



USB-HF-Leistungsmesser

- 1 MHz - 1 GHz

- inkl. Datenlogger

Teil 2

Der RFP 500 ist ein HF-Leistungsmesser für den Frequenzbereich von 1 MHz bis 1 GHz. Eingangsleistungen im Bereich von -34 dBm bis hin zu +14 dBm lassen sich mit einer Auflösung von 0,1 dB erfassen. Neben den verschiedenen Messmodi zur Mittelwertmessung, Spitzenleistungs- und Impulsleistungserfassung runden die verschiedenen Messfunktionen wie Minimal- und Maximalwert-Erfassung, Relativwert-Messung, eine Datenloggerfunktion usw. die Features des kompakten Handmessgerätes, das mit einem abgesetzten 50-Ω-Abschlussmesskopf ausgestattet ist, ab.

Allgemeines

Nachdem im vorherigen Teil des Artikels die Bedienung und die Schaltung des RFP 500 ausführlich beschrieben wurden, folgt nun die Anleitung zum Nachbau des Gerätes. Funktionell ist der Leistungsmesser in die Basiseinheit RFP 500 und die Sensoreinheit RFP 500-S unterteilt. Die gesamte Verarbeitung der hochfrequenten Signale erfolgt dabei in der Sensoreinheit. Somit müssen die Besonderheiten beim

Aufbau von HF-Schaltungen, z. B. hinsichtlich der Leiterbahnführung, nur im Sensorteil Beachtung finden. Weiterhin steigert die Vorbestückung aller SMD-Komponenten sowohl auf der Sensorplatine als auch auf der Basisplatine die Nachbausicherheit nochmals. Vor allem der sonst sehr kritische Nachbau von Hochfrequenzschaltungen vereinfacht sich so erheblich. Zur Fertigstellung der Geräte sind nur noch die bedrahteten Bauteile und die elektromechanischen Komponenten zu bestücken und die Platinen in die Gehäuse einzubauen. Der Aufbau erfolgt dabei anhand der jeweiligen Stückliste und des zugehörigen Bestückungsdruckes auf den Platinen. Zu den Bestückungsarbeiten, zum mechanischen Aufbau und zum Einbau in das Gehäuse geben die Detailfotos wichtige Zusatzinformationen.

Nachbau

Sensoreinheit

Die 47 x 25 mm messende Sensorplatine trägt die Komponenten der Sensoreinheit. Da hier bereits alle Bauteile bestückt sind, wird mit dem Anschluss der 4-adrigen Verbindungsleitung begonnen. Dazu ist

Tabelle 1: Anschlussbelegung der Sensorleitung		
Anschlusspad	Aderfarbe	Funktion
ST 1	Gelb	GND
ST 2	Weiß	DC-out
ST 3	Grün	+UB
ST 4	Braun	GND

die Leitung zunächst auf einer Länge von 10 mm von der äußeren Ummantelung zu befreien. Die einzelnen Adern werden dann 3 mm abisoliert, verdreht und sorgfältig einzeln verzinnt. Das Anlöten der einzelnen Adern an die zugehörigen Löt pads erfolgt gemäß Tabelle 1 bzw. wie im Detailfoto zur Innenansicht des Sensors (Abbildung 7) zu sehen. Die Zugentlastung des Kabels geschieht mit dem Kabelbinder, der durch die beiden Bohrungen hinter den Anschluss pads gefädelt wird.

