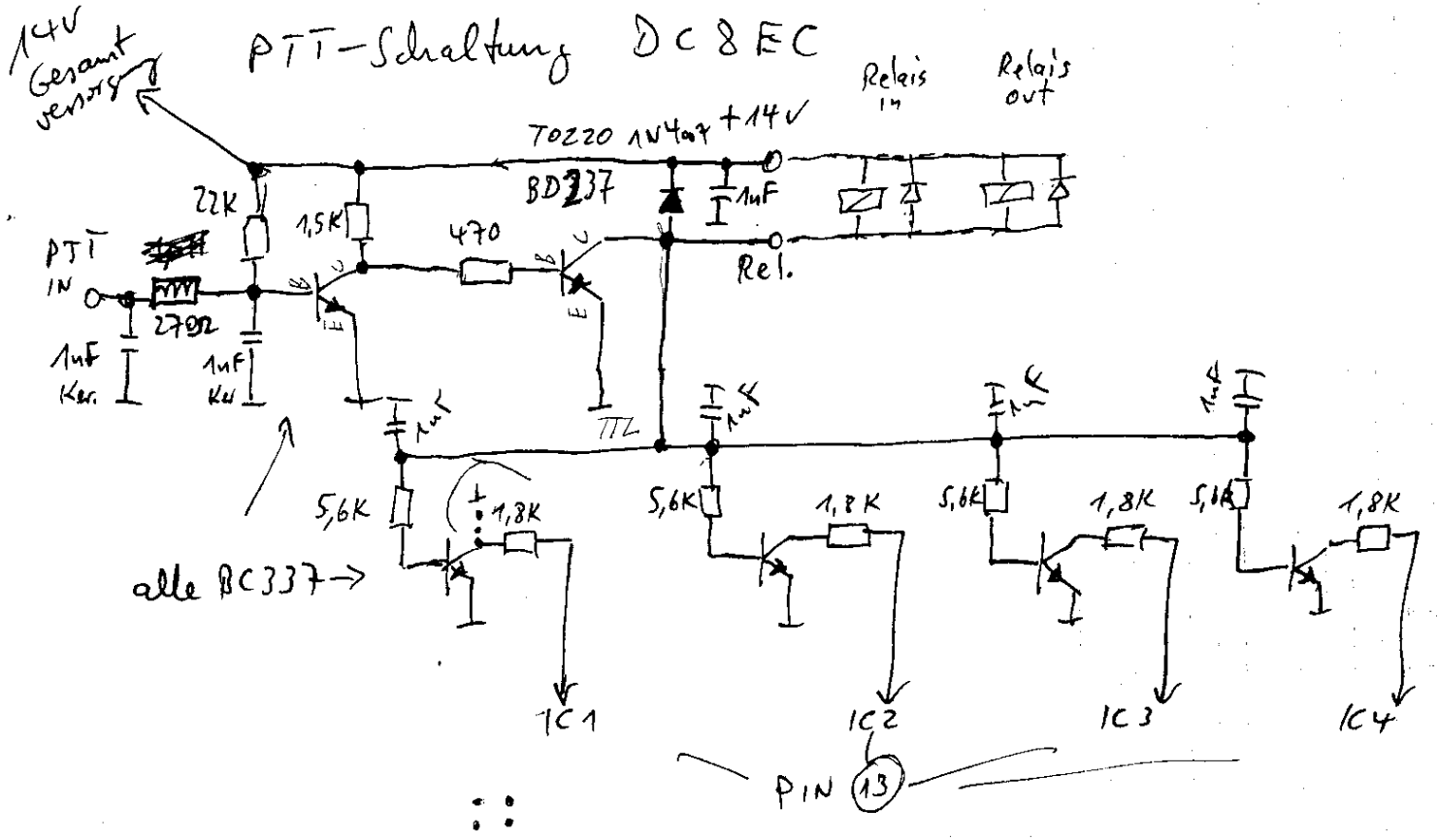
NOTES:

1. Unless otherwise specified, resistor values are in ohms, capacitor values are in picofarads, and inductor values are in microhenries.
2. TB801 is located on the power distribution assembly.
3. The Greek symbol Omega denotes an "Omega Strap" which is used to provide circuit connections between the P.A. substrates, and provide the necessary strain relief for thermal expansion and contraction.
4. COMPONENTS MARKED WITH AN ASTERISK (*) are not replaceable and are shown for reference purposes only.
5. Repair and/or tuning of the circulator stage should not be attempted because of the need for special fixtures and test equipment. Repair should be by replacement only.
6. Transmission line lengths between the power splitter stage outputs and final amplifier stage inputs are critical to proper amplifier operation. Do not insert test instruments (wattmeter, load termination, etc.) at those locations.
7. Transmission line lengths between the power combiner stage inputs and final amplifier stage outputs are critical to proper amplifier operation. Do not insert test instruments (wattmeter, load termination, etc.) at these locations.

