



ROHDE & SCHWARZ

Test and Measurement
Division

Service Manual

SIGNALGENERATOR

SML01

1090.3000.11

SML02

1090.3000.12

SML03

1090.3000.13

*Volume 2
Service manual consists of 2 volumes*

Printed in the Federal
Republic of Germany

Tabbed Divider Overview

Safety Instructions
Certificate of Quality
Support Center Address
List of R&S Representatives

VOLUME 1

Basic Documents

Testing and Repair of Modules

Mainboard Tabbed Divider 1

VOLUME 2

Testing and Repair of Modules

Front Assembly Tabbed Divider 2

Attenuator Tabbed Divider 3

Switching Power Supply Tabbed Divider 4

Reference Oscillator OXCO - Option SML-B1 Tabbed Divider 5

Pulse Modulator - Option SML-B3..... Tabbed Divider 6

Output Unit Tabbed Divider 7



ROHDE & SCHWARZ

Serviceunterlagen

Frontmodul

1104.1409.12

ENGLISH SERVICE MANUAL FOLLOWS FIRST COLOURED DEVIDER

Printed in the Federal
Republic of Germany

Inhaltsverzeichnis

2 Frontmodul.....	2.1
2.1 Ausbau des Frontmoduls	2.2

2 Frontmodul

Das Frontmodul enthält die Tastatur, den Drehgeber und das Display mit DC/AC-Wandler für die Beleuchtung. An der Frontplatte befinden sich außerdem der HF- bzw. RF-Ausgang und zwei BNC-Buchsen (MOD, LF).

Tastatur, Drehgeber und Display werden direkt vom Mainboard aus angesteuert (Stecker X119, X118 und X117). Auch der DC/AC-Wandler für die Display-Beleuchtung wird von Mainboard aus versorgt (Stecker X116). Hinweise für die Fehlersuche und die Schnittstellenbeschreibungen finden Sie in den Serviceunterlagen zum Mainboard. Alle Komponenten enthalten keine Abgleichpunkte und müssen im Fehlerfall ausgetauscht werden.

2.1 Ausbau des Frontmoduls

**Achtung!**

Befolgen Sie bitte genau die Anweisungen der folgenden Abschnitte, damit eine Beschädigung des Geräts oder eine Gefährdung von Personen vermieden wird. Beachten Sie bitte auch die allgemeinen Sicherheitshinweise am Anfang dieses Handbuchs.

Zum Ausbau des Frontmoduls verfahren Sie wie folgt:

Öffnen des Geräts

- Das Gerät hochkant auf die beiden Griffe stellen, die vier Schrauben in den Gerätefüßen lösen.
Die Gerätefüße lassen sich nun entfernen.
- Den Gehäusetubus vorsichtig nach oben abziehen.
Das Gerät ist jetzt offen.

Frontmodul ausbauen

- Griffe seitlich an der Frontplatte abschrauben (je zwei Schrauben).
- Frontblende abziehen.
- Je drei Schrauben oben und unten im Frontrahmen lösen. Schraube links oben neben HF-Ausgang entfernen.
- Alle Kabel vorsichtig abnehmen.
Das Frontmodul ist jetzt frei und kann herausgezogen werden.

Frontmodul einbauen

- Schritte in umgekehrter Reihenfolge wie oben beschrieben ausführen.



ROHDE & SCHWARZ

Service Documents

Front Assembly

1104.1409.12

Printed in the Federal
Republic of Germany

SML**Front Assembly**

Contents

2 Front Assembly.....	2.1
2.1 Removing the Front Assembly.....	2.2

2 Front Assembly

The Front Assembly contains the keyboard, the spinwheel and the display with DC/AC converter for the illumination. Besides, the front panel accommodates the RF output and four BNC connectors. Three of these connectors are modulation inputs (EXT1, EXT2, PULSE). The forth connector is the input EXT ALC for the external level control.

Keyboard, spinwheel and display are directly controlled from Mainboard A (connector X119, X118 and X117). The DC/AC converter for the display illumination is also supplied from Mainboard A (connector X116). Information on troubleshooting and the interface descriptions are to be found in the service documents of Mainboard A. All the components do not include any trimming facilities and must be replaced in the case of an error.

2.1 Removing the Front Assembly

**Caution!**

Make sure to follow the instructions given in the following paragraphs in order not to cause damage to the instrument or endanger anybody. Please also observe the general safety instructions at the beginning of this manual.

For removing the front module proceed as follows:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| Opening the instrument | <ul style="list-style-type: none">➤ Put the instrument on end on both handles, ie loosen four screws in the instrument feet.
The feet can now be removed.➤ Carefully lift off the instrument tube.
The instrument is now open. |
| Removing the front module | <ul style="list-style-type: none">➤ Unscrew the handles on the side of the front panel (two screws each).➤ Pull off the front panel.➤ Loosen three screws both at the top and bottom of the front frame. Remove the screw at the top left next to the RF output.➤ Carefully take off all cables.
The front module can now be pulled out. |
| Replacing the front module | <ul style="list-style-type: none">➤ Perform the steps in the reverse order to the procedure described above. |



ROHDE & SCHWARZ

Serviceunterlagen

Elektrische Eichleitung 1.1 GHz

1090.3700.02

ENGLISH SERVICE MANUAL FOLLOWS FIRST COLOURED DEVIDER

Printed in the Federal
Republic of Germany

Inhaltsverzeichnis

3 Elektrische Eichleitung 2.2 GHz.....	3.1
3.1 Funktionsbeschreibung.....	3.1
3.1.1 Dämpfungsglieder	3.1
3.1.2 Schalteransteuerung	3.1
3.1.3 Überspannungsschutz.....	3.1
3.1.4 Temperaturmessung	3.2
3.1.5 Diagnose	3.2
3.1.6 Korrekturdatenspeicher	3.2
3.1.7 Ansteuerlogik.....	3.2
3.2 Ausbau der Elektrischen Eichleitung 2.2 GHz.....	3.3
3.3 Meßgeräte und Hilfsmittel.....	3.4
3.4 Messaufbau	3.5
3.4.1 Grundkalibrierung	3.5
3.5 Fehlersuche.....	3.5
3.5.1 Lage der Testpunkte	3.6
3.5.2 Selbsttest.....	3.6
3.5.3 Ausgabe des Fehlerstatus.....	3.6
3.5.4 Fehler 1: Eichleitung wird nicht erkannt	3.7
3.5.5 Fehler 2: Frequenzgang außerhalb der Toleranz.....	3.7
3.5.6 Fehler 3: Ausgangspegel ist grob fehlerhaft.....	3.8
3.6 Prüfen und Abgleichen	3.11
3.6.1 Prüfen der Dämpfungseinstellung	3.11
3.6.2 Prüfen des Ausgangsreflexionsfaktors.....	3.11
3.6.3 Überspannungsschutz.....	3.11
3.7 Externe Schnittstellen	3.12

Index

A

Ansteuerlogik.....	2
Ausbau	3, 4

D

Dämpfungseinstellung	10
Dämpfungsglieder	1
Datenspeicher	2
Diagnose	2

E

Externe Schnittstellen	12
------------------------------	----

F

Fehlersuchdiagramm	9
Fehlersuche.....	5
Funktionsbeschreibung.....	1

M

Meßaufbau	5
-----------------	---

Ö

Öffnen der Baugruppe	3
----------------------------	---

P

Prüfen.....	11
-------------	----

S

Schalteransteuerung.....	1
--------------------------	---

T

Temperaturmessung.....	2
------------------------	---

Ü

Überspannungsschutz	1
---------------------------	---

3 Elektrische Eichleitung 2.2 GHz

Die Baugruppe Elektrische Eichleitung 2.2 GHz erlaubt im Frequenzbereich 9 kHz bis 2.2 GHz eine Dämpfungsvariation im Bereich 0 bis 125 dB in 5 dB-Stufen.

3.1 Funktionsbeschreibung

Die Baugruppe Elektrische Eichleitung 2.2 GHz besteht aus den elektronisch umschaltbaren Dämpfungsgliedern, Schalteransteuerung, Überspannungsschutz, Temperaturmessung, Diagnoseteil, Korrekturdatenspeicher und Ansteuerlogik (siehe Stromlauf 1090.3700.02 S, Bl.-Nr. 1).

3.1.1 Dämpfungsglieder

Funktion Dämpfungseinstellung 0 bis 125 dB in 5 dB-Stufen.

Eigenschaften Die Abstufung der Dämpfungsglieder in 5, 10, 15, 30, 40 dB gestattet die Dämpfungseinstellung im Bereich 0 bis 125 dB mit 5 dB-Auflösung. Die Dämpfungsglieder sind in 5 Gruppen zusammengefaßt und mit GaAs-Schaltern geschaltet.

3.1.2 Schalteransteuerung

Funktion Aufbereitung der Steuersignale für die GaAs-Dämpfungsschalter.

Eigenschaften Umwandlung der gespeicherten Einstelldaten mit logischem LV-Pegel in entsprechend verknüpfte symmetrische Steuerspannungen für GaAs-Schalter. Die Steuerspannungen sind abhängig vom eingestellten Dämpfungswert aufbereitet.

3.1.3 Überspannungsschutz

Funktion Abschalten des HF-Ausgangs bei einer Überlastung der Eichleitung, falls externes Signal unzulässiger Größe am Ausgang der Eichleitung eingespeist wird.

Eigenschaften Nach einer Überschreitung des eingestellten Grenzwertes (Typ. 20 dBm) wird über die Gleichrichterausgänge DET1 (2, 3) und Komparatoren U3, bzw. U4 das Flip-Flop D1 aktiviert und der Störszustand gespeichert. Über die logische Verknüpfung am D8 wird das Relais K1 ausgeschaltet und damit auch das Störsignal. Gleichzeitig wird Interrupt *MI_OVRL* an der Schnittstelle X301.17 ausgegeben. Während der Reaktionszeit der Schutzschaltung wird das Störsignal durch V4+V5 auf einen zulässigen Wert begrenzt. Nach Beseitigung der Störungsursache muß D1 durch positiven Impuls an der Leitung *OL_CLEAR* wieder in den normalen Zustand versetzt werden (bei SML bewirkt HF-ON den notwendigen Reset). Beim Einschalten des Gerätes wird durch die Zeitkonstante R247+C161 der HF-Ausgang definiert ausgeschaltet. Das erste Einschalten des Relais K1 nach 'Power_On' wird nicht zu den registrierten Überlastungsvorgängen gezählt.

3.1.4 Temperaturmessung

Funktion	Die Temperaturmessung dient der Temperaturkorrektur der Dämpfungsdaten der Eichleitung.
Eigenschaften	Die Differenz der aktuellen Temperaturspannung <i>D_TEMP</i> und der Ausgangsspannung <i>D_MEM</i> des D/A-Wandlers wird vom Fensterkomparator U2 überwacht. Der gesetzte Interrupt <i>MI_TEMP</i> am X301.19 signalisiert Bedarf einer Aktualisierung der Dämpfungsdaten durch veränderte Temperatur der Baugruppe. Durch die Korrektur der Einstellung des D/A-Wandlers (U1+N6) wird die aktuelle Temperaturspannung <i>D_TEMP</i> mit der Ausgangsspannung des D/A-Wandlers <i>D_MEM</i> kompensiert und der Interrupt <i>MI_TEMP</i> gelöscht. Bei reduzierten Anforderungen kann die Ausgabe des Interrupts über <i>TMESS_ON</i> (=0) unterdrückt werden.

3.1.5 Diagnose

Funktion	Bestimmung der Spannungswerte an den signifikanten Diagnosestellen der Eichleitung.
Eigenschaften	Die Auswahl der Diagnosestellen und Ausgabe der Meßwerte an der Schnittstelle X301.18 (<i>V_DIAG</i>) wird über den programmierbaren Analogmultiplexer D4 getroffen.

3.1.6 Korrekturdatenspeicher

Funktion	Identifikation der Baugruppe.
Eigenschaften	Der Datenspeicher enthält Daten zur Baugruppenidentifikation, Statistik- und Servicedaten sowie Korrekturdaten der Baugruppe und vereinfacht dadurch den Baugruppenaustausch. Die Kommunikation mit dem Korrekturdatenspeicher D13 erfolgt über die serielle Schnittstelle X301.14(<i>EEDATA</i>), X301.16(<i>EECLK_N</i>), selektiert über X301.11 (<i>MS_ATTEN_N</i>).

3.1.7 Ansteuerlogik

Funktion	Kommunikation mit der Gerätesteuerung über seriellen Datenbus.
Eigenschaften	Die Ansteuerlogik wandelt die seriellen Einstelldaten <i>SERDATA_N</i> (X301.13) parallel um und speichert sie auf der Baugruppe. Im Register D10 sind Einstelldaten der Dämpfungsschalter, im Register D11 sind Einstelldaten des DAC und im Register D12 sind Einstelldaten für Diagnose und Überspannungsschutz abgelegt. Die Kommunikation mit der Baugruppe erfolgt über die serielle Schnittstelle X301.13 (<i>SERDATA_N</i>), X301.15 (<i>SERCLK_N</i>), X301.12(<i>STROBE_N</i>). Die Baugruppe wird über X301.11 (<i>MS_ATTEN_N</i>) selektiert. Nach der Übertragung eines 24 Bit-Datenwortes werden die Daten mit <i>STROBE_N</i> in den Registerspeicher als gültige Einstellung übernommen (Bild 3-1).

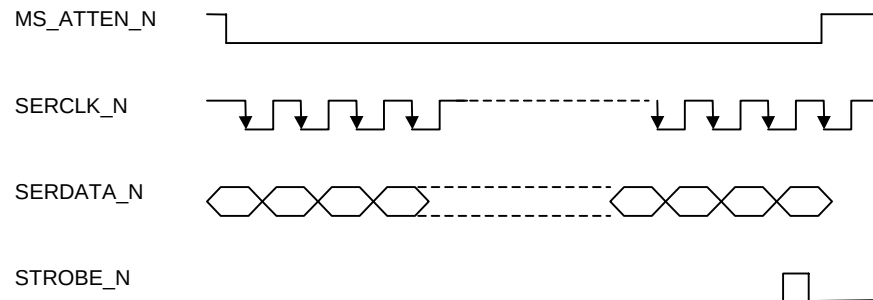


Bild 3-1 Eichleitungsprogrammierung, Zeitablauf an der Schnittstelle X301.

3.2 Ausbau der Elektrischen Eichleitung 2.2 GHz



Achtung!

Befolgen Sie bitte genau die Anweisungen der folgenden Abschnitte, damit eine Beschädigung des Geräts oder eine Gefährdung von Personen vermieden wird. Beachten Sie bitte auch die allgemeinen Sicherheitshinweise am Anfang dieses Handbuchs.

Zum Öffnen der Eichleitung 2.2. GHz verfahren Sie wie folgt:

- | | |
|---------------------|--|
| Öffnen des Gerätes | <ul style="list-style-type: none"> ➤ SML hochkant auf die beiden Griffe stellen und die vier Schrauben in den Gerätefüßen lösen.
Die Gerätefüße lassen sich nun entfernen. ➤ Den Gehäusetubus vorsichtig nach oben abziehen.
Das Gerät ist jetzt offen. |
| Baugruppen ausbauen | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Flachbandkabel W301 zur Baugruppe lösen. ➤ Die Befestigungsschrauben zum Trägerblech lösen. ➤ Beide SMA Schraubverbindungen W303, W106 lösen.
Die Baugruppe kann entnommen werden. |
| Baugruppe öffnen | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Die Befestigungsschrauben des Schirmdeckels lösen und den Schirmdeckel abnehmen. ➤ Bemerkung: Der Test der Schaltspannungen der GaAs-Schalter kann beim abgenommenen oberen Schirmdeckel (Bestückungsseite) ohne Ausbau der Baugruppe vorgenommen werden. |
| Baugruppen einbauen | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Schritte in umgekehrter Reihenfolge wie oben beschrieben durchführen.
Die SMA Schraubverbindung W303 am Ausgang der Baugruppe muß vor dem Anziehen der Befestigungsschrauben zum Trägerblech angezogen werden. |

Die in der folgenden Tabelle aufgelisteten Geräte sind zum Prüfen der Baugruppe Elektrische Eichleitung 2.2 GHz erforderlich.

3.3 Meßgeräte und Hilfsmittel

Tabelle 3-1 Elektrische Eichleitung 2.2. GHz – Hilfsmittel

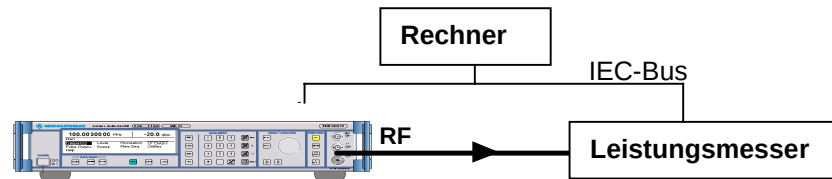
Pos.	Geräteart, Hilfsmittel	Erforderliche Eigenschaften	Geeignetes R&S-Gerät	Bestell-Nr.	Anwendung
1	Digitalmultimeter	1 mV ... 100 V 0,1 mA ... 1 A			Fehlersuche
2	Speicheroszilloskop	DC-100 MHz, <0,1V/Div, 2 Kanäle			Fehlersuche
3	Servicekitt		SML-Z22	1090.5203.02	Fehlersuche
4	Servicehandbuch SML (D)			1090.3123.xx	Prüfen und Abgleichen
5	Bestückungsplan			1090.3700.01 D	Fehlersuche
6	Stromlauf			1090.3700.01 S	Fehlersuche
7	Leistungsmesser	9 kHz ... ≥ 2200 MHz	NRVS mit NRV-Z51	1020.1809.02 857.9004.02	Pegelgenauigkeit
8	Präzisionseichleitung	9 kHz ... ≥ 2200 MHz Dämpfung 0 ... 125 dB Z = 50 Ω	RSP	0831.3515.02	Pegelgenauigkeit
9	VSWR-Meßbrücke	1 MHz ... ≥ 2200 MHz Richtschärfe > 40 dB	ZRC	1039.9492.55/52	Ausgangsreflexionsfaktor
10	Steuerrechner	Schnittstelle IEC-625-1			Pegelgenauigkeit
11	Steuergerät für Eichleitung		SML	1090.3000.xx	Alle

3.4 Meßaufbau

3.4.1 Grundkalibrierung

Meßmittel Leistungsmesser (Tabelle Meßgeräte und Hilfsmittel, Pos. 7)
 Steuerrechner (Tabelle Meßgeräte und Hilfsmittel, Pos. 10)

Meßaufbau



3.5 Fehlersuche

Kurze Einleitung zur Fehlersuche auf der Elektrischen Eichleitung 2.2 GHz.

Die Fehler können auf der Basis des SML-Fehlerstatus-Reports und mit Hilfe des Servicekits SML-Z22 im Grundgerät SML lokalisiert werden. Im Menüpunkt 'Direct Mode' können auch komplizierte Einstellungen an der Eichleitung vorgenommen werden. Bei der Fehlerdiagnose ist zu beachten, daß mehrere Fehler eventuell eine gemeinsame Ursache haben können (z. B. kein Signal am HF-Ausgang).

Die DC-Spannungen an den im Schaltplan der Eichleitung, Blatt 4, angegebenen Diagnosepunkten D_XXX (z. B. D_TEMP) können im Display des SML angezeigt werden. Für die Eichleitung (SML-Modul 6) ist ein Diagnosetestbereich 600-605 reserviert. Hierzu wird im Untermenü Utilities/Diag/Tpoint die Diagnose-Anzeige aktiviert (**State On**) und der gewünschte Diagnosepunkt (siehe Tabelle 3-2) eingegeben.

Tabelle 3-2 Auswahl der Diagnosepunkte

Adresse	Diagnosepunkt
600	D_OFFSET
601	D_TEMP
602	D_DIFF
603	D_MEM
604	D_REF
605	D_RFOUT

Mit Hilfe des Servicekits SML-Z22 kann die Baugruppe schnell getestet werden. Für den Funktionstest ist im Hauptmenü die Option 'Check / ATT2' zu wählen. Die Testergebnisse werden im Testprotokoll festgehalten und zusätzlich im Blockschaltbild graphisch dargestellt.

Im Menü 'Direct Mode / Modules & Options / Att2 / Direct Mode ATT2' können auch gezielte Einstellungen (Tabelle 3-3) an der Eichleitung bei der Fehlersuche vorgenommen werden.

Tabelle 3-3 Einstellungen im Menü 'Direct Mode ATT2'.

Menüpunkt	Wertebereich	Funktion
TEMP	0, 1,..., 255	DAC-Einstellung für die Temperaturkompensation
OFFS2_N	0 / 1 (s.Tabelle 3-4)	Offsetschalter für SW6 / SW6_N, SW7_X / SW7_N_X
SWI	0, 1, ... (s. Tabelle 3-4)	Dämpfungseinstellung
TMESS_ON	0 / 1	Abschalten des Interrupts MI_TEMP
OFFS1_N	0 / 1 (s. Tabelle 3-4)	Offsetschalter für SW7 / SW7_N

3.5.1 Lage der Testpunkte

Die Diagnosetestpunkte befinden sich auf der unteren Seite (A-Seite im Bestückungsplan) der Eichleitung. Die genaue Position der Testpunkte (Bauelementanschluß) ist aus dem Bestückungsplan 1090.370.01 D ersichtlich.

Für die RF-Signalverfolgung und den Test der Steuerspannungen der GaAs-Schalter ist der Zugang zu der Bestückungsseite (B-Seite im Bestückungsplan) nach Abnahme des oberen Schirmdeckels ausreichend.

3.5.2 Selbsttest

Nach dem Einschalten des SML werden Selbsttestmessungen durchgeführt. Ein fehlerhafter Selbsttestparameter führt zur Ausgabe einer Warnung 'Err.....' im Display. Eine Kurzinformation über die Ursache der Warnung, den Fehlerstatus, kann mit der Taste 'ERROR' abgerufen werden. Weitere Informationen über den Zustand der Baugruppe können im Menü **Utilities/Diag/Tpoint** abgerufen werden.

3.5.3 Ausgabe des Fehlerstatus

Der vollständige Fehlerstatus kann über die Fernbedienungsschnittstellen des SML (RS-232-C oder IEC-Bus-Schnittstelle) abgefragt werden. Die Grundsätze der SML-Fernbedienung sind im Betriebshandbuch SML, Kapitel 5 zusammengefaßt.

Fehlerstatus-Abfrage: **"STAT:ERR?"**

3.5.4 Fehler 1: Eichleitung wird nicht erkannt

Fehlerbeschreibung	Fehlermeldung nach dem Einschalten des SML: <i>Module (6/ATT) Missing Data Block</i> <i>6 / ATTENUATOR HEADER</i> <i>10601 / FREQ DATA ATT</i>
Meßaufbau	SML über externe Schnittstelle am PC angeschlossen. Eichleitung aus dem SML ausgebaut und über W106 und Flachbandkabel W301 am SML angeschlossen.
Fehlerursache	Kommunikation mit Datenspeicher der Eichleitung ist gestört. Flachbandkabel W301 möglicherweise defekt oder die Daten /EEPROM sind fehlerhaft. ➤ In der Selbsttestphase nach dem Einschalten des SML, das Signal an X301.15 und X301.16, während am X301.11 log. 'L' angelegt ist (Eichleitung selektiert, vgl. Bild 3-1), mit Speicheroszilloskop prüfen. Signal eventuell bis D13 (Datenspeicher, Stromlaufblatt 2) verfolgen.
Fehlerbehebung	➤ Defektes Flachbandkabel ersetzen. ➤ Fehlende Daten müssen neu aufgenommen werden (nur im Werk oder in Servicestellen mit Spezialausrüstung möglich). Fehlerhafte Baugruppe ersetzen. ➤ Grundkalibrierung mit dem Servicekitt SML-Z22 (Menüpunkt 'Calibrate-External-Level Correction') vornehmen.

3.5.5 Fehler 2: Frequenzgang außerhalb der Toleranz

Fehlerbeschreibung	➤ Pegel prinzipiell in Ordnung, Frequenzgang zu groß.
Fehlerursache	➤ Korrekturdatensatz fehlerhaft.
Fehlerbehebung	➤ Pegelkorrekturwerte der Eichleitung müssen neu aufgenommen werden (nur im Werk oder in Servicestellen mit Spezialausrüstung möglich). Baugruppe ersetzen und die Grundkalibrierung mit dem Servicekitt SML-Z22 (Menüpunkt 'Calibrate-External-Level Correction') vornehmen.

3.5.6 Fehler 3: Ausgangspegel ist grob fehlerhaft

Fehlerbeschreibung	➤ Kein Pegel am RF-Ausgang oder grobe Pegelfehler.
Messaufbau	➤ Eichleitung am SML angeschlossen. Steuergerät (PC) am SML angeschlossen. ➤ Für die RF-Signalverfolgung und Test der Steuerspannungen der GaAs-Schalter ist Ausbau des oberen Schirmdeckels ausreichend. ➤ Leistungsmeßgerät an der RF-Ausgangsbuchse angeschlossen.
Fehlersuche	➤ Mit Hilfe des Testprogramms im Servicekitt SML-Z22, Menüpunkt <i>CHECK/ATTENUATOR</i>, die Eichleitung prüfen. Die Prüfergebnisse geben Anhaltspunkte über die Funktion der GaAs-Schalter. ➤ SML-Ausgangssignal 10 dBm, 100 MHz einstellen (<i>Direct Mode</i>). ➤ Die Fehlersuche an Hand des Flußdiagramms in Bild 3-2 und des Stromlaufs vornehmen. Die Schalterstellungen können im Menü '<i>Direct Mode / Modules & Options / Att2</i>' entsprechend Tabelle 3-4 eingestellt und die resultierenden Hardware-Reaktionen kontrolliert werden. Der logische Wert 0 entspricht der Schalterstellung des Dämpfungspfad mit der kleineren Dämpfung. Die Steuerspannungen (SWx/SWx_N) der GaAs-Schalter müssen im Bereich $SWx \geq 0V$ ($\leq -4.5 V$)/$SWx_N \leq -4.5 V$ ($\geq 0 V$) liegen.
Fehlerbehebung	➤ a) Ein Fehler im Bereich der Schaltersteuerung (außerhalb der dämpfungsmaßgebenden Pfade ohne Einfluß auf die HF-Eigenschaften) kann ohne Kalibrierung vor Ort behoben werden. ➤ b) Fehler im HF-Zweig. Fehlerhafte Baugruppe ersetzen. Nach der Reparatur müssen Pegelkorrekturwerte neu aufgenommen werden (nur im Werk oder Servicestellen mit Spezialausrüstung möglich). ➤ Grundkalibrierung mit dem Servicekitt SML-Z22 (Menüpunkt '<i>Calibrate-External-Level Correction</i>') vornehmen.

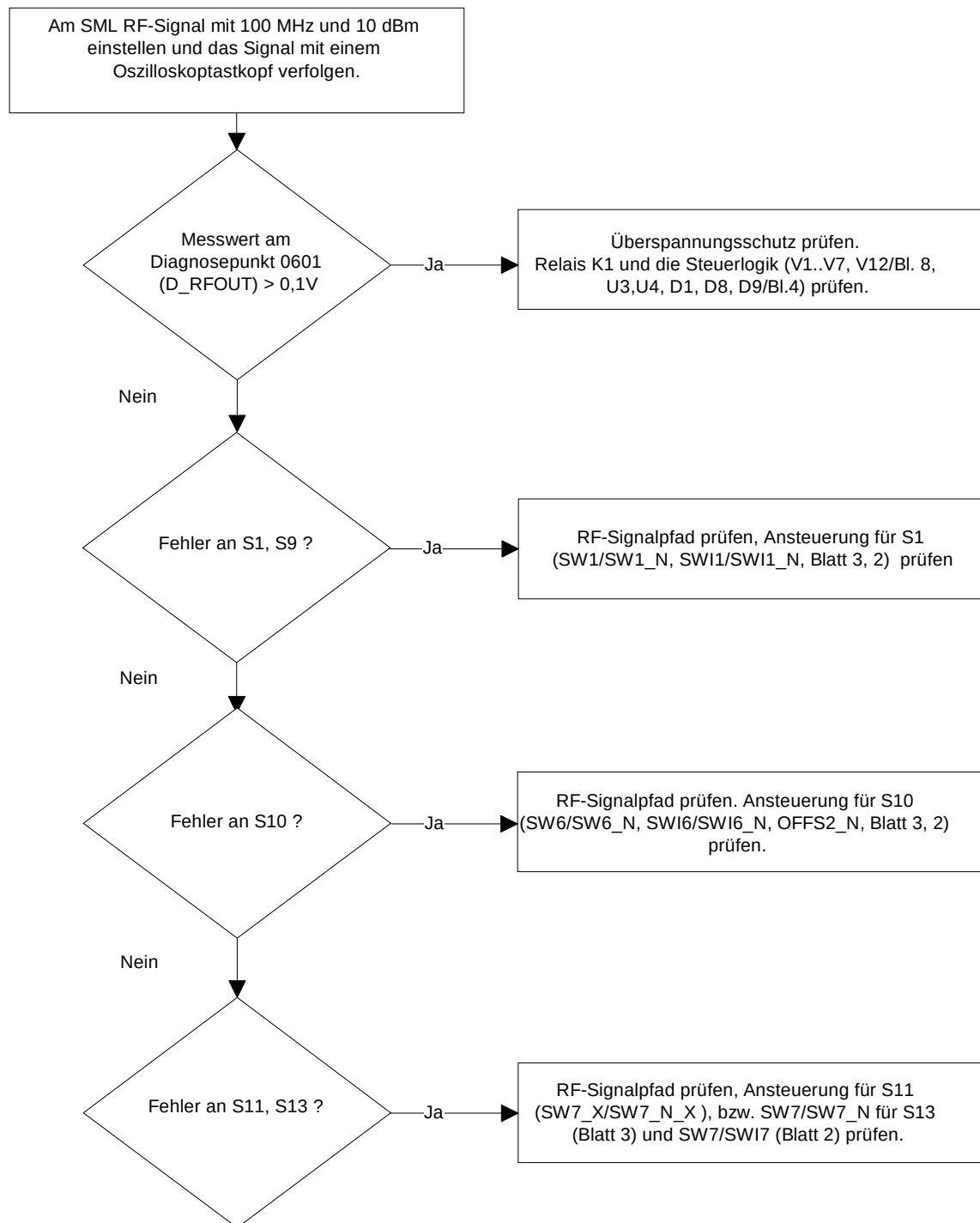


Bild 3-2 Fehlersuchdiagramm

Elektrische Eichleitung 2.2 GHz**SML**

Tabelle 3-4 Servicekitt SML-Z22, Dämpfungseinstellung.

Dämpfungs- stufe /dB	Ausgangs- pegelbereich @ X303 /dB	SWI1	SWI2	SWI3	SWI4	SWI5	SWI6	SWI7	Einstellwert SWI	OFFS2_N	OFFS1_N
0	> 5	0	0	0	0	0	0	0	00h	0	0
5	5 ... > 0	1	0	0	0	0	0	0	01h	0	0
10	0 ... >-5	1	1	0	0	0	0	0	03h	0	0
15	-5 ... >-10	1	1	1	0	0	0	0	07h	0	0
20	-10 ... >-15	1	0	0	1	0	0	0	09h	0	1
25	-15 ... >-20	1	1	0	1	0	0	0	0Bh	1	1
30	-20 ... >-25	1	1	1	1	0	0	0	0Fh	1	1
35	-25 ... >-30	1	0	0	1	1	0	0	19h	1	1
40	-30 ... >-35	1	1	0	1	1	0	0	1Bh	1	1
45	-35 ... >-40	1	0	0	0	0	0	1	41h	0	1
50	-40 ... >-45	1	1	0	0	0	0	1	43h	0	1
55	-45 ... >-50	1	1	1	0	0	0	1	47h	0	1
60	-50 ... >-55	1	0	0	1	0	0	1	49h	1	1
65	-55 ... >-60	1	1	0	1	0	0	1	4Bh	1	1
70	-60 ... >-65	1	1	1	1	0	0	1	4Fh	1	1
75	-65 ... >-70	1	0	0	1	1	0	1	59h	1	1
80	-70 ... >-75	1	1	0	1	1	0	1	5Bh	1	1
85	-75 ... >-80	1	0	0	0	0	1	1	61h	0	1
90	-80 ... >-85	1	1	0	0	0	1	1	63h	0	1
95	-85 ... >-90	1	1	1	0	0	1	1	67h	0	1
100	-90 ... >-95	1	0	0	1	0	1	1	69h	1	1
105	-95 ... >-100	1	1	0	1	0	1	1	6Bh	1	1
110	-100 ... >-105	1	1	1	1	0	1	1	6Fh	1	1
115	-105 ... >-110	1	0	0	1	1	1	1	79h	1	1
120	-110 ... >-115	1	1	0	1	1	1	1	7Bh	1	1
125	-115 ... >-120	1	1	1	1	1	1	1	7Fh	1	1

Die Einstellungen werden im D10, OFFS1_N wird im D12.12, gespeichert.

3.6 Prüfen und Abgleichen

Die Baugruppe enthält keine Abgleichelemente, die Prüfung erfolgt zusammen mit dem SML nach BHB Abschnitt 10, Performance Test – Pegel. Die Kalibrierung der Baugruppe ist nur im Werk oder in den Servicestellen mit Spezialausrüstung möglich.

3.6.1 Prüfen der Dämpfungseinstellung

Die Prüfung wird mit einem SML nach der Grundkalibrierung mit der geprüften Eichleitung gemäß BHB Abschnitt 10, Performance Test /Pegelfrequenzgang und /Pegellinearität, vorgenommen.

3.6.2 Prüfen des Ausgangsreflexionsfaktors

Die Prüfung wird mit einem SML nach der Grundkalibrierung mit der geprüften Eichleitung mit dem Servicekitt SML-Z22 gemäß BHB Abschnitt 10, Performance Test/Ausgangsreflexionsfaktor vorgenommen.

3.6.3 Überspannungsschutz

Die Prüfung wird mit einem SML gemäß Abschnitt 10, Performance Test/Überspannungsschutz vorgenommen.

3.7 Externe Schnittstellen

Tabelle 3-5 Externe Schnittstellen

Signal Name	Beschreibung	R	A	Wertebereich	PT	Anschlußpunkt	Bemerkung
GND	Masse	B	P		D	X301.1 X301.3 X301.5 X301.7 X301.9	
+12VM	Versorgungs- spannung	I	P	11,6 V ... 12,4 V	P	X301.4	
-12VM	Versorgungs- spannung	I	P	-12,4 V ... -11,6 V	P	X301.6	
+5VM	Versorgungs- spannung	I	P	4,9 V ... 5,1 V	P	X301.8	
+3VM	Versorgungs- spannung	I	P	2,9 V ... 3,1 V	P	X301.8	
MS_ATTEN_N	Baugruppe-Select	I	D	LVT	D	X301.11	
STROBE_N	Speicher-Strobe	I	D	LVT	D	X301.12	
SERDATA_N	Einstelldaten	I	D	LVT	D	X301.13	
EEDATA	Identifikationsdaten	B	D	LVT	D	X301.14	
SERCLK_N	CLK / Einstelldaten	I	D	LVT	D	X301.15	
EECLK_N	CLK / Ident.-Daten	I	D	LVT	D	X301.16	
MI_OVERL	Interrupt / Über- spannungsschutz	O	D	LVT	P	X301.17	
V_DIAG	Diagnosespannung	O	A	-1 ... 3 V	P	X301.18	
MI_TEMP	Interrupt/Temperatur	O	D	LVT	P	X301.19	
n.c.						X301.2 X301.20	
RF IN	HF-Eingang	I	A	0 ... 20 dBm	P	X302	
RF OUT	HF-Ausgang	O	A	0 ... 16 dBm	P	X303	$P_{MAX} \leq 50 \text{ W}$

Eintrag in der Spalte R (Richtung): O = Ausgang I = Eingang B = Bidirektional

Eintrag in der Spalte A (Art): A = Analog D = Digital P = Power

Eintrag in der Spalte PT: P = Prüfwert T = Trimmwert D = Typprüfwert E = Einstellwert
(Prüf- und Trimmplan)Abkürzungen: LVT: $V_{OH} \geq 2V$, $V_{OL} \leq 0.55V$



ROHDE & SCHWARZ

Service Documents

Electronic Attenuator 1.1 GHz

1090.3700.02

Printed in the Federal
Republic of Germany

Contents

3	Electronic Attenuator 2.2 GHz	3.1
3.1	Function Description.....	3.1
	Attenuator Pads	3.1
	3.1.1 Switch Control	3.1
	3.1.2 Over-voltage Protection.....	3.1
	3.1.3 Temperature Measurement.....	3.2
	3.1.4 Diagnosis.....	3.2
	3.1.5 Correction Data Memory	3.2
	3.1.6 Control Logic	3.2
3.2	Removing the Electronic Attenuator 2.2 GHz	3.3
3.3	Measuring Instruments and Accessories	3.4
3.4	Test Setup	3.5
	3.4.1 Basic Calibration.....	3.5
3.5	Troubleshooting	3.5
	3.5.1 Position of Test Points.....	3.6
	3.5.2 Selftest	3.6
	3.5.3 Output of Error Status	3.6
	3.5.4 Error 1: Attenuator is not detected	3.7
	3.5.5 Error 2: Frequency Response Out of Tolerance	3.7
	3.5.6 Error 3: Serious Fault in Output Level	3.8
3.6	Testing and Adjustment.....	3.11
	3.6.1 Testing the Attenuation Setting	3.11
	3.6.2 Testing the Output Reflection Coefficient.....	3.11
	3.6.3 Over-voltage Protection.....	3.11
3.7	External interfaces.....	3.12

Index

A

Attenuation setting.....	9
Attenuator pads	1

C

Control logic.....	2
--------------------	---

D

Data memory.....	2
Diagnosis.....	2

E

External interfaces.....	10
--------------------------	----

F

Function description.....	1
---------------------------	---

M

Measuring Instruments	4
-----------------------------	---

O

Opening the module	3
Over-voltage protection	1

S

Switch Control	1
----------------------	---

T

Temperature Measurement.....	1
Test setup.....	5
Testing.....	9
Troubleshooting.....	5
Troubleshooting diagram	9

3 Electronic Attenuator 2.2 GHz

The Electronic Attenuator 2.2 GHz module permits the attenuation to be varied in the range from 0 to 125 dB in 5-dB steps in the frequency range 9 kHz to 2.2 GHz.

3.1 Function Description

The Electronic Attenuator 2.2 GHz module consists of the electronically switchable attenuator pads, switch control, over-voltage protection, temperature measurement, diagnostic unit, correction data memory and control logic (see circuit diagram 1090.3700.01 S, sheet no. 1).

3.1.1 Attenuator Pads

Function	Attenuation setting 0 to 125dB in 5-dB steps
Characteristics	The different attenuator pads of 5, 10, 15, 30, 40dB permit to set the attenuation in the range from 0 to 125dB with 5-dB resolution. The attenuator pads are combined in 5 groups and switched with GaAs switches.

3.1.2 Switch Control

Function	Conditioning of control signals for GaAs attenuation switches.
Characteristics	Conversion of stored setting data with logic LV level into correspondingly linked balanced control voltages for GaAs switches. The control voltages are conditioned depending on the set attenuation value.

3.1.3 Over-voltage Protection

Function	The RF output is switched off when the attenuator is overloaded if an external signal of illegal magnitude is applied at the output of the attenuator.
Characteristics	After the set limit value (typ. 20dBm) has been exceeded, flip-flop D1 is activated via the detector outputs DET1(2,3) and comparators U3 or U4 and the error status stored. The relay K1 is switched off via the logic operation at D8, thus switching off the spurious signal. At the same time, interrupt <i>MI_OVRL</i> is output at interface X301.17. During the response time of the protection circuit, the spurious signal is limited to a permissible value by V4+V5. After elimination of the cause of malfunction, D1 must be reset by a positive pulse at the <i>OL_CLEAR</i> line (in the case of SML HF-ON causes the necessary reset). When the instrument is switched on, the time constant R247+C161 causes defined switch-off of the RF output. The first switch-on of the relay K1 after 'Power_On' is not taken into account in the registered overloads.

3.1.4 Temperature Measurement

Function	The temperature measurement is used for temperature correction of the attenuation data of the attenuator.
Characteristics	The difference between the current temperature voltage <i>D_TEMP</i> and the output voltage <i>D_MEM</i> of the D/A converter is monitored by window comparator U2. When the interrupt <i>MI_TEMP</i> at X301.19 is set, the attenuation data need be updated since the module temperature has changed. By correcting the D/A converter setting (U1+N6), the current temperature voltage <i>D_TEMP</i> is compensated by the output voltage of the D/A converter <i>D_MEM</i> and the interrupt <i>MI_TEMP</i> deleted. In the case of reduced requirements, output of the interrupt can be suppressed via <i>TMESS_ON</i> (=0).

3.1.5 Diagnosis

Function	Determination of voltage values at the significant diagnostic points of the attenuator.
Characteristics	The selection of the diagnostic points and output of the measured values at interface X301.18 (<i>V_DIAG</i>) is possible via the programmable analog multiplexer D4.

3.1.6 Correction Data Memory

Function	Identification of the module
Characteristics	The data memory contains data for module identification, statistical and service data as well as correction data of the module and thus simplifies module replacement. The communication with the correction data memory D13 is possible via the serial interface X301.14(<i>EEDATA</i>), X301.16(<i>EECLK_N</i>), the module is selected via X301.11 (<i>MS_ATTEN_N</i>).

3.1.7 Control Logic

Function	Communication with the instrument control via the serial data bus
Characteristics	The control logic converts the serial setting data <i>SERDATA_N</i> (X301.13) into parallel data and stores them on the module. Register D10 contains setting data of the attenuation switches, register D11 setting data of the DAC and register D12 setting data for the diagnosis and over-voltage protection. The communication with the module is possible via serial interface X301.13 (<i>SERDATA_N</i>), X301.15 (<i>SERCLK_N</i>), X301.12(<i>STROBE_N</i>). The module is selected via X301.11 (<i>MS_ATTEN_N</i>). After the transmission of a 24-bit data word, the data are transferred as valid setting to the register memory with <i>STROBE_N</i> (Fig. 3-1).

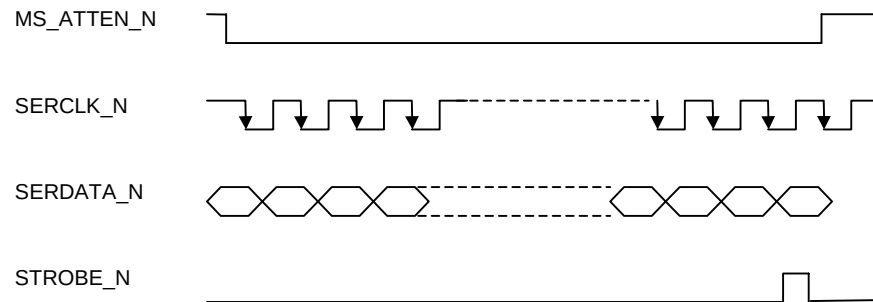


Fig. 3-1 Programming of attenuator, timing at interface X301.

3.2 Removing the Electronic Attenuator 2.2 GHz



Caution!

Make sure to observe the instructions given in the following in order not to cause damage to the instrument or endanger anybody. Please also note the general safety instructions at the beginning of this manual.

To open the Electronic Attenuator 2.2. GHz proceed as follows:

- | | |
|------------------------|--|
| Opening the instrument | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Put the on end on the two handles and loosen the four screws in the instrument feet.
The instrument feet can be removed now. ➤ Carefully lift off the instrument tube.
The instrument is open now. |
| Removing modules | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Loosen flat cable W301 to the module. ➤ Loosen the fixing screws to the carrier plate. ➤ Loosen the two SMA screwed connections W303, W106.
The module can be removed. |
| Opening the module | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Loosen the fixing screws of the screening cover and take off the screening cover. ➤ Remark: Testing of the switching voltages of the GaAs switches is possible with the upper screening cover taken off (component side) without having to remove the module. |
| Mounting modules | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Proceed in the reverse order to the procedure described above. Tighten the SMA screwed connection W303 at the output of the module before tightening the fixing screws to the carrier plate. |

The instruments listed in the following table are required for testing the Electronic Attenuator 2.2 GHz.

3.3 Measuring Instruments and Accessories

Table 3-1 Electronic Attenuator 2.2 GHz – Accessories

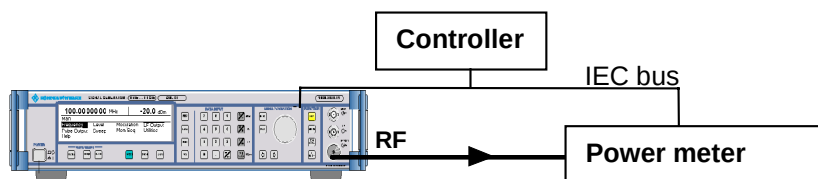
Item	Type of instrument, accessories	Specifications	Appropriate R&S device	Order No.	Use
1	Digital multimeter	1 mV to 100 V 0.1 mA to 1 A			Troubleshooting
2	Storage oscilloscope	DC-100 MHz, <0,1V/Div, 2 channels			Troubleshooting
3	Service kit		SML-Z22	1090.5203.02	Troubleshooting
4	Service manual SML (E)			1090.3123.xx	Testing and Adjustment
5	Component location plan			1090.3700.01 D	Troubleshooting
6	Circuit diagram			1090.3700.01 S	Troubleshooting
7	Power meter	9 kHz to ≥ 2200 MHz	NRVS with NRV-Z51	1020.1809.02 857.9004.02	Level accuracy
8	RF step attenuator	9 kHz to ≥ 2200 MHz Attenuation 0 to 125 dB $Z = 50 \Omega$	RSP	0831.3515.02	Level accuracy
9	VSWR bridge	1 MHz to ≥ 2200 MHz directivity > 40 dB	ZRC	1039.9492.55/52	Output reflection coefficient
10	Controller	Interface IEC-625-1			Level accuracy
11	Control unit for attenuator		SML	1090.3000.xx	All

3.4 Test Setup

3.4.1 Basic Calibration

Test equipment Power meter (Table Measuring instruments and accessories, item 7)
 Controller (Table Measuring instruments and accessories, item 10)

Test setup



3.5 Troubleshooting

Brief introduction to troubleshooting on the Electronic Attenuator 2.2. GHz.

The faults can be located in the basic instrument SML using the SML error status report and the service kit SML-Z22. The menu item '*Direct Mode*' also permits to make complicated settings on the attenuator. For the error diagnosis note that several faults might be due to the same cause (eg no signal at RF output).

The DC voltages at the diagnostic points D_XXX (e. g. D_TEMP) given in the connection diagram of the attenuator, sheet 4, can be indicated in the SML display. A diagnostic test range 600-605 is reserved for the attenuator (SML module 6). To this end, the diagnostic display is activated in the submenu **Utilities/Diag/Tpoint (State On)** and the desired diagnostic point entered (see Table 3-2).

Table 3-2 Selection of diagnostic points

Address	Diagnostic point
600	D_OFFSET
601	D_TEMP
602	D_DIFF
603	D_MEM
604	D_REF
605	D_RFOUT

Using the service kit SML-Z22, the module can be tested quickly. For the function test, select the option '*Check / ATT2*' in the main menu. The test results are recorded in the test report and additionally represented graphically in the block diagram.

The menu '*Direct Mode / Modules & Options / Att2 / Direct Mode ATT2*' permits to perform specific settings (Table 3-2) on the attenuator during troubleshooting.

Table 3-3 Settings in the menu '*Direct Mode ATT2*'.

Menu item	Value range	Function
TEMP	0, 1, to 255	DAC setting for temperature compensation
OFFS2_N	0 / 1 (see Table 3-4)	Offset switch for SW6 / SW6_N, SW7_X / SW7_N_X
SWI	0, 1, ... (see Table 3-4)	Attenuation setting
TMESS_ON	0 / 1	Switching off interrupt MI_TEMP
OFFS1_N	0 / 1 (see Table 3-4)	Offset switch for SW7 / SW7_N

3.5.1 Position of Test Points

The diagnostic test points are located at the bottom (Page A in the component location plan) of the attenuator. The exact position of the test points (component terminal) can be obtained from component location plan 1090.370.01 D.

For tracing the RF signal and testing the control voltages of the GaAs switches, it is sufficient to have access to the component side (page B in the component location plan) after removing the upper screening cover.

3.5.2 Selftest

After power-on of the SML, selftest measurements are performed. A faulty selftest parameter causes the output of a warning '*Err.....*' in the display. A brief information on the cause of the warning, i.e. the error status, can be called up using the 'ERROR' key. Further information on the status of the module can be obtained from the **Utilities/Diag/Tpoint** menu.

3.5.3 Output of Error Status

The complete error status can be checked via the remote control interfaces of the SML (RS-232-C or IEC-bus interface). The principles of SML remote control are summarized in the Operating Manual SML, Chapter 5.

Polling of error status: **"STAT:ERR?"**

3.5.4 Error 1: Attenuator is not detected

Error description	Error message after power-on of SML: <i>Module (6/ATT) Missing Data Block</i> <i>6 / ATTENUATOR HEADER</i> <i>10601 / FREQ DATA ATT</i>
Test setup	SML is connected to PC via external interface Attenuator removed from SML and connected to SML via W106 and flat cable W301.
Error cause	Communication with data memory of attenuator is disturbed. Flat cable W301 might be defective or data /EEPROM are faulty. ➤ Using storage oscilloscope, check the signal applied to X301.15 and X301.16 with log. 'L' applied to X301.11 in the selftest phase after power-on of SML (attenuator selected, cf. Fig. 3-1). Trace the signal to D13 (data memory, circuit diagram sheet 2).
Remedy	➤ Replace defective flat cable. ➤ Missing data must be recorded anew (only possible in the factory or in service shops with special equipment). Replace the faulty module. ➤ Perform basic calibration using service kit SML-Z22 (menu item 'Calibrate-External-Level Correction').

3.5.5 Error 2: Frequency Response Out of Tolerance

Error description	➤ Level principally okay, frequency response too big.
Error cause	➤ Correction data set faulty.
Remedy	➤ Level correction values of attenuator must again be recorded (only possible in the factory or in service shops with special equipment). Replace module and perform basic calibration using service kit SML-Z22 (menu item 'Calibrate-External-Level Correction').

3.5.6 Error 3: Serious Fault in Output Level

Error description	➤ No level at RF output or serious level error.
Test setup	➤ Attenuator is connected to SML. Controller (PC) is connected to SML. ➤ For tracing the RF signal and testing the control voltages of the GaAs switches it is sufficient to remove the upper screening cover. ➤ Power meter connected to RF output connector.
Troubleshooting	➤ Check the attenuator using the test program in the service kit SML-Z22, menu item <i>CHECK / ATTENUATOR</i>. The test results provide information on the functioning of the GaAs switches. ➤ Set SML output signal 10dBm, 100MHz (<i>Direct Mode</i>) ➤ For troubleshooting use the flow chart in Fig. 3-2 and the circuit diagram. The switch positions can be set in the menu '<i>Direct Mode / Modules & Options / Att2</i>' according to Table 3-4 and the resulting hardware responses checked. The logic value 0 corresponds to the switch position of the attenuation path with the smaller attenuation. The control voltages (SWx / SWx_N) of the GaAs switches must lie in the range $SWx \geq 0V$ ($\leq -4.5 V$) / $SWx_N \leq -4.5 V$ ($\geq 0 V$).
Remedy	➤ a) A fault in the switch control (without effect on the RF characteristics outside the attenuation related paths) can be immediately eliminated without calibration. ➤ b) Fault in the RF path. Replace faulty modules. Following the repair, level correction values must be recorded anew (only possible in the factory or in service shops with special equipment). ➤ Perform basic calibration using service kit SML-Z22 (menu item 'Calibrate-External-Level Correction').

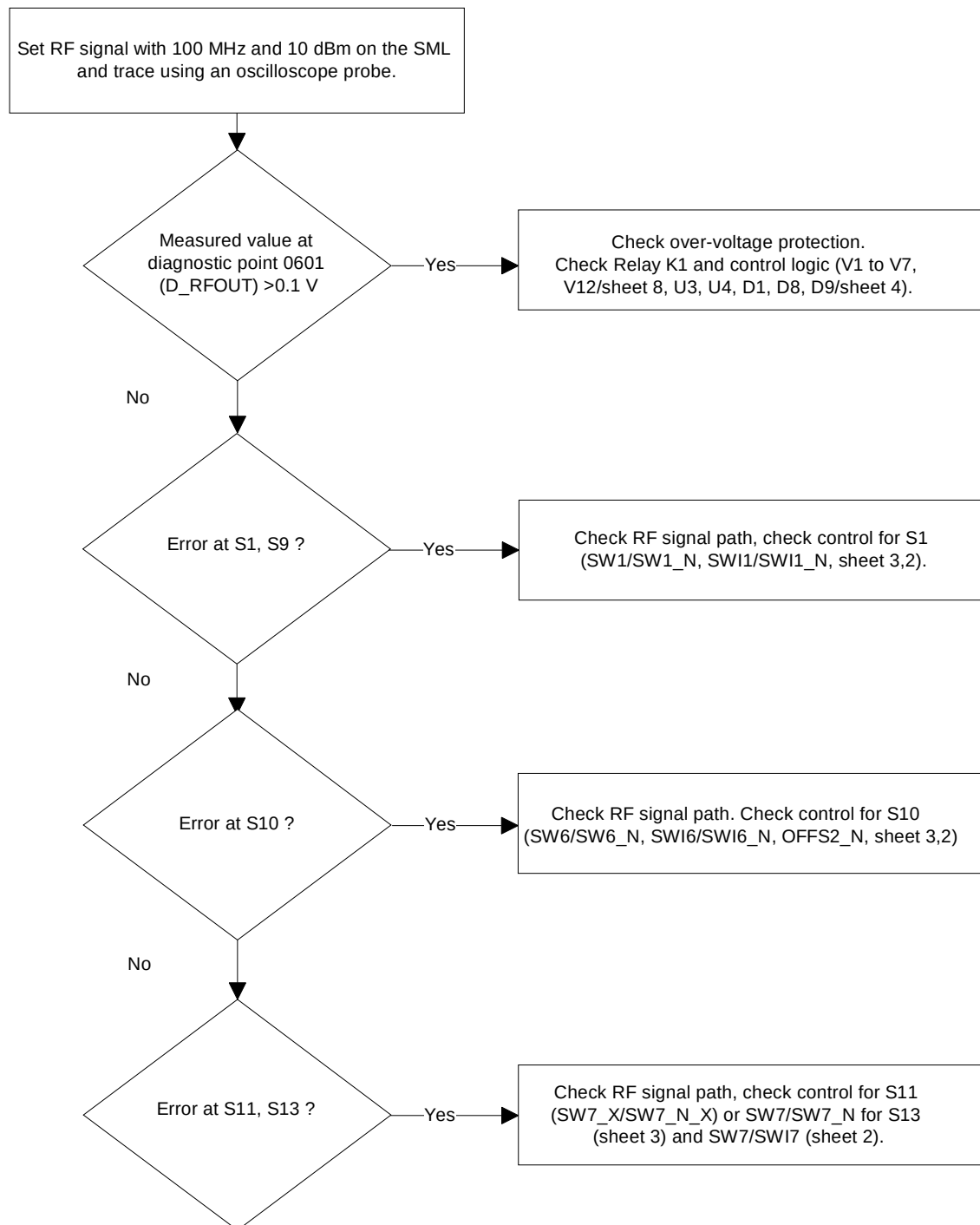


Fig. 3-2 Troubleshooting diagramm

Electronic Attenuator 2.2 GHz**SML**

Table 3-4 Service kit SML-Z22, attenuation setting.

Attenuation step /dB	Output level range @ X303 /dB	SWI1	SWI2	SWI3	SWI4	SWI5	SWI6	SWI7	Setting value SWI	OFFS2_N	OFFS1_N
0	> 5	0	0	0	0	0	0	0	00h	0	0
5	5 to > 0	1	0	0	0	0	0	0	01h	0	0
10	0 to >-5	1	1	0	0	0	0	0	03h	0	0
15	-5 to >-10	1	1	1	0	0	0	0	07h	0	0
20	-10 to >-15	1	0	0	1	0	0	0	09h	0	1
25	-15 to >-20	1	1	0	1	0	0	0	0Bh	1	1
30	-20 to >-25	1	1	1	1	0	0	0	0Fh	1	1
35	-25 to >-30	1	0	0	1	1	0	0	19h	1	1
40	-30 to >-35	1	1	0	1	1	0	0	1Bh	1	1
45	-35 to >-40	1	0	0	0	0	0	1	41h	0	1
50	-40 to >-45	1	1	0	0	0	0	1	43h	0	1
55	-45 to >-50	1	1	1	0	0	0	1	47h	0	1
60	-50 to >-55	1	0	0	1	0	0	1	49h	1	1
65	-55 to >-60	1	1	0	1	0	0	1	4Bh	1	1
70	-60 to >-65	1	1	1	1	0	0	1	4Fh	1	1
75	-65 to >-70	1	0	0	1	1	0	1	59h	1	1
80	-70 to >-75	1	1	0	1	1	0	1	5Bh	1	1
85	-75 to >-80	1	0	0	0	0	1	1	61h	0	1
90	-80 to >-85	1	1	0	0	0	1	1	63h	0	1
95	-85 to >-90	1	1	1	0	0	1	1	67h	0	1
100	-90 to >-95	1	0	0	1	0	1	1	69h	1	1
105	-95 to >-100	1	1	0	1	0	1	1	6Bh	1	1
110	-100 to >-105	1	1	1	1	0	1	1	6Fh	1	1
115	-105 to >-110	1	0	0	1	1	1	1	79h	1	1
120	-110 to >-115	1	1	0	1	1	1	1	7Bh	1	1
125	-115 to >-120	1	1	1	1	1	1	1	7Fh	1	1

The settings are stored in D10, OFFS1_N is stored in D12.12.

3.6 Testing and Adjustment

The module does not include any trimmers, the test is made together with the SML according to Section 10, Performance Test – Level. Calibration of the module is only possible in the factory or in service shops with special equipment.

3.6.1 Testing the Attenuation Setting

The test is made using an SML after the basic calibration with the tested attenuator according to Section 10, Performance Test /Level Frequency Response and /Level Linearity.

3.6.2 Testing the Output Reflection Coefficient

The test is made using an SML after the basic calibration with the tested attenuator using service kit SML-Z22 according to Section 10, Performance Test / Output Reflection Coefficient.

3.6.3 Over-voltage Protection

The test is made using an SML according to Section 10, Performance Test /Over-voltage Protection.

3.7 External interfaces

Signal Name	Description	R	A	Value range	PT	Terminal	Remark
GND	Ground	B	P		D	X301.1 X301.3 X301.5 X301.7 X301.9	
+12VM	Supply voltage	I	P	11.6V to 12.4V	P	X301.4	
-12VM	Supply voltage	I	P	-12.4V to -11.6V	P	X301.6	
+5VM	Supply voltage	I	P	4.9V to 5.1V	P	X301.8	
+3VM	Supply voltage	I	P	2.9V to 3.1V	P	X301.8	
MS_ATTEN_N	Module Select	I	D	LVT	D	X301.11	
STROBE_N	Storage Strobe	I	D	LVT	D	X301.12	
SERDATA_N	Setting data	I	D	LVT	D	X301.13	
EEDATA	Identification data	B	D	LVT	D	X301.14	
SERCLK_N	CLK / Setting data	I	D	LVT	D	X301.15	
EECLK_N	CLK / Ident. data	I	D	LVT	D	X301.16	
MI_OVERL	Interrupt / over-voltage protection	O	D	LVT	P	X301.17	
V_DIAG	Diagnostic voltage	O	A	-1 to 3V	P	X301.18	
MI_TEMP	Interrupt/Temp.	O	D	LVT	P	X301.19	
n.c.						X301.2 X301.20	
RF IN	RF input	I	A	0 to 20dBm	P	X302	
RF OUT	RF input	O	A	0 to 16dBm	P	X303	$P_{MAX} \leq 50W$

Entry in column R (direction):

O = Output**I** = Input**B** = Bidirectional

Entry in column A (type):

A = Analog**D** = Digital**P** = Power

Entry in column PT:

P = Test value**T** = Trim value**D** = Type test value **E** = Setting value

(Test and trim plan)

Abbreviations: LVT: $V_{OH} \geq 2V$, $V_{OL} \leq 0.55V$



ROHDE & SCHWARZ

Serviceunterlagen

Schaltnetzteil

1104.2463.00

ENGLISH SERVICE MANUAL FOLLOWS FIRST COLOURED DEVIDER

Printed in the Federal
Republic of Germany

Inhaltsverzeichnis

4 Schaltnetzteil	4.1
4.1 Ausbau des Schaltnetzteils	4.2

4 Schaltnetzteil

Das Schaltnetzteil erzeugt vier Versorgungsspannungen (+ 5 V, -12 V, +12 V, +24 V). Es paßt sich automatisch an alle Netzspannungen zwischen 100 V und 240 V Wechselspannung an und kann an 50-Hz- und 60-Hz-Netzen betrieben werden.

Das Netzteil erfordert keinen Abgleich. Im Falle eines Defekts muß es ausgetauscht werden.

4.1 Ausbau des Schaltnetzteils

**Achtung!**

Befolgen Sie bitte genau die Anweisungen der folgenden Abschnitte, damit eine Beschädigung des Geräts oder eine Gefährdung von Personen vermieden wird. Beachten Sie bitte auch die allgemeinen Sicherheitshinweise am Anfang dieses Handbuchs.

Zum Ausbau des *Schaltnetzteils* verfahren Sie wie folgt:

Öffnen des Gerätes

- Das Gerät hochkant auf die beiden Griffe stellen, die vier Schrauben in den Gerätefüßen lösen.
Die Gerätefüße lassen sich nun entfernen.
- Den Gehäusetubus vorsichtig nach oben abziehen.
Das Gerät ist jetzt offen.

Schaltnetzteil ausbauen

- Abdeckblech des Netzteils lösen. Die zwei Befestigungsschrauben sind von vorn zugänglich.
- Anschlüsse am Netzteil lösen.
- Beide hinteren Befestigungsschrauben (durch Kühlprofil hindurch) lösen.
- Schraube, mit der das Netzteil von unten am Trägerblech befestigt ist (neben dem Lüfter), lösen.
- Netzteilwinkel abschrauben (drei Schrauben).
Das Netzteil kann jetzt herausgenommen werden.

Schaltnetzteil einbauen

- Schritte in umgekehrter Reihenfolge wie oben beschrieben ausführen (Netzteilwinkel wiederverwenden).



ROHDE & SCHWARZ

Service Documents

Switching Power Supply

1104.2463.00

Printed in the Federal
Republic of Germany

Contents

4 Switching Power Supply.....	4.1
4.1 Removing the Switching Power Supply.....	4.2

4 Switching Power Supply

The switching power supply generates four supply voltages (+ 5 V, -12 V, +12 V, +24 V). It automatically adapts to all AC supply voltages between 100 V and 240 V and can be operated from 50-Hz and 60-Hz networks.

The power supply requires no adjustment. In the event of a fault, it must be replaced.

4.1 Removing the Switching Power Supply

**Caution!**

Make sure to follow the instructions given in the following paragraphs in order not to cause damage to the instrument or endanger people. Please also observe the general safety instructions at the beginning of this manual.

To remove the *switching power supply* proceed as follows:

Opening the instrument

- Put the instrument on end on the two handles, loosen the four screws in the instrument feet.
The feet can now be removed.
- Carefully lift off the instrument tube.
The instrument is now open.

Removing the switching power supply

- Loosen the cover sheet of the power supply. The two fixing screws are accessible from the front.
- Loosen the terminals on the power supply.
- Loosen the two rear fixing screws (through the heat sink).
- Loosen the screw attaching the power supply to the supporting sheet from the bottom (next to the fan).
- Unscrew the power supply bracket (three screws).
The power supply can now be taken out.

Replacing the switching power supply

- Perform the steps on the reverse order to the procedure described above (use power supply bracket again).



ROHDE & SCHWARZ

Serviceunterlagen

Referenzoszillator

1090.5810.02

Option SML-B1

ENGLISH SERVICE MANUAL FOLLOWS FIRST COLOURED DEVIDER

Printed in the Federal
Republic of Germany

Inhaltsverzeichnis

5 Referenzoszillator	5.1
5.1 Übersicht	5.1
5.2 Funktionsbeschreibung.....	5.2
5.2.1 Stromversorgung.....	5.2
5.2.2 Serielle Schnittstelle	5.2
5.2.3 Oszillator.....	5.2
5.3 Ausbau des Referenzoszillators	5.3
5.4 Spezielle Meßgeräte und Hilfsmittel	5.4
5.5 Fehlersuche	5.5
5.5.1 Fehler beim Erkennen der Baugruppe	5.5
5.5.2 Fehler Ausgangssignal OPTREF an X342.....	5.5
5.6 Modulcheck Prüfen und Abgleichen	5.6
5.6.1 Modulcheck	5.6
5.6.2 Prüfungen und Abgleiche	5.7
5.6.2.1 Prüfen der Stromaufnahme	5.7
5.6.2.2 Prüfen der Ausgangsbeschaltung und des Oszillators	5.7
5.6.2.3 Prüfen der Interrupterzeugung (Meldung Oven Cold)	5.8
5.6.2.4 Abgleich des Oszillators	5.8
5.7 Tabellen und Schnittstellen.....	5.9
5.7.1 Liste der Diagnosemeßpunkte	5.9
5.7.2 Referenzspannungen	5.9
5.7.3 Digitale Schnittstelle	5.9
5.7.4 Externe Schnittstelle.....	5.10

5 Referenzoszillator

5.1 Übersicht

Die Baugruppe Referenzoszillator ersetzt den 10 MHz-Referenzoszillator des Mainboards durch einen hochwertigen thermostatgeregelten Quarzoszillator (OCXO), wodurch die Gerätedaten bezüglich Alterung, Temperatureinfluß und Phasenrauschen verbessert werden.

Der Referenzoszillator befindet sich auf der Geräteunterseite des SML.

Die Baugruppe enthält außer dem eigentlichen Oszillator noch Bausteine für die interne Datenübertragung, Datenspeicherung und Diagnose sowie Schaltungen für die Erzeugung des Interrupts zur Anzeige der „Oven Cold“-Meldung und für die Abschaltung des Ausgangssignals.

Hinweis: *Die Baugruppe ist in zwei Kammern aufgeteilt. Es sind allerdings keine Schirmwände bestückt. Die Baugruppe besitzt keinen Schirmdeckel.*

5.2 Funktionsbeschreibung

5.2.1 Stromversorgung

Die Baugruppe bezieht die benötigten Spannungen vom Mainboard über den Schnittstellenstecker (X342). Zur Verfügung stehen +24 V, +12 V, -12 V, +5 V und +3 V.

Aus den Spannungen +24 V und +12 V wird über einen Spannungsregler (N1, V1) die Versorgung für den OCXO gewonnen. Die Regelspannung wird durch Zehnerdioden (V2, V9) bestimmt. Als Schutz vor zu großen Spannungen am OCXO im Falle eines Fehlers beschränken zwei weitere Zehnerdioden (V3, V7) die Ausgangsspannung des Reglers.

Aus der +12 V-Spannung wird durch Spannungsteilung und elektronische Siebung (V4) die Spannung +3 V_REF gewonnen, die zur Versorgung der Ausgangsbeschaltung der Baugruppe dient.

Ab Änderungsindex 07.03 wird an G1 eine 5 V-Versorgungsspannung für den OCXO erzeugt.

5.2.2 Serielle Schnittstelle

Die Baugruppe wird über eine serielle Schnittstelle vom Mainboard aus gesteuert. Über den Schnittstellenstecker (X342) werden die seriellen Daten, die Daten für das Baugruppen-EEPROM (D1) und die Spannungsversorgungen auf die Baugruppe geführt. Mittels eines Registers (D6) werden die Daten zur Ansteuerung des Ausgangsgatters, der Interrupterzeugung und der Diagnose verteilt.

Die EEDATA-Datenleitung (X341/14) dient als bidirektionale Datenleitung zum Beschreiben und Auslesen des EEPROMS (D1). Der Datenclock hierzu (EECLK_N, X341/16) wird invertiert (D2) und im Pegel gewandelt (V8). Für den Betrieb des EEPROMS ist es erforderlich, daß die Steckbrücken X1 und X2 gesetzt sind.

Zur Auswahl von Diagnosespannungen dient ein Multiplexer (D3), der über das Schnittstellenregister (D6) angesteuert wird. Die gewählte Diagnoseleitung wird über den Schnittstellenstecker (X341/18) dem Mainboard zugeführt.

5.2.3 Oszillator

Der thermostatgeregelte Quarzoszillator (B1) wird mit einer geregelten und gesiebten 12 V-Versorgung (vgl. Abschnitt 5.2.1) betrieben. Der Oszillator ist über das vom Schnittstellenstecker kommende Signal OPTTUNE (X341/20) in seiner Frequenz abstimmbar. Das Ausgangssignal des Oszillators hat eine Frequenz von 10 MHz und kann mittels des Ausgangsgatters (D5) abgeschaltet werden. Ab Änderungsindex 07.03 wird zusätzlich auch die 5 V-Versorgungsspannung des Oszillators geschaltet.

Im weiteren wird das Rechtecksignal tiefpaßgefiltert (10 MHz) und wieder zu einem Rechtecksignal gewandelt (V11). Durch die Filterung werden Rauschanteile aus dem Oszillator unterdrückt. Das Ausgangssignal der Baugruppe wird dann zum Stecker (X342) geführt.

5.3 Ausbau des Referenzoszillators



Achtung!

Befolgen Sie bitte genau die Anweisungen der folgenden Abschnitte, damit eine Beschädigung des Geräts oder eine Gefährdung von Personen vermieden wird. Beachten Sie bitte auch die allgemeinen Sicherheitshinweise am Anfang dieses Handbuchs.

Hinweis: *Die Baugruppe muß zum Abgleichen nicht ausgebaut oder geöffnet werden! Kalibrierungen, die mit geöffnetem Mainboard durchgeführt werden, können unter Umständen die Daten des Gerätes verschlechtern. Sie sollten auf jeden Fall beim vollständig montierten und warmgelaufenen Gerät wiederholt werden.*

Die Baugruppe Referenzoszillator besitzt keinen Schirmdeckel.
Zum Ein- und Ausbau der Baugruppe verfahren Sie wie folgt:

Öffnen des Gerätes	Das Gerät hochkant auf die beiden Griffe stellen und die vier Schrauben in den Gerätefüßen lösen. Die Gerätefüße lassen sich nun entfernen. Den Gehäusetubus vorsichtig nach oben abziehen. Das Gerät ist nun offen.
Baugruppe ausbauen	Alle Steckverbindungen auf der Baugruppe lösen. Die Befestigungsschrauben (Kreuzschlitz) vom Referenzoszillator lösen. Die Baugruppe kann jetzt herausgenommen werden.
Baugruppe extern lagern	Zur Fehlersuche können die Kabelverbindungen wieder hergestellt werden, nachdem die Baugruppe außerhalb des Gerätes gelagert worden ist.
Baugruppe einbauen	Schritte in umgekehrter Reihenfolge wie oben beschrieben ausführen.

5.4 Spezielle Meßgeräte und Hilfsmittel

Die in der folgenden Tabelle aufgelisteten Geräte sind zum Prüfen und zum Abgleich des Mainboards erforderlich.

Tabelle 5-1 Referenzoszillator – spezielle Hilfsmittel

Pos.	Geräteart	Erforderliche Eigenschaften	Geeignetes R&S-Gerät	Bestell-Nr.	Anwendung
1	Digitalmultimeter DC	1 mV...100 V 0,1 mA...1 A			alle DC-Messungen
3	Frequenzzähler	1 MHz ... 10 MHz			Abgleich OCXO
4	Oszilloskop	DC-100 MHz, 2 Kanäle			Ausgangssignal OCXO
5	RF-Spektrumanalysator	9 kHz ... 1.1 GHz	FSEA/FSP		Spektrale Reinheit
10	IEC-Bus-Kabel	Verbindung nach IEC625	PCK	0292.2013.10 1006.3008.03	Serviceprogramm
11	RS232-Kabel	Alternative zu 10		1050.0346.00	Serviceprogramm
12	Service-Kit		SML-Z2	1090.5203.02	Fehlersuche

5.5 Fehlersuche

Die DC-Spannungen an den im Stromlauf mit D_XXXXXXX bezeichneten Testpunkten (z.B. D_TUNE) können im Display des SML angezeigt werden. Hierzu wird im Untermenü **Utilities/Diag/Tpoint** die Testpunkt-Anzeige aktiviert und der gewünschte Diagnosepunkt (siehe Tabelle Diagnosepunkte) eingegeben.

Ein vollständiger Test aller auf der Baugruppe Referenzoszillator vorhandenen Testpunkte kann mit Hilfe des Service-Programms SML_SERV.EXE durchgeführt werden. Eventuell auftretende Fehler können somit sehr schnell und einfach lokalisiert werden.

5.5.1 Fehler beim Erkennen der Baugruppe

Baugruppe wird nicht erkannt

- Steckverbindungen X1 und X2 prüfen. Sie müssen beide gesetzt sein.
- Spannungsversorgung +5 V prüfen.
- Schnittstellenstecker (X341) und Kabelverbindung prüfen.

5.5.2 Fehler Ausgangssignal OPTREF an X342

Frequenzfehler

- Abstimmspannung bis zum Oszillator verfolgen. Bei geringen alterungsbedingten Abweichungen neu kalibrieren.

Pegelfehler

- Modulcheck nach Abschnitt 5.6.1 durchführen.

5.6 Modulcheck Prüfen und Abgleichen

Die Lage der Steckbrücken und Meßpunkte kann aus der Bestückungszeichnung (siehe Stromlauf) entnommen werden.

Zur Prüfung der Baugruppe ist das Serviceprogramm SML_SERV.EXE notwendig. Hiermit kann eine umfangreiche Prüfung der Baugruppe erfolgen. Dazu kann im Menüpunkt "Check" das Prüfen der einzelnen Baugruppe ("Reference Oscillator") oder der gesamten Baugruppe ("ALL") ausgewählt werden. Im Block-Diagramm werden nun alle Komponenten, die außer Toleranz liegen, durch rote Markierungen gekennzeichnet. Die genaue Auflistung aller Meßwerte kann im "Report"-Fenster angezeigt werden. Im Menü Directmode kann man einzelne Ansteuerbits auf der Baugruppe einstellen, um damit eine gezielte Prüfung einzelner Komponenten durchzuführen.

Alle aufgeführten Meßwerte ohne Toleranzangaben sind als Richtwerte zu verstehen. Spannungsangaben ohne weitere Bezeichnung bedeuten DC-Spannungen.

Zu Beginn eines jeden Abgleichs bzw. einer jeden Meßprozedur ist die Baugruppe, soweit nicht anders erwähnt, in den Presetzustand zu setzen.

5.6.1 Modulcheck

Zum Test der einzelnen Module wird nun das Serviceprogramm gestartet und ein Check der Baugruppe ausgeführt. Mit Hilfe des Testreports kann man sehen, welche Testpunkte außer Toleranz sind. Die unten aufgelistete Tabelle zeigt nun, um welchen Fehler es sich handeln könnte.

Die Fehlerbeseitigung sollte in der angegebenen Reihenfolge bearbeitet (siehe Tabelle), da die weiter unten genannten Fehler auch Folgefehler der oberen sein können.

Tabelle 5-2 Fehlersuche mit Modulcheck

Testpunkt außer Toleranz	Stromlaufblatt	Fehlersuche
D_OVEN	1	➤ Prüfen der Spule L3. ➤ Zehnerdioden V2 und V9 prüfen. ➤ Prüfen des Spannungsreglers (N1, V1).
D_3VREF	1	➤ Prüfen des Siebtransistors V4. ➤ Prüfen der Spule L3.
D_TUNE	1	➤ Prüfen Signal an X341/20. ➤ Verfolgen des Signalpfades von X341/20 bis P2.
D_REF	1	➤ Signalpfad von X342 bis B1 verfolgen. ➤ Prüfe Steuerbit OSC_OFF und Funktion D5.
D_5VOSC	1	(ab Änderungsindex 07.03) ➤ Prüfen der 12 V-Versorgung. ➤ Prüfen des Spannungsreglers (N2,V10) und G1.

5.6.2 Prüfungen und Abgleiche

5.6.2.1 Prüfen der Stromaufnahme

Die Stromaufnahme bei +24 V ist während der Aufheizphase höher und soll dann nach ca. 3 min. bei 25° C Umgebungstemperatur auf den stabilen Wert sinken.

Tabelle 5-3 Stromaufnahme

Spannung (V)	Maximale Stromaufnahme (mA)
+24 V (heizen)	290
+24 V (stabil)	100
+12 V	20
-12 V	10
+5 V	5
+3.3 V	5

5.6.2.2 Prüfen der Ausgangsbeschaltung und des Oszillators

Es wird die Funktion sowie der Abstimmbereich des Oszillators überprüft.

Vorbereitung

- PRESET durchführen.
- Oszilloskop bereitstellen.
- Spektrumanalysator bereitstellen. Einstellung CF 10 MHz, Span 2 MHz, Ref. Level 15 dBm.

Prüfen

- Das Steuerbit OSC_OFF soll auf "low"-Potential liegen. Ab Änderungsindex 07.03 muß OSC_ON gleichzeitig auf "high"-Potential liegen.
- Hochohmig mit Tastkopf an X341 messen. Das Signal muß TTL-Pegel aufweisen.
- Spektrumanalysator an X341 anschließen. Der Spektrumanalysator soll einen Pegel von 12 dBm $\pm$ 5 dBm anzeigen. Es sollen keine Nebenlinien vorhanden sein.
- Hochohmig mit Tastkopf an B1/Pin10 messen. Es muß ein 10 MHz-Signal mit CMOS-Pegel zu sehen sein.
- Im Menü Utilities/RefOsc/Source/Ext wählen.
- Das Steuerbit OSC_OFF muß auf "high"-Potential liegen. Ab Änderungszustand 07.03 muß OSC_ON gleichzeitig auf "low"-Potential liegen.
- Hochohmig mit Tastkopf an L10 messen. Es muß "low"-Potential anliegen.

5.6.2.3 Prüfen der Interrupterzeugung (Meldung "Oven Cold")

Solange der Thermostat des Quarzoszillators die Solltemperatur nicht erreicht hat, liegt das Signal MI_OPTREF (X341/17) auf "high"-Potential. Das wird vom Rechner auf dem Mainboard erkannt und führt zur Meldung "Oven Cold" im Display.

Vorbereitung

- Oszilloskop bereitstellen.
- Gerät aus kaltem Zustand heraus starten.
- PRESET durchführen.

Prüfen

- Nach dem Starten des kalten Gerätes muß die Meldung „Oven Cold“ im Display erscheinen.
- Hochohmig mit Tastkopf an X341/17 das Signal MI_OPTREF messen. Das Signal muß "high"-Potential aufweisen. Das Steuerbit INT_OFF muß "low"-Potential aufweisen.
- Nach der Aufheizzeit muß das Signal MI_OPTREF auf "low"-Potential wechseln. Die Meldung "Oven Cold" wird nicht mehr angezeigt.
- Ein warmgelaufener Oszillator muß nach einigen Minuten Abschaltung beim erneuten Anschalten wieder "Oven Cold" melden.

5.6.2.4 Abgleich des Oszillators

Vor der Messung muß die Baugruppe wenigstens 30 Minuten warmlaufen.

Vorbereitung

- Kalibrierten Frequenzzähler an X341 anschließen

Abgleich

- Im Menü Utilities/Protect/Lock Level 2 auf OFF setzen. (Passwort: 261339).
- Im Menü Utilities/Calib/RefOsc/CalibrationData den Wert verändern, bis der Frequenzzähler 10.0000000 MHz anzeigt.
- Im Menü Utilities/Calib/RefOsc StoreCalibrationData betätigen. Es erscheint kurz die Anzeige "WRITE DATA BLOCK TO EEPROM" im Display.

5.7 Tabellen und Schnittstellen

5.7.1 Liste der Diagnosemeßpunkte

Tabelle 5-4 Diagnosepunkte Rechner und Versorgungsspannungen

	Meßpunkt	Min/V	Max/V	Einstellung
700 D_TUNE	Tunespannung für den Oszillator	0	10	
701 D_REF	Ausgangssignal OPTREF	0.75	2	OSC_OFF = 0
		-0.1	0.1	OSC_OFF = 1
702 D_OVEN	Versorgungsspannung Oszillator	11.6	12.4	
703 D_VREF	Versorgungsspannung Ausgang	4.6	5.2	
704 D_5VOSC	Versorgungsspannung Oszillator	4.8	5.2	

5.7.2 Referenzspannungen

Tabelle 5-5 Referenzspannungen

Spannung	Meßpunkt	Min/V	Max/V	Stromlaufblatt
V_REF	V4 Emitter	4.6	5.2	1
12 V-Versorgung B1	P1	+11.6	+12.4	1

Ab Änderungsindex 07.03:

Spannung	Meßpunkt	Min/V	Max/V	Stromlaufblatt
5 V-Versorgung B1	B1, Pin 7	4.8	5.2	1

5.7.3 Digitale Schnittstelle

In den folgenden Tabellen sind die Einstellbits für die Grundeinstellung des Gerätes (Presetzustand) aufgeführt. Die Einstellung der Bits kann an den Schieberegisterausgängen nachgemessen werden. Die Pinbelegung kann den Stromlaufunterlagen entnommen werden.

Tabelle 5-6 Digitale Schnittstelle

Byte	Bit	Bezeichnung	Funktion	Bemerkung
0	7	-	-	
	6	OSC_ON	Abschaltung der 5 V-Versorgung für Oszillator	Presetzustand: 1
	5	INT_OFF	(ab Änderungsindex 07.03)	Presetzustand: 0
	4	OSC_OFF	Interruptsignal rücksetzen	Presetzustand: 0
	3	DMUX0_ON	Abschaltung des Signals OPTREF	Presetzustand: 0
	2	DMUXAD2	Auswahl Diagnosemultiplexer	
	1	DMUXAD1	Adresse D.-Multiplexer MSB	
	0	DMUXAD0	Adresse D.-Multiplexer LSB	

5.7.4 Externe Schnittstelle

Tabelle 5-7 Externe Schnittstelle

Signal Name	Beschreibung	R	A	Wertebereich	PT	Bild Nr.	Anschlußpunkt	Bemerkung
GND		I	P				X132.1	Masse
+24VM		I	P	+22.3 V ... 26.9 V	P		X132.2	Versorgung +24 V
GND		I	P				X132.3	Masse
+12VM		I	P	11.3 V ... 12 V	P		X132.4	Versorgung +12 V
GND		I	P				X132.5	Masse
-12VM		I	P	-12.5 V ... -11.4 V	P		X132.6	Versorgung -12 V
GND		I	P				X132.7	Masse
+5VM		I	P	4.75 V ... 5.25 V	P		X132.8	Versorgung +5 V
GND		I	P				X132.9	Masse
+3VM		I	P	3.0 V ... 3.6 V	P		X132.10	Versorgung +3.3 V
MS_OPTREF_N		I	D	TTL-Pegel			X132.11	Modul_Select Referenzoszillator
STROBE_N		I	D	TTL-Pegel			X132.12	Strobe
SERDATA_N		I	D	TTL-Pegel			X132.13	Daten seriell
EEDATA		B	D	TTL-Pegel			X132.14	Daten EEPROM
SERCLK_N		I	D	TTL-Pegel			X132.15	Clock seriell
EECLK_N		I	D	TTL-Pegel			X132.16	Clock EEPROM
MI_OPTREF		O	D	TTL-Pegel			X132.17	Interrupt OVEN COLD
V_DIAG		O	A	-2.5 V...+2.5 V			X132.18	Diagnose-Spannung
							X132.19	n.c.
OPTTUNE		I	A	0 V...10 V	E		X132.20	Abstimmungsspannung OCXO
OPTREF		O	A	10 MHz TTL-Pegel			X342	Ausgang OPTREF

Eintrag in der Spalte R (**R**ichtung):**O** = Ausgang**I** = Eingang**B** = BidirektionalEintrag in der Spalte A (**A**rt):**A** = Analog**D** = Digital**P** = PowerEintrag in der Spalte PT:
(**P**rüf- und **T**rimmplan)**P** = Prüfwert**T** = Trimmwert**D** = Typprüfwert**E** = Einstellwert



ROHDE & SCHWARZ

Service Documents

Reference Oscillator

1090.5810.02

Option SML-B1

Printed in the Federal
Republic of Germany

CONTENTS

5	REFERENCE OSCILLATOR	5.1
5.1	Overview.....	5.1
5.2	Function Description.....	5.2
5.2.1	Current Supply.....	5.2
5.2.2	Serial Interface	5.2
5.2.3	Oscillator	5.2
5.3	Removing the Reference Oscillator.....	5.3
5.4	Special Measuring Instruments and Accessories.....	5.4
5.5	Troubleshooting	5.5
5.5.1	Error in Module Detection.....	5.5
5.5.2	Error Output Signal OPTREF at X342.....	5.5
5.6	Checking the Modules, Testing and Adjustment	5.6
5.6.1	Checking the Module.....	5.6
5.6.2	Testing and Adjustments.....	5.7
5.6.2.1	Testing the Current Consumption.....	5.7
5.6.2.2	Testing the Output Connection and the Oscillator	5.7
5.6.2.3	Testing the Interrupt Generation (Message Oven Cold).....	5.8
5.6.2.4	Adjusting the Oscillator	5.8
5.7	Tables and Interfaces.....	5.9
5.7.1	List of Diagnostic Test Points	5.9
5.7.2	Reference Voltages.....	5.9
5.7.3	Digital Interface	5.9
5.7.4	External Interface	5.10

5 Reference Oscillator

5.1 Overview

The Reference Oscillator replaces the 10-MHz reference oscillator of the mainboard by a high-quality, oven-controlled crystal oscillator (OCXO), thus improving the instrument data in terms of aging, temperature effect and phase noise.

The reference oscillator is located at the bottom of the SML.

In addition to the oscillator, the module also contains components for internal data transfer, data storage and diagnosis as well as circuits for generation of the interrupt for the display of the “Oven Cold” message and for switching off the output signal.

Note: *The module is divided into two chambers. However, no screening panels are fitted. The module does not feature a screening cover.*

5.2 Function Description

5.2.1 Current Supply

The module derives the required voltages from the mainboard via the interface connector (X342). +24 V, +12 V, -12 V, +5 V and +3 V are available.

From the voltages +24 V and +12 V the supply for the OCXO is obtained via a voltage regulator (N1, V1). The control voltage is determined by Zener diodes (V2, V9). As a protection against excessive voltages at the OCXO in the case of a fault, two further Zener diodes (V3, V7) limit the output voltage of the regulator.

The 3 V_{REF} voltage is derived from the +12-V voltage by voltage division and electronic filtering (V4), serving as supply of the output circuitry of the module.

With revision 07.03 or higher, a 5-V supply voltage is generated at G1 for the OCXO.

5.2.2 Serial Interface

The module is controlled via a serial interface from the mainboard. The serial data, the data for the module EEPROM (D1) and the voltage supplies are taken to the module via the interface connector (X342). A register (D6) is used to distribute the data for control of the output gate, the interrupt generation and diagnosis.

The EEDATA data line (X341/14) serves as bidirectional data line for writing to and reading of the EEPROM (D1). The required data clock (EECLK_N, X341/16) is inverted (D2) and its level converted (V8). For operation of the EEPROM jumpers X1 and X2 must be inserted.

For selecting diagnostic voltages, a multiplexer (D3) is provided which is controlled via interface register (D6). The selected diagnostic line is applied to the main board via the interface connector (X341/18).

5.2.3 Oscillator

The oven-controlled crystal oscillator (B1) is operated from a controlled and filtered 12-V supply (cf. 1.2.1). The frequency of the oscillator can be tuned via the OPTTUNE signal (X341/20) that is applied via the interface connector. The output signal of the oscillator features a frequency of 10 MHz and can be switched off by means of the output gate (D5). With revision 07.03 or higher, the 5-V supply voltage of the oscillator is additionally connected.

In the following, the squarewave signal is filtered in a lowpass (10MHz) and converted back to a squarewave signal (V11). Filtering serves to suppress noise components from the oscillator. The output signal of the module is then taken to connector (X342).

5.3 Removing the Reference Oscillator

**Caution!**

Make sure to observe the instructions given below in order not to cause damage to the instrument or endanger anybody. Please also note the general safety instructions at the beginning of this manual.

Note:

***The module need not be removed or opened for the adjustment!
Calibrations performed with open mainboard may cause deterioration of the instrument data. They should be repeated in any case with the instrument completely mounted and warmed up.***

The reference oscillator module is not equipped with a screening cover.
For removal and replacement of the module proceed as follows:

Opening the instrument	Put the instrument on end on the two handles and loosen the four screws in the instrument feet. The instrument feet can be removed now. Carefully lift off the instrument tube. The instrument is open now.
Removing the module	Loosen all plug-in connections on the module. Loosen the fixing screws (Phillips) from the reference oscillator. The module can taken out now.
Storing the module externally	The cable connections can be restored for troubleshooting after storing the module outside the instrument.
Replacing the module	Proceed in the reverse order to the procedure described above.

5.4 Special Measuring Instruments and Accessories

The instruments listed in the following table are required for testing and adjustment of the mainboard.

Table 5-1 Reference oscillator – special accessories

Item	Type of instrument	Specifications	Appropriate R&S device	Order No.	Use
1	Digital multimeter DC	1 mV to 100 V 0.1 mA to 1 A			all DC measurments
3	Frequency counter	1 MHz to 10 MHz			Adjustment OCXO
4	Oscilloscope	DC-100 MHz, 2 channels			Output signal OCXO
5	RF spectrum analyzer	9 kHz to 1.1 GHz	FSEA/FSP		Spectral purity
10	IEC-bus cable	Connection to IEC625	PCK	0292.2013.10 1006.3008.03	Service program
11	RS232 cable	Alternative to 10.		1050.0346.00	Service program
12	Service kit		SML-Z2	1090.5203.02	Troubleshooting

5.5 Troubleshooting

The DC voltages at the test points (e.g. D_TUNE) marked with D_XXXXXXX in the connection diagram can be indicated in the SML display. For this purpose, activate the test point display in the submenu **Utilities/Diag/Tpoint** and enter the desired diagnostic point (see Table Diagnostic Points). A complete test of all test points available on the reference oscillator can be performed using the service program SML_SERV.EXE. Possible faults can thus be located quickly and easily.

5.5.1 Error in Module Detection

Module is not detected

- Check plug-in connections X1 and X2. Both must be inserted.
- Check voltage supply +5 V.
- Check interface connector (X341) and cable connection.

5.5.2 Error Output Signal OPTREF at X342

Frequency error

- Trace tuning voltage to the oscillator. Recalibrate in the case of small deviations due to aging.

Level error

- Check module according to 5.6.1

5.6 Checking the Modules, Testing and Adjustment

The position of the jumpers and test points can be obtained from the component location plan (see connection diagram).

For checking the module, the service program SML_SERV.EXE is required. It permits comprehensive testing of the module. For this purpose, the menu item "Check" permits to check the individual module ("Reference Oscillator") or the complete module („ALL"). In the block diagram, all the components that are out of tolerance are marked by red color. The detailed list of all measured values can be obtained in the "Report" window. The Directmode menu permits to set, individual control bits on the module for specific testing of individual components.

All measured values listed without tolerance are meant to be understood as rough values. Voltage values without further designation are DC voltages.

Before starting an adjustment or a measurement procedure set the module to the preset status unless otherwise specified.

5.6.1 Checking the Module

For testing the modules, the service program is started. The test report shows the test points that are out of tolerance. The table listed below indicates the faults that might be involved.

For fault elimination, proceed in the order given in the table, since the faults that are further down may result from those mentioned above.

Table 5-2 Troubleshooting with module checking

Test point out of tolerance	Circuit diagram sheet	Troubleshooting
D_OVEN	1	➤ Check coil L3. ➤ Check Zener diodes V2 and V9. ➤ Check voltage regulator (N1, V1).
D_3VREF	1	➤ Check filter transistor V4. ➤ Check coil L3.
D_TUNE	1	➤ Check signal at X341/20 ➤ Trace signal path from X341/20 to P2
D_REF	1	➤ Trace signal path from X342 to B1. ➤ Check control bit OSC_OFF and function D5.
D_5VOSC	1	(after revision index 07.03) ➤ Check 12-V supply. ➤ Check voltage regulator (N2,V10) and G1.

5.6.2 Testing and Adjustments

5.6.2.1 Testing the Current Consumption

The current consumption at +24 V is higher during the warming-up period and should then decrease after approx. 3 min. to a stable value at an ambient temperature of 25°C.

Table 5-3 Current consumption

Voltage (V)	Maximum current consumption (mA)
+24 V (heat)	290
+24 V (stable)	100
+12 V	20
-12 V	10
+5 V	5
+3.3 V	5

5.6.2.2 Testing the Output Connection and the Oscillator

Both the function and the tuning range of the oscillator are checked

Preparation

- Perform PRESET.
- Provide oscilloscope.
- Provide spectrum analyzer. Setting CF 10MHz, Span 2 MHz, Ref. Level 15 dBm.

Testing

- The control bit OSC_OFF must be at “low” potential. With revision index 07.03 or higher, OSC_ON must simultaneously be at “high” potential.
- Perform high-impedance measurement using probe at X341. The signal must feature TTL level.
- Connect spectrum analyzer to X341. The spectrum analyzer is to display a level of 12 dBm $\pm$ 5 dBm. There should be no spurious.
- Perform high-impedance measurement with probe at B1/Pin10. A 10-MHz signal with CMOS level must be visible.
- Select Utilities/RefOsc/Source/Ext.
- The control bit OSC_OFF must be at “high” potential. With revision index 07.03 or higher, OSC_ON must be simultaneously at “low” potential.
- Perform high-impedance measurement with probe at L10. “Low” potential must be applied

5.6.2.3 Testing the Interrupt Generation (Message Oven Cold)

As long as the thermostat of the crystal oscillator has not reached the nominal temperature, the signal MI_OPTREF (X341/17) is at “high” potential. This is noticed by the computer on the mainboard and leads to the message “Oven Cold” in the display.

Preparation

- Provide oscilloscope
- Start instrument when it is cold
- Perform PRESET

Testing

- After starting the cold instrument, the message “Oven Cold” must be displayed.
- Perform high-impedance measurement of the MI_OPTREF signal with probe at X341/17. The signal must feature “high” potential. The control bit INT_OFF must feature “low” potential.
- After the warming-up period, the signal MI_OPTREF must change to “low” potential. The “Oven Cold” message is no longer displayed.
- After warming up, an oscillator must again signal “Oven Cold” when it is switched off for a few minutes and then switched on again.

5.6.2.4 Adjusting the Oscillator

Prior to the measurement allow the module to warm up for at least 30 minutes.

Preparation

- Connect calibrated frequency counter to X341

Adjustment

- Set Level 2 to OFF in the menu Utilities/Protect/Lock. (Password: 261339).
- Change the value in the Utilities/Calib/RefOsc/Calibration Data menu until the frequency counter displays 10.0000000 MHz.
- Select Utilities/Calib/RefOsc/StoreCalibrationData in the menu. The message “WRITE DATA BLOCK TO EEPROM” will be briefly displayed.

5.7 Tables and Interfaces

5.7.1 List of Diagnostic Test Points

Table 5-4 Diagnostic points controller and supply voltages

	Test point	Min./V	Max./V	Setting
700 D_TUNE	Tuning voltage for oscillator	0	10	
701 D_REF	Output signal OPTREF	0.75	2	OSC_OFF = 0
		-0.1	0.1	OSC_OFF = 1
702 D_OVEN	Supply voltage oscillator	11.6	12.4	
703 D_VREF	Supply voltage output	4.6	5.2	
704 D_5VOSC	Supply voltage oscillator	4.8	5.2	

5.7.2 Reference Voltages

Table 5-5 Reference Voltages

Voltage	Test point	Min/V	Max/V	Circuit diagram sheet
V_REF	V4 Emitter	4.6	5.2	1
12-V supply B1	P1	+11.6	+12.4	1

With revision index 07.03 or higher:

Voltage	Test point	Min/V	Max/V	Circuit diagram sheet
5-V supply B1	B1, Pin 7	4.8	5.2	1

5.7.3 Digital Interface

The following tables list the setting bits for the default setting of the instrument (Preset). The setting of the bits can be checked at the shift register outputs. The pin assignment can be obtained from the circuit diagram.

Table 5-6 Digital interface

Byte	Bit	Designation	Function	Remark
0	7	-	-	Preset status: 1 Preset status: 0 Preset status: 0 Preset status: 0
	6	OSC_ON	Switch-off of 5-V supply for oscillator (from revision index 07.03)	
	5	INT_OFF	Reset interrupt signal	
	4	OSC_OFF	Switch-off of signal OPTREF	
	3	DMUX0_ON	Selection of diagnostic multiplexer	
	2	DMUXAD2	Address D.-Multiplexer MSB	
	1	DMUXAD1	Address D.-Multiplexer LSB	
	0	DMUXAD0		

5.7.4 External Interface

Table 5-7 External interface

Signal Name	Description	R	A	Value range	PT	Fig. No.	Terminal	Remark
GND		I	P				X132.1	Ground
+24VM		I	P	+22.3 V to 26.9 V	P		X132.2	Supply +24 V
GND		I	P				X132.3	Ground
+12VM		I	P	11.3 V to 12 V	P		X132.4	Supply +12 V
GND		I	P				X132.5	Ground
-12VM		I	P	-12.5 V to -11.4 V	P		X132.6	Supply -12 V
GND		I	P				X132.7	Ground
+5VM		I	P	4.75 V to 5.25 V	P		X132.8	Supply +5 V
GND		I	P				X132.9	Ground
+3VM		I	P	3.0 V to 3.6 V	P		X132.10	Supply +3.3 V
MS_OPTREF_N		I	D	TTL level			X132.11	Modul_Select reference osc.
STROBE_N		I	D	TTL level			X132.12	Strobe
SERDATA_N		I	D	TTL level			X132.13	Data serial
EEDATA		B	D	TTL level			X132.14	Data EEPROM
SERCLK_N		I	D	TTL level			X132.15	Clock serial
EECLK_N		I	D	TTL level			X132.16	Clock EEPROM
MI_OPTREF		O	D	TTL level			X132.17	Interrupt OVEN COLD
V_DIAG		O	A	-2.5 V to +2.5 V			X132.18	Diagnostic voltage
							X132.19	n.c.
OPTTUNE		I	A	0 V to 10 V	E		X132.20	Tuning voltage OCXO
OPTREF		O	A	10 MHz TTL level			X342	Output OPTREF

Entry in column R (direction):

O = Output**I** = Input**B** = Bidirectional

Entry in column A (type):

A = Analog**D** = Digital**P** = PowerEntry in column PT:
(test and trim plan)**P** = Test value**T** = Trim value**D** = Type test value **E** = Setting value



ROHDE & SCHWARZ

Serviceunterlagen

Pulsmodulator

1090.5410.02

Option SML-B3

ENGLISH SERVICE MANUAL FOLLOWS FIRST COLOURED DEVIDER

Printed in the Federal
Republic of Germany

Inhaltsverzeichnis

6 Pulsmodulator	6.1
6.1 Übersicht	6.1
6.2 Funktionsbeschreibung.....	6.1
6.2.1 Stromversorgung.....	6.1
6.2.2 Pulsgenerator	6.1
6.2.3 Pulsmodulator	6.2
6.2.4 Steuerschnittstelle	6.2
6.3 Ausbau des Pulsmodulators	6.3
6.4 Spezielle Messgeräte und Hilfsmittel	6.4
6.5 Fehlersuche.....	6.4
6.5.1 Vorbemerkung.....	6.4
6.5.2 Fehler im Modulatorpfad	6.5
6.5.3 Fehler im Pulsgenerator	6.6
6.6 Modulcheck.....	6.7
6.7 Prüfen und Abgleichen	6.8
6.7.1 Versorgungsspannungen	6.8
6.7.2 Datenübertragung	6.9
6.7.3 Schalter und Treiber.....	6.10
6.7.4 Arbeitspunkt Endstufe	6.11
6.7.5 Oberwellenfilter.....	6.11
6.8 Tabellen und Schnittstellen.....	6.12
6.8.1 Liste der Diagnosepunkte.....	6.12
6.8.2 Referenzspannungen	6.12
6.8.3 Arbeitspunkte und HF-Pegel von aktiven HF-Bauteilen	6.12
6.8.4 Digitale Schnittstelle	6.13
6.8.5 Externe Schnittstelle.....	6.14

6 Pulsmodulator

6.1 Übersicht

Die Option Pulsmodulator erweitert die Modulationsarten des SML um eine Pulsmodulation mit sehr hoher Dynamik von typisch 90 dB und sehr kurzen Pulsanstiegs- bzw. Abfallzeiten von weniger als 10 ns. Zusätzlich stellt sie einen Pulsgenerator mit einstellbarer Pulsperiode von 100 ns...85 s und Pulsdauer von 20 ns...1.34 s zur Verfügung. Ein externer Triggereingang und ein eigener Pulsausgang sind vorhanden. Der Pulsmodulator liegt im HF-Pfad direkt vor der Eichleitung.

6.2 Funktionsbeschreibung

Die Baugruppe Pulsmodulator besteht aus den Komponenten Pulsgenerator (Xilinx-FPGA PGEN) und dem Modulator (GaAs-Switches mit Ansteuerung und RF-Verstärker). Sie wird über eine serielle Steuerschnittstelle vom SML angesprochen.

Hinweis: Ein Blockschaltbild befindet sich auf Blatt 1 der Schaltplan-Unterlagen.

6.2.1 Stromversorgung

Stromlauf Blatt 6, 3

Die Stromversorgung der Baugruppe Pulsmodulator erfolgt vom Mainboard aus. Dabei werden die Betriebsspannungen +24 V, +12 V, -12 V, +5 V und +3 V über die Siebglider L9...L14 und C73,C19...23 und die Durchführungsfilter Z6...Z10 in die Kammern geführt.

Aus der Spannung +24 V wird eine Referenzspannung von +10 V mit N7 erzeugt.

6.2.2 Pulsgenerator

Stromlauf Blatt 4

Der Pulsgeneratorbaustein D4 erzeugt ein TTL-kompatibles Digitalsignal, mit dem der Pulsmodulator über die Logikbausteine D3 und D12 angesteuert wird. D3 dient hierbei der Verknüpfung des Digitalsignales mit internen Steuersignalen, D12 erzeugt die komplementären Ansteuersignale PULS_LOW und PULS_HIGH. Über einen externen Triggereingang PULSE (X384) kann das Pulssignal mit anderen Taktquellen synchronisiert bzw. verknüpft werden. Das erzeugte Pulssignal kann über das Auswahlmeneü Pulse Output auf der Gerätebuchse PULSE VIDEO (X385) über den Pufferbaustein D11 zur Verfügung gestellt werden.

Über die Eingangsbuchse X384 kann der Pulsgenerator mit einem externen Signal getriggert bzw. ein Modulationssignal eingespeist werden. Die Impedanz des Eingangs kann mit der Steckbrücke X5 zwischen 50 Ω (Brücke gesetzt) und 10 k Ω gewählt werden. Die Diode V3 dient als Schutz vor zu hohen Signalspannungen an Gatter D7.

Die Konfiguration des FPGA D4 erfolgt beim Einschalten des Gerätes. Als Zeitbasis ist eine baugruppeneigene 100 MHz-Referenz G1 vorhanden. Mit der Steckbrücke X6 kann die interne Referenz abgeschaltet werden, für Service- und Testzwecke kann ein externes Signal eingespeist werden.

Eigenschaften	Pulsgenerator:	Pulse Periode	400 ns...85.9 s
		Pulse Dauer	20 ns...1.34 s
		Delay	20 ns...1.34 s
		Auflösung	20 ns

6.2.3 Pulsmodulator

Stromlauf Blatt 2, 3

Der Modulator schaltet die HF mit 3 GaAs-Schaltern S1...S3 ein bzw. aus. Die für die Ansteuerung der GaAs-Schalter notwendigen negativen Ansteuerspannungen werden von schnellen OP-Amps N1...N6 erzeugt. V17 stabilisiert die Betriebsspannung des Pufferbausteines D6. (Stromlauf Blatt 2)

Die entstehende Durchgangsdämpfung wird durch einen nachfolgenden Verstärker N8 ausgeglichen. Die Betriebsspannung des GaAs-Fet N8 wird aus +24 V erzeugt. Dazu wird über R123/R199 und V5 eine stabilisierte Spannung von ca. 16 V erzeugt. V1 regelt die Spannung an R203 auf 9 V und legt damit den Strom durch N8 mit R31/R104 fest. (Stromlauf Blatt 3)

Am Ausgang sorgt ein Filter, dessen Eckfrequenz mit einer Pindiode V23 zwischen 1.9 GHz und 3.3 GHz umgeschaltet werden kann, für einen ausreichenden Oberwellenabstand. Die Umschaltung erfolgt mit dem Transistor V19 durch das Bit OW_HIGH.

Eigenschaften	Puls-Modulator:	Dynamik min. 90 dB $T_{ON/OFF} < 10 \text{ ns}$ RF 9kHz. 3.3 GHz
	Verstärker SHF289:	$U_{DS} = 8.8 \text{ V}$; $I_D = 250 \text{ mA}$ Verstärkung ca. 10 dB

6.2.4 Steuerschnittstelle

Stromlauf Blatt 5, 6

Über die 20polige Steckerleiste X381-11...20 werden die Steuerbits über Durchführungsfilter Z3...Z5 und Z11...Z14 auf die Baugruppe geführt.

Bei Anliegen des Modul-Select-Signals MS_PULS_N (Low-Aktiv) werden die Daten seriell in die Schieberegister D8...D10 eingelesen und mit dem Strobe-Signal STROBE_MOD in die Ausgangsregister übernommen bzw. an das FPGA übergeben.

Im EEPROM D1 sind Variante, Änderungszustand und Baugruppenkennung eingespeichert. V15 dient als Pegelwandler von 3,3 V...5 V.

VDIAG_MOD führt eine analoge Diagnosespannung von -2,5 V...+2,5 V zur weiteren Auswertung auf das Mainboard. Der Multiplexer D5 ermöglicht die Auswahl zwischen 8 verschiedenen Diagnosepunkten.

6.3 Ausbau des Pulsmodulators



Achtung!

Befolgen Sie bitte genau die Anweisungen der folgenden Abschnitte, damit eine Beschädigung des Geräts oder eine Gefährdung von Personen vermieden wird. Beachten Sie bitte auch die allgemeinen Sicherheitshinweise am Anfang dieses Handbuchs.

Zum Öffnen des Pulsmodulators verfahren Sie wie folgt:

- | | |
|-------------------------------|---|
| Öffnen des Gerätes | <ul style="list-style-type: none">➤ Das Gerät hochkant auf die beiden Griffe stellen und die vier Schrauben in den Gerätefüßen lösen.
Die Gerätefüße lassen sich nun entfernen.➤ Den Gehäusetubus vorsichtig nach oben abziehen.
Gerät ist nun offen. |
| Baugruppe ausbauen und öffnen | <ul style="list-style-type: none">➤ Alle Steckverbindungen auf der Baugruppe lösen.➤ HF-Kabel von X382 / X383 abschrauben.➤ HF-Kabel von X384 /X385 abstecken.➤ Die Befestigungsschrauben (Kreuzschlitz) des Pulsmodulators lösen.
Baugruppe kann jetzt herausgenommen werden.➤ Die Schirmdeckel der Baugruppe können nun abgeschraubt werden.➤ Zur Fehlersuche kann die Baugruppe in der sogenannten Servicestellung betrieben werden. Dazu sind alle Steckverbindungen wieder herzustellen und die HF-Kabel falls notwendig durch flexible Ausführungen zu ersetzen. |
| Einbau | <ul style="list-style-type: none">➤ Schritte in umgekehrter Reihenfolge wie oben beschrieben ausführen. |

6.4 Spezielle Meßgeräte und Hilfsmittel

Eine Liste der für den SML häufig gebrauchten Meßgeräte und Hilfsmittel befindet sich am Anfang dieses Handbuchs. Die in der folgenden Tabelle aufgelisteten Geräte sind speziell zum Prüfen und zum Abgleich des Pulsmodulators erforderlich.

Tabelle 6-1 Meßgeräte

Pos.	Geräteart	Erforderliche Eigenschaften	Geeignetes R&S-Gerät	Bestell-Nr.	Anwendung
1	Digitalmultimeter	1 mV...100 V 0,1 mA...1 A			Seite 6.9, 6.10, 6.11
2	Oszilloskop	DC-100 MHz, 2 Kanäle Samplingoszilloskop			Seite 6.10
3	Spektrumanalysator	100 Hz...5 GHz	FSB FSBA		Seite 6.11
4	HF-Tastkopf mit DC-Blocker	9 kHz...3.3 GHz			Seite 6.10

6.5 Fehlersuche

6.5.1 Vorbemerkung

Vor der eigentlichen Fehlersuche auf dem Pulsmodulator muß sichergestellt sein, daß alle Versorgungsspannungen ordnungsgemäß anliegen (siehe Kapitel 6.7.1). Weiterhin muß per Diagnosemessung überprüft werden, ob die Referenzspannung anliegt. Dazu ist der Diagnosepunkt D_UREF auf seinen Sollwert zu überprüfen (siehe Tabelle Kapitel 6.8.1).

Die DC-Spannungen an den im Schaltplan mit D_XXXXXXX bezeichneten Testpunkten (z.B. D_TEMP) können im Display des SML angezeigt werden. Hierzu wird im Untermenü **Utilities/Diag/Tpoint** die Testpunkt-Anzeige aktiviert und der gewünschte Diagnosepunkt (siehe Tabelle Diagnosepunkte) eingegeben.

Ein vollständiger Test aller auf der Baugruppe Pulsmodulator vorhandenen Testpunkte kann mit Hilfe des Service-Programms SML_SERV.EXE durchgeführt werden. Eventuell auftretende Fehler können somit sehr schnell und einfach lokalisiert werden.

6.5.2 Fehler im Modulatorpfad

Einstellungen am SML

Modulation: Pulse:PulseSource:Off (Presetstellung)

Fehlerbeschreibung	Kein RF-Ausgangssignal, zu geringer RF-Pegel, verzerrtes Ausgangssignal, Oberwellen
Fehlerursache	Verkabelung, Verstärker N8, Schalter S1...S3, Ansteuerung/Pegelwandler N1...N6, Oberwellenfilter. Wie folgt prüfen: ➤ Versorgungsspannungen nach Abschnitt 6.7.1 kontrollieren. ➤ Arbeitspunkt Endstufe N8 und Ansteuerspannungen der Schalter S1...S3 nach Tabelle 6-5 prüfen. ➤ TTL-Pegel PULS_LOW, PULS_HIGH nach Tabelle 6-6 prüfen. ➤ Mit Oszilloskop bzw. HF-Tastkopf HF-Pegel nach Tabelle 6-5 in Abschnitt 6.8.3 prüfen. ➤ Ansteuerspannung OW-Filter nach Abschnitt 6.7.5 prüfen.
Fehlerbehebung	Defektes Bauteil/Kabel tauschen.
Fehlerbeschreibung	Keine externe Pulsmodulation möglich, RF-Ausgangssignal vorhanden.
Fehlerursache	Verkabelung, Eingangsimpedanz, Überlastschutz, Schalter S1...S3, Ansteuerung/Pegelwandler N1...N6 Wie folgt prüfen: ➤ Verkabelung Buchse PULSE – X384 prüfen. ➤ Steckbrücke X5 richtig gesetzt? (Z_{in} in 50 Ω/10 kΩ). ➤ Begrenzerdiode V3 prüfen. ➤ Datenübertragung nach Abschnitt 6.7.2 prüfen. ➤ PGEN nach Abschnitt 6.6 prüfen. ➤ TTL-Pegel PULS_LOW, PULS_HIGH nach Abschnitt 6.7.3 prüfen. ➤ Ansteuerspannungen S1...S3 nach Tabelle 6-5 prüfen.
Fehlerbehebung	Defektes Bauteil/Kabel tauschen

6.5.3 Fehler im Pulsgenerator

Voraussetzung: RF-Pegel ist hinter der Baugruppe vorhanden.

Einstellungen am SML:

Modulation:Pulse:PulseSource:PulseGen

Fehlerbeschreibung	Baugruppeneigener Pulsgenerator funktioniert nicht, kein Signal an PULSE-VIDEO, Falsches Timing.
Fehlerursache	100 MHz-Referenz, fehlerhafte Daten Wie folgt prüfen: ➤ Prüfen der 100 MHz-Referenz nach Abschnitt 6.6. ➤ Steckbrücke X6 vorhanden? ➤ Verkabelung X385 – PULSE-VIDEO prüfen. ➤ Versorgungsspannungen (insbesondere 5 V) nach Abschnitt 6.7.1 prüfen. ➤ Datenübertragung nach Abschnitt 6.7.2 prüfen.
Fehlerbehebung	Defektes Bauteil tauschen
Fehlerbeschreibung	Zu geringe Dynamik, Puls Anstiegs-/Abfallzeiten zu groß, starke Pulskompression.
Fehlerursache	Pegelwandler N1...N6, Schalter S1...S3. Wie folgt prüfen: ➤ Versorgungsspannungen nach Abschnitt 6.7.1 prüfen. ➤ Pegelwandler N1...N6 und Schalter nach Abschnitt 6.7.3 prüfen.
Fehlerbehebung	Defektes Bauteil tauschen.

6.6 Modulcheck

Zum Test des Pulsmodulators wird das Serviceprogramm gestartet und ein Check der Baugruppe Pulsmodulator ausgeführt. Aus dem Fehlerbericht ist ersichtlich, welche Testpunkte außer Toleranz sind. Die unten aufgelistete Tabelle zeigt, auf welchen Fehler dies hindeuten könnte.

Zur Fehlerbeseitigung sollte in der angegebenen Reihenfolge vorgegangen werden (siehe Tabelle), da die weiter unten genannten Fehler auch Folgefehler der oberen sein können.

Tabelle 6-2 Fehler bei der Diagnose

Testpunkt außer Toleranz	Stromlaufblