

Expert 1K-FA: kleine PA ganz groß

Dipl.-Ing. ALEXANDER SCHWARZ – DL3KH

Aus la bella Italia kommt ein Linearverstärker, der mit MOSFET-Technologie eine Ausgangsleistung von rund 1 kW erzeugt. Dabei sind die Abmessungen des Winzlings handgepäcktauglich. In der Tat handelt es sich in dieser Leistungsklasse um die zur Zeit wohl kleinste Endstufe der Welt für Kurzwelle und 50 MHz.

Sendeverstärker mit MOSFETs stellen im unteren Kilowattbereich den Stand der Technik dar und haben wegen ihres sauberen Signals auch unter den Funkamateuren etliche Freunde gefunden. Wer bei dem Begriff „PA aus Italien“ an die ohne jegliche Oberwellenfilterung daherkommenden Geräte mit den goldgelben Kühlprofilen denkt, von ihren Nutzern zumeist prägnant als „Brenner“ bezeichnet und häufig unter Autositze oder auf dunkle Dachböden verbannt, der wird bei der Inaugenscheinnahme der Expert 1K-FA umdenken müssen.

Expert 1K-FA die Sendefrequenz mittels eines integrierten Frequenzzählers und schaltet sich automatisch auf das jeweilige Band um. Weitere Features, die dieses Gerät sonst noch bietet, erfahren Sie auf der Webseite des für Deutschland und Österreich zuständigen Vertreibers [1]. Insgesamt sechs HF-MOSFETs MRF150 sorgen für den nötigen Biss. Ein ausgangsseitiger Automatik-Tuner bewirkt in Millisekunden die Einstellung der impedanzrichtigen Leistungsauskopplung an das Speisekabel bis zu einem Stehwellen-

Tabelle 1: Technische Daten

Frequenzbereich:	Afu-Bänder 160 m...6 m
Ausgangsleistung:	1 kW PEP
Oberwellenabstand:	>60 dB
Intermodulationsabstand:	>35 dB bei 800 W PEP
Eingangs-SWV:	<1,2
Abmessungen:	280 × 140 × 320 mm ³ (B × H × T inkl. Buchsen)
Masse:	20 kg
Voll-QSK-fähig	
RS232-Schnittstelle	
eingebautes Netzteil	115 V/230 V
Preis:	3132 € (inkl. 16 % MwSt.)

teren Intermodulationsdiagrammen, im Downloadbereich der FA-Website.

HF-Eigenschaften

Wie die hohe Sendeleistung erzeugt wird, also, wie die spektrale Reinheit des erzeugten Signals aussieht, ist bei unseren heutigen und dicht belegten Bändern von mindestens genau so großer Bedeutung wie eine reine Leistungsangabe in Tabelle 2.



Bild 1: Frontansicht der Endstufe, Deckel hier abgenommen

Bild 2: Unter der Haube: Der eigentliche HF-Teil besteht aus drei parallelgeschalteten Gegentaktstufen.

Fotos und Screenshots: DL3KH



Besonderheiten

Dem Hersteller SPE s.r.l., der sich sonst im Profibereich betätigt, könnte mit der Umsetzung seines Know-hows in dieser PA wohl ein ähnlich großer Wurf auf dem Amateurmarkt gelingen wie seinerzeit der Firma Dressler mit ihren legendären VHF-Endstufen. Trotz ihrer kleinen Bauform bietet die Expert 1K-FA einen hohen Bedienkomfort. Zwei Mikroprozessoren steuern alle Abläufe, wodurch der Bediener auf Wunsch sämtliche Schalt- und Einstellvorgänge, z.B. Bandwechsel, vollständig automatisieren kann. Erforderlich hierfür sind eine Verbindung zwischen Transceiver und PA über die übliche CAT-Schnittstelle sowie eine ALC-Leitung. Die Sende-Empfangs-Umschaltung erfolgt über eine PTT-Leitung; eine HF-Vox ist nicht vorhanden und bei der augenscheinlich anvisierten Gruppe ernsthafter Nutzer wohl auch überflüssig. Beim CW-Voll-BK-Betrieb zeigt die Expert 1K-FA eine bemerkenswert geringe Punktverkürzung, wie Bild 3 zu entnehmen ist. Beim Zusammenspiel mit einem Transceiver ohne CAT-Schnittstelle bestimmt die