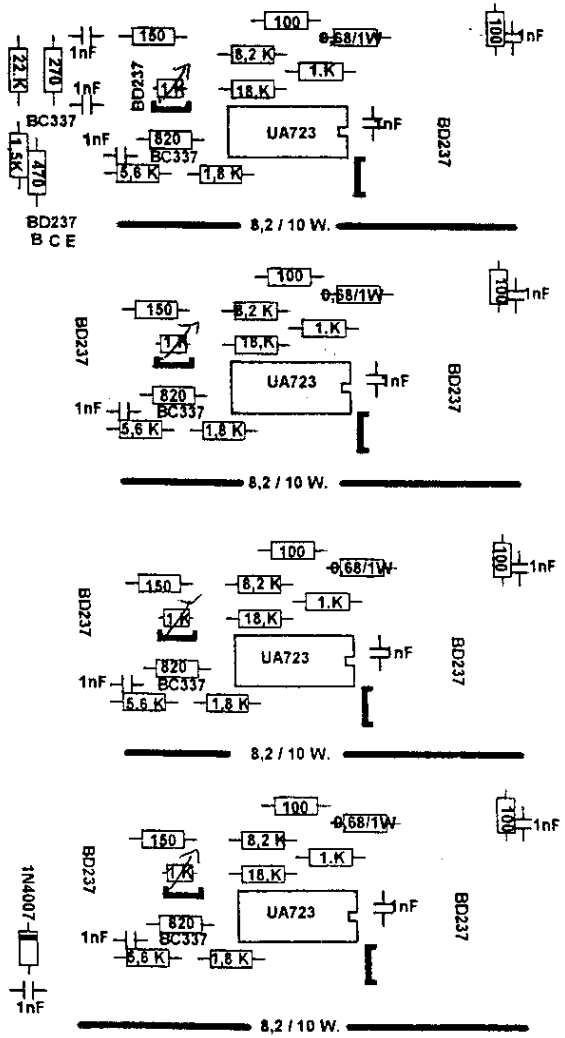
POWER AMPLIFIER DECK

Schematic Diagram
Motorola No. PEPS-38422-O
(Sheet 5 of 5)
12/30/83.

PTT-Schaltung DC8EC



Stückzahl	Artikel	Bezeichnung	Best;Nr:Bürklin
4	IC	UA723CN	48S8800
4	Potie.kr.	1.0 k	76E3062
4	Kühlkörper		65B355
20	Jumperstifte		59F670
8	Jumper		40F4236
1	Diode	1N4007	26S8100
9	Transistor	BD237	13S7800
5	Transistor	BD337	12S1950
13	Lötstifte		07F820
4	IC Sockel 14		14B404
4	Widerstande	11.W/8,2	50E120
4	Widerstände	1.W 0,68	32E150
15	Keramikkondensatoren.	1, nF	53D3626
8	Wiederstände	100	30E196
4	Widerstände	150	30E213
4	Widerstände	820	30E284
1	Widerstand	470	30E261
1	Widerstand	270	30E238
4	Widerstände	8,2 k	30E381
4	Widerstände	1,0 k	30E292
4	Widerstände	18.0 k	30E414
4	Widerstände	1,8 k	30E318
4	Widerstände	5,6 k	30E365
1	Widerstand	1,5 k	30E309
1	Widerstand	22,0 k	30E422


22,K
270
1nF
BC337
1,5K
470
BD237
B C E
150
1nF
BD237
1,K
820
BC337
5,6 K
100
0,68/1W
8,2 K
1.K
18,K
UA723
1,8 K
1nF
BD237
8,2 / 10 W.
100
1nF
1N4007
1nF