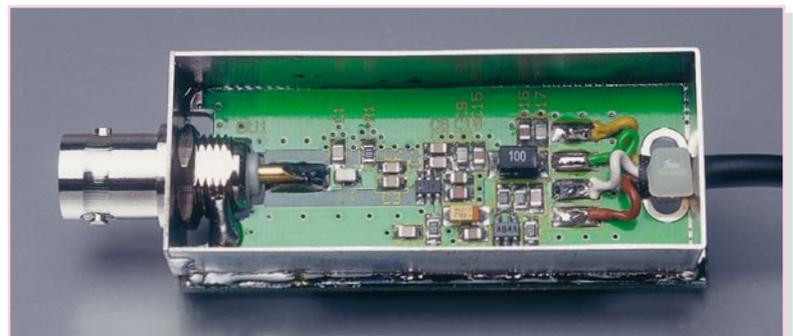
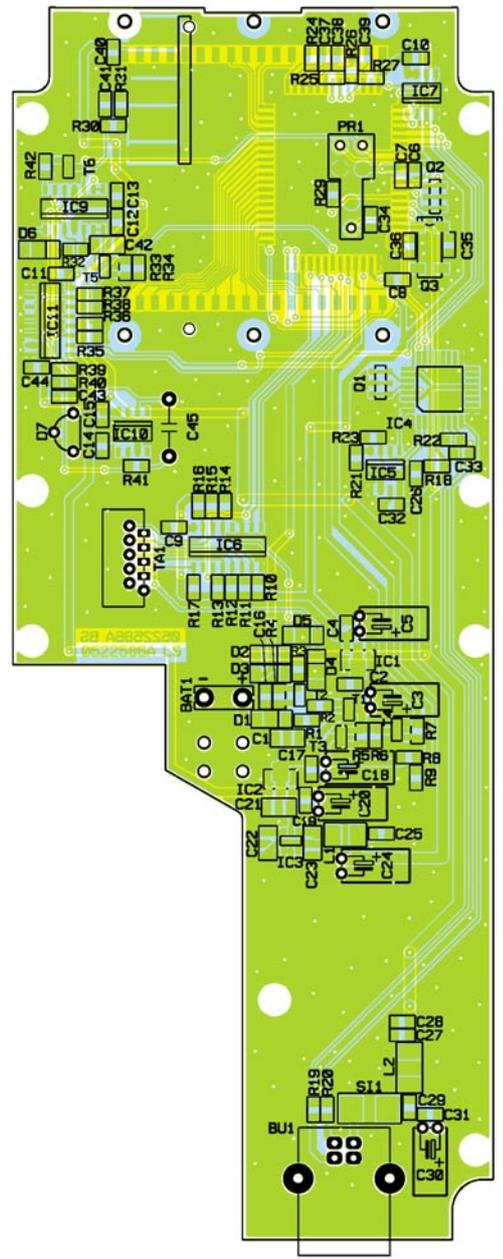
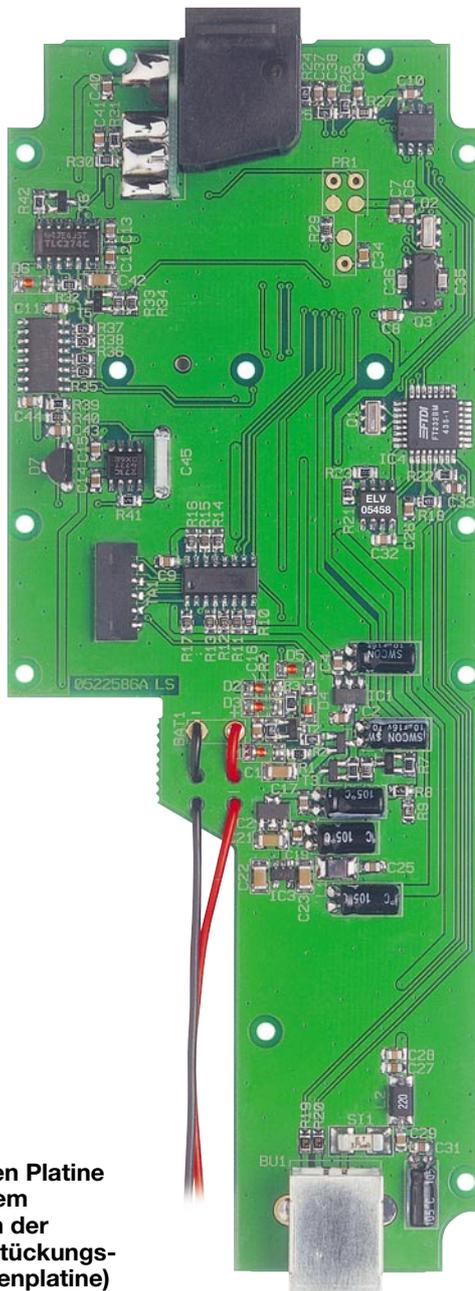
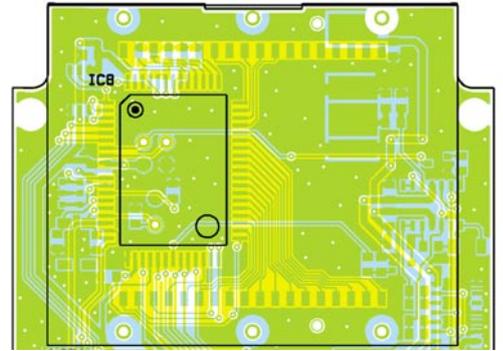
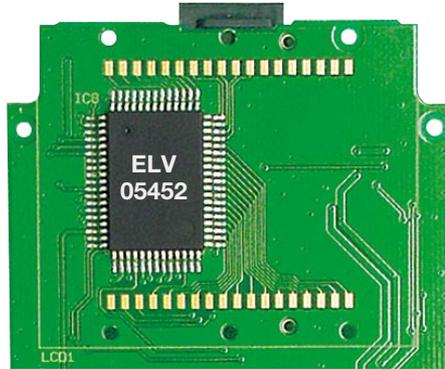
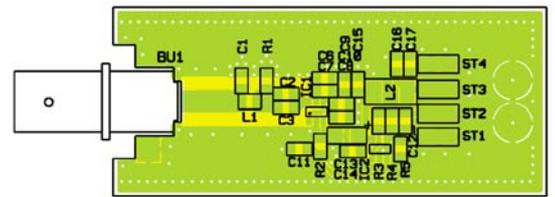
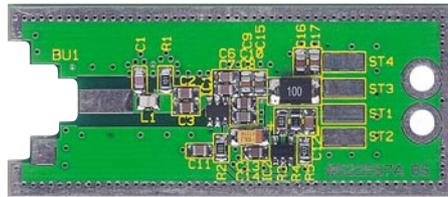


Bild 7: Innenansicht des aufgebauten Sensors

Ansicht der fertig bestückten Platine des Sensors RFP 500-S mit zugehörigem Bestückungsplan



Ansicht der fertig bestückten Platine des RFP 500 mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Lötseite, unten von der Bestückungsseite (mit montierter Buchsenplatine)

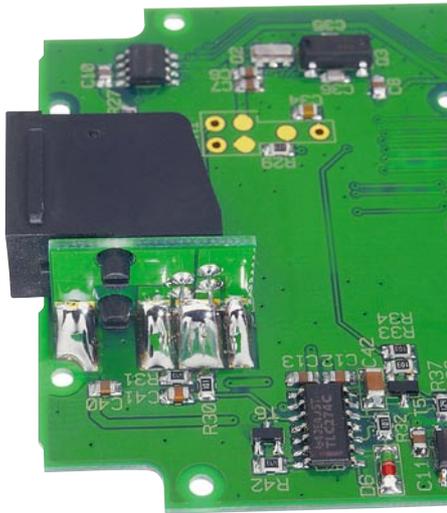
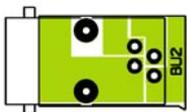


Bild 8: Detailansicht zur Montage der Westernbuchse



Ansicht des Bestückungsplans der Buchsenplatine

Stückliste: HF-Leistungsmesser RFP 500-S Sensoreinheit

Widerstände:

100 Ω/SMD/0805	R1–R3
3,3 kΩ/SMD/0805	R4
4,7 kΩ/SMD/0805	R5

Kondensatoren:

1,8 pF/SMD/0805	C1
33 pF/SMD/0805	C8
330 pF/SMD/0805 ..	C2, C7, C11, C12
1 nF/SMD/0805	C9, C17
47 nF/SMD/0805	C3, C6
100 nF/SMD/0805	C10, C14–C16
10 µF/6,3 V/tantal/SMD	C13

Halbleiter:

LTC5507/SMD	IC1
LMV2011/SMD	IC2

Sonstiges:

SMD-Induktivität, 6,8 nH/0805, 5 %	L1
SMD-Induktivität, 10 µH	L2
BNC-Einbaubuchse	BU1
1 Kabelbinder, 90 mm	
1 Abschirmgehäuse Stirnplatte	
1 Abschirmgehäuse Seitenteil	
1 Abschirmgehäuse Deckel	
1 Typenschild-Aufkleber RFP500-S Sensoreinheit	
7 cm Schrumpfschlauch, ø 68 mm, transparent	
75 cm Telefonkabel mit Western- Modular-Stecker 4P4C	ST1–ST4

Beim Zuziehen des Kabelbinders ist sicherzustellen, dass die äußere Isolierung des Kabels ca. 3 mm durch die Kabelbinderschleufe durchgesteckt ist.

Die folgende Montage des Abschirmbleches beginnt mit dem Einbau der BNC-Buchse in die vordere Stirnplatte. Die Buchse wird von der Innenseite mit Mutter und unterlegter Fächerscheibe fixiert. Zum Anlöten der Stirnplatte wird diese so an die Platine angesetzt, dass sich die abgerundeten Ecken unten befinden und der Mittenanschluss („heißes Ende“) der BNC-Buchse mittig und plan auf dem zugehörigen Löt- und Bestückungsseite an die zugehörigen Lötflächen mit der Massefläche zu verlöten. Erst dann wird der Mittenkontakt der Buchse mit dem entsprechenden Löt- und Bestückungsseite an die zugehörigen Lötflächen mit der Massefläche zu verlöten.

Die Seitenteile des Abschirmbleches bestehen aus einem Stück, das vor dem Verlöten entsprechend abzuwinkeln ist. Die Knickkanten sind dabei als Perforation markiert. An diesen Stellen ist das Blech um 90° U-förmig abzuwinkeln. Beim Aufsetzen des Bleches ist dann darauf zu achten, dass dieses vorne ohne Luftspalt an das Stirnblech anschließt und die hintere Aussparung korrekt über dem Anschlusskabel liegt. Auch hier erfolgt das Anlöten an die Massefläche unter Zugabe von ausreichend Lötzinn. Außerdem sind die Verbindungen zum Stirnblech entsprechend zu verlöten. Sind die Seitenteile so weit montiert, wird der Deckel des Abschirmgehäuses aufgesetzt, jedoch nicht verlötet. Das endgültige Befestigen des Deckels geschieht erst nach der erfolgreichen ersten Inbetriebnahme des Sensors, die im Abschnitt „Inbetriebnahme“ beschrieben ist.

Basiseinheit

Auch bei der Basisplatine mit den Abmessungen 165 x 62 mm, die später ins Handmessgeräte-Gehäuse eingebaut wird, sind die SMD-Komponenten vorbestückt. Hier sind jedoch noch die bedrahteten Bauteile zu bestücken, beginnend mit dem Einbau der Kondensatoren. Zu beachten ist dabei, dass alle Elektrolyt-Kondensatoren unter Beachtung der korrekten Polung und in liegender Position einzulöten sind. Bei der anschließenden Montage der Buchsen ist sicherzustellen, dass diese plan auf der Platine aufliegen, bevor alle Anschlüsse der Buchsen sorgfältig verlötet werden. Im nächsten Schritt der Bestückungsarbeiten wird dann die Referenzdiode D 7 ein-

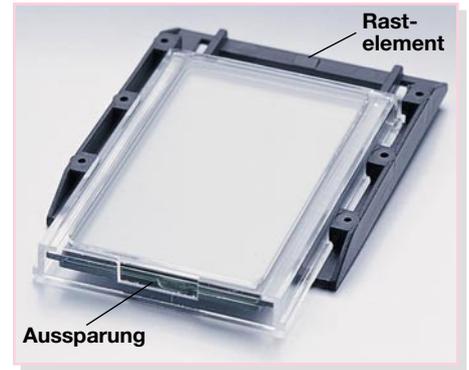


Bild 9: Detailansicht zur Montage des Displays

gelötet. Das Symbol im Bestückungsdruck zeigt dabei die Einbaulage an. Die Leitungen des Batterieclips sind, bevor man sie in den entsprechenden Bohrungen einlötet, zum Zwecke der Zugentlastung durch die zugehörigen Bohrungen unterhalb der Anschlusspunkte zu fädeln. Das Platinenfoto zeigt hier die genaue Kabelführung.

Aus der geringen Höhe des Gehäuses resultiert die Notwendigkeit, die Westernbuchse BU 2 letztlich liegend zu montieren. Daher ist sie wie folgt in ihrer endgültigen Position einzubauen: Die kleine Buchsenplatine, auf der die Buchse BU 2 bereits aufgelötet ist, wird an der durch die Perforation markierten Sollbruchstelle von der Basisplatine abgebrochen. Die Platine mit der eingelöteten Buchse muss nun „auf die Seite gelegt“ und am oberen Platinenrand der Basisplatine exakt an der Ausfräsung ausgerichtet werden. Die Linie im Bestückungsdruck zeigt dabei die exakte Position der Buchsenplatine an. Die Lötflächen auf der Buchsen- und der Basisplatine müssen dabei exakt zueinander ausgerichtet sein. Hier sollte besonders sorgfältig vorgegangen werden, da es sonst Probleme beim späteren Gehäuseeinbau geben kann. Ist die Platine exakt ausgerichtet, erfolgt das Verlöten der Platinen miteinander unter Zugabe von reichlich Lötzinn, damit die Verbindung die im Betrieb auf die Buchse wirkenden mechanischen Kräfte problemlos ableiten kann. Die dann im 90°-Winkel fertig montierte Westernbuchse zum Anschluss des Sensors zeigt Abbildung 8. Damit sind die Lötarbeiten abgeschlossen und es folgt der Gehäuseeinbau.

Zum Einbau des Displays ist zunächst die Schutzfolie vom Displayglas zu entfernen. Anschließend ist das Display in den transparenten Displayträger zu legen, wobei sich die linke Displayseite mit dem Anguss (Nase) an der Seite des Displayträgers mit der entsprechenden Aussparung befinden muss. Als Nächstes ist der Displayrahmen von rechts unter den Displayträger zu schieben. Hierbei muss das Rastelement für die Endposition (wie in

Stückliste: HF-Leistungsmesser RFP 500

Widerstände:

27 Ω/SMD/0805	R19, R20
47 Ω/SMD/0805	R41
100 Ω/SMD/0805	R30, R32
470 Ω/SMD/0805	R18
1,5 kΩ/SMD/0805	R22
2,2 kΩ/SMD/0805	R23
10 kΩ/SMD/0805	R10–R17, R21, R33, R34
22 kΩ/SMD/0805 ...	R2, R6, R29, R40
33 kΩ/SMD/0805	R27
47 kΩ/SMD/0805	R31, R39, R42
100 kΩ/SMD/0805	R4, R24–R26
120 kΩ/SMD/0805	R35–R38
220 kΩ/SMD/0805	R1, R3, R5, R7
390 kΩ/SMD/0805	R9
470 kΩ/SMD/0805	R8

Kondensatoren:

33 pF/SMD/0805	C35, C36
1 nF/SMD/0805	C28, C41
3,3 nF/SMD/0805	C7
10 nF/SMD/0805	C29
33 nF/SMD/0805	C33

100 nF/SMD/0805	C2, C4, C6, C8–C17, C19, C25–C27, C31, C32, C37–C40, C43, C44
220 nF/100 V	C45
470 nF/SMD/0805	C34
1 µF/SMD/1206 ...	C1, C21–C23, C42
10 µF/16 V	C3, C5, C18, C20, C24, C30

Halbleiter:

HT7150/SMD	IC1
HT7550/SMD	IC2
TPS60400/SMD	IC3
FT232BM/SMD	IC4
ELV05458/SMD/EEPROM	IC5
CD4021/SMD	IC6
NX25P10VNI/SMD	IC7
ELV05452/SMD/Prozessor	IC8
TLC274C/SMD	IC9
TLC271/SMD	IC10
CD4052/SMD	IC11
BC858C	T1, T3
BC848C	T2, T4–T6
BAT43/SMD	D1–D6

LM385-2,5 V	D7
LC-Display	LCD1

Sonstiges:

Keramikschwinger, 6 MHz, SMD ...	Q1
Keramikschwinger, 4,19 MHz, SMD	Q2
Quarz, 32,768 kHz, SMD, 6 pF, 20 ppm	Q3
SMD-Induktivität, 22 µH, 250 mA	L1
SMD-Induktivität, 22 µH	L2
9-V-Batterieclip	BAT1
USB-B-Buchse, winkelprint	BU1
Modulare-Einbaubuchse, 4-polig	BU2
Folientastatur, 8 Tasten, selbstklebend	TA1
1 Buchse für Folientastatur, 10-polig	TA1
Sicherung, 375 mA, träge, SMD ...	SI1
2 Leitgummis	
1 Universal-Messgeräte-Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt	

Abbildung 9 gezeigt) unbedingt auf der rechten Seite sein. In die so vorbereitete Einheit sind nun die beiden Leitgummis einzulegen. Das Ganze wird dann mit fünf selbstschneidenden Schrauben der Größe 2,0 x 6 mm auf der Basisplatte verschraubt.

In die Folientastatur ist vor dem sorgfältigen Einkleben in die obere Halbschale die Tastaturbeschriftung einzuschieben. Anschließend sind die Schutzfolien von beiden Seiten zu entfernen. Beim Aufkleben der Tastatur muss zugleich das Anschlusskabel durch den Schlitz unter dem Tastaturfeld in das Gehäuseinnere gefädelt werden.

Im nächsten Arbeitsschritt wird das Ende der Flachbandleitung in das mit TA 1 bezeichnete Gegenstück auf der Basisplatte gesteckt und die Platine dann gemeinsam mit der aufgesetzten oberen und unteren Stirnplatte in das Gehäuse eingelegt. Zum Festschrauben der Platinen dienen acht selbstschneidende Schrauben der Größe 2,2 x 5 mm. Der Aufbau des Basisgerätes wird durch das Aufsetzen der unteren Halbschale und Verschrauben mit vier selbstschneidenden Schrauben 2,5 x 8 mm abgeschlossen. Hierbei ist gleichzeitig der Batterieclip in das Batteriefach zu führen.

Inbetriebnahme und Gehäuseendmontage

Da das Gerät keine internen Abgleichpunkte enthält, beschränkt sich die Inbetriebnahme auf einen Funktionstest. Dazu ist die Batterie einzulegen und der Sensor

mit dem Westernstecker an die zugehörige „Sensor“-Buchse anzuschließen. Dann kann das Gerät, wie bereits im ersten Teil des Artikels im Abschnitt „Bedienung“ beschrieben, eingeschaltet werden.

Das Gerät zeigt zunächst einen nicht näher definierten „Messwert“. Um den Sensor an das Basisgerät „anzulernen“, ist zunächst ein Nullpunktgleich (Funktion „Zero/Ref.“) durchzuführen. Dabei darf kein HF-Signal am Mess-Eingang des Sensors anliegen. Nun zeigt das Messgerät typischerweise „----“ als Zeichen für einen Messwert <-34 dBm an.

Die Funktionsprüfung erfolgt dann mit einem HF-Signal im Frequenzbereich von 1 MHz bis 1 GHz und einem Pegel im Bereich von -34 dBm bis +14 dBm. Idealerweise nimmt man dazu ein Signal mit 0 dBm Leistung und einer Frequenz von z. B. 10 MHz, da sich mit einem solchen Signal auch gleich eine Kalibrierung durchführen lässt.

Nach dem Anschließen des Kalibrier-

signals muss das Messgerät zunächst einen Messwert im Bereich von 0 dBm (± der angegebenen Genauigkeit) anzeigen.

Nach der Kalibrierung (2. Bedienebene der „Zero/Ref.“-Funktion, siehe Abschnitt „Bedienung“) muss das Signal dann einen Messwert von 0 dBm ± 0,1 dBm anzeigen.

Hat das Gerät seine korrekte Funktion gemäß obiger Beschreibung gezeigt, ist nur noch der Deckel des Sensorgehäuses zu befestigen. Dazu ist zunächst das Typenschild des RFP 500-S auf den Deckel des Abschirmgehäuses aufzukleben. Danach wird der Deckel durch das Umschrumpfen des gesamten Sensors mit dem transparenten Schrumpfschlauch fixiert und die Sensorplatte mechanisch geschützt. Wie der fertig aufgebaute Sensor letztlich aussehen muss, ist in Abbildung 10 dargestellt.

Somit ist der HF-Leistungsmesser nun für den allgemeinen Mess-Einsatz bereit und kann einem umfassenden Funktionstest unterzogen werden. 



Bild 10: Ansicht des fertigen Sensors