Verhältnis von $s = 3$ (KW) bzw. $s = 2,5$ (50 MHz). Kleinere Anpassungsprobleme, etwa bei resonanten Antennen an den Bandgrenzen, kann man damit ausbügeln. Es lassen sich gleichzeitig zwei Transceiver und vier Antennen anschließen, mit freier Zuordnung von KW und 50 MHz. Das Blockschaltbild sowie eine detaillierte Darstellung der Schaltung des HF-Teils finden Sie, gemeinsam übrigens mit wei-

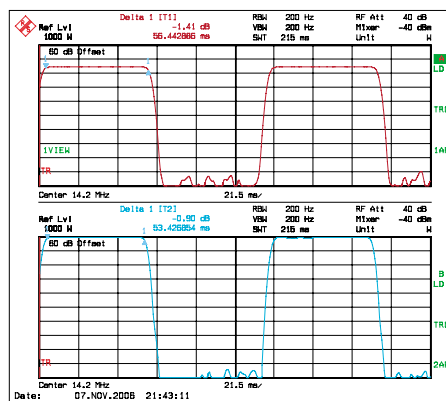


Bild 3: Verkürzung eines CW-Punktes bei Voll-BK: oben Ansteuersignal, unten Ausgangssignal der Expert 1K-FA

Das Display am getesteten Exemplar zeigte übrigens durchweg etwa 0,4 dB höhere Leistungen an als die Labormessmittel, was aber eher von akademischem Wert ist. Bei näherem Hinschauen auf die spektralen Eigenschaften müssen wir unterscheiden zwischen der Oberwellenabsenkung (die in der Regel mit Tiefpassfiltern gut beherrschbar ist und zumeist Störungen anderer Funkdienste vermeiden hilft) und dem Intermodulationsverhalten. Letzteres entscheidet darüber, ob in unmittelbarer Nähe unseres SSB-Signals andere Funkamateure gestört werden (Splatter). Die gemessenen Oberwellenabstände gemäß Bild 4 sind einwandfrei, und auch auf den anderen Bändern beträgt der Oberwellenabstand mindestens 60 dB. Die Messung des Intermodulationsverhaltens erfordert größeren Aufwand. *Intermodulation* bedeutet ja nichts anderes als einen unerwünschten Mischvorgang verschiedener Signalanteile, was neue und störende Frequenzanteile erzeugt, die im Ursprungssignal nicht vorhanden waren. Zur Messung mit der erforderlichen Signalreinheit werden zwei Sender dazu über einen Leistungskombinierer impedanz-

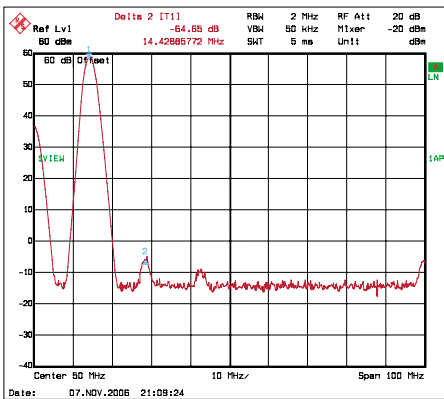


Bild 4: Oberwellenabstand bei 14-MHz-Betrieb mit 800 W Sendeleistung

richtig zusammengesaltet und voneinander entkoppelt, um gemeinsam die PA anzusteuern [2], [3]. Das hier verwendete Zweitonsignal war bis auf eine um mehr als 50 dBc abgesenkte IM3 frei von jeder messbaren Intermodulation.

Das Intermodulationsverhalten ändert sich mit dem Grad der Aussteuerung. Bild 5 zeigt, dass der Intermodulationsabstand (IM3) bei 600 W PEP besser als 40 dBc ist – ein erstklassiger Wert. Bei 800 W PEP verringert sich IM3 auf 35 dBc (die Produkte höherer Ordnung sind dann wieder besser), immer noch sehr gut. Erst bei der vollen Ausgangsleistung sinkt der IM3 auf einen Wert von etwas mehr als 20 dB. Bei IM5 und höherer Ordnung ist er allerdings wieder um weitere 10 dB und mehr besser. Um die genannten Intermodulationsabstände statt gegenüber einem Einzelton (Angabe in Dezibel bezüglich Träger, dBc) in Bezug auf die gesamte abgegebene Hüllkurven-Spitzenleistung (PEP) zu ermitteln, sind zu den oben genannten und in den Diagrammen dargestellten Intermodulationsabständen weitere 6 dB hinzuzuaddieren [3].

Interessant ist ferner, den *Half-Modus* messtechnisch zu untersuchen. In diesen schaltet die Mikroprozessorsteuerung die Leistungsstufe bei einer Überhitzung. Für Betriebsarten mit hoher Durchschnittsleistung (*Duty Cycle*), wie z. B. RTTY oder FM, empfiehlt der Hersteller die manuelle Wahl des Half-Modus.

Hierbei sinkt die Betriebsspannung der MOSFETs auf 33 V und der Steuersender

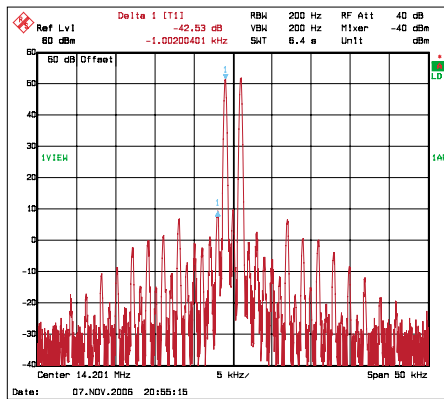


Bild 5: Intermodulation bei 14 MHz und mit 600 W PEP

wird über die ALC etwas heruntergefahren. Die halbierte Ausgangsleistung und gesunkene Verlustleistung gönnen der PA Erholung, aber die Verringerung der Betriebsspannung hat Einfluss auf das IM-Verhalten. Das Ergebnis liegt Ihnen mit dem Bild 6 vor: Es zeigt einen IM3 von besser als 35 dBc bei einer Leistung von

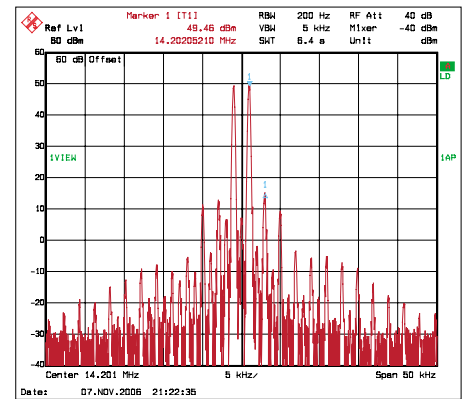


Bild 6: Intermodulation bei 14 MHz im Half-Modus mit 400 W PEP

Im normalen SSB-Funkbetrieb gelang es übrigens nicht, die Expert 1K-FA dazu zu bringen, die dritte und höchste Drehzahlstufe zu aktivieren, die dann oberhalb von 60 °C greift. Diese Versuche fanden bei 21 °C Raumtemperatur statt. Wer mit Raumtemperaturen von 30 °C und mehr leben muss, kommt der vom Hersteller spezifizierten maximalen Umgebungstemperatur von 40 °C schon näher und wird eine geringere thermische Reserve haben.

In Bild 7 sehen Sie Kurven zum zeitlichen Verlauf der Erwärmung bei unkomprimiertem SSB sowie zur Lüfterstufe, jeweils einmal mit 800 W PEP und einmal im Half-Modus mit 500 W PEP. Abgelesen wurde die im Gerätedisplay angezeigte Kühlkörpertemperatur.

Fazit

Mit der Expert 1K-FA stellt der Hersteller SPE ein schönes Stück moderner Ingenieurskunst auf den Stationstisch. Die kleinen Abmessungen und die erfreuliche Signalqualität, aber auch der Raumtemperaturbereich <40 °C scheinen die PA gerade für den deutschen Funkamateure mit 750 W „legal limit“ zu prädestinieren.

Integrierter Automatiktuner, eingebautes Netzteil, Mikroprozessorsteuerung und umfangreiche Überwachungs- und Schutzmechanismen sind weitere Pluspunkte.

Mit den erwähnten Abstrichen hinsichtlich der Dauersendefähigkeit wird man leben müssen und können. Und über einen echten Antennenkoppler verfügen die Produkte der Mitbewerber auch nicht.

Das gemessene Exemplar wurde von der Reimesch GmbH zeitweilig zur Verfügung gestellt – vielen Dank!

Literatur

- [1] Reimesch Kommunikationssysteme GmbH: Tel. (02204)584751; www.reimesch.de/expert.html
- [2] Schwarzbeck, G., DL1BU: 300-W-MOSFET-Linarendstufe für 144 MHz, Testbericht über HLW-300 (BEKO). CQ DL 64 (1993) H. 1, S. 8–12
- [3] Schwarzbeck, G., DL1BU: Labortest: Icom IC-775DSP, 200-W-Transceiver mit DSP. FUNK-AMATEUR 45 (1996) H. 4, S. 378–382; H. 5, S. 502–504; www.funkamateur.de/archiv/tst_jco.htm

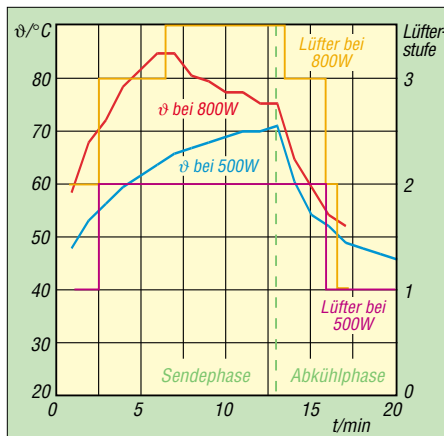


Bild 7: Verlauf von Erwärmung und Abkühlung; Lüfterstufe 3,5 bedeutet: Stufe 3 und Umschaltung in Half-Modus

400 W PEP. Das ist, wie schon erwähnt, ein sehr guter Wert, der übrigens von den allermeisten Röhren-PAs, auch denen mit echten Senderöhren, nicht erreicht wird.

Thermisches Konzept

Klar ist von vornherein, dass bei der geringen Größe der Expert 1K-FA längere Dauerstrich-Aussendungen mit Nennleistung nicht vorkommen dürfen. Trotz der insgesamt sieben Lüfter (vier auf der Rückseite, drei im Gerät), die eine dreistufige Drehzahlregelung aufweisen, gibt es hier gewisse Grenzen. Die unterste Drehzahlstufe ist recht leise und stört zumindest mich überhaupt nicht. Die bei etwa 50 °C Kühlkörpertemperatur einsetzende nächste Drehzahlstufe macht sich schon kräftiger bemerkbar. Ein Abstand von 50 cm zwischen PA und Mikrofon ist dann jedoch ausreichend, damit die Gegenstation die Lüfter nicht mehr hört.

Tabelle 2: Gemessene Ausgangsleistungen mit aktiver ALC (siehe Text)

Frequenz [MHz]	Half [W]	Full [W]	P _{in} (Half) [W]	P _{in} (Full) [W]
1,850	425	828	18,6	38,5
3,650	440	813	24,7	29,6
7,100	460	807	20,5	34,0
10,125	586	990	21,0	32,0
14,250	475	840	21,0	33,0
18,125	560	940	20,0	40,0
21,250	532	900	29,0	37,0
24,940	510	820	18,0	29,0
28,500	506	880	20,0	32,0
50,100	450	812	32,0	55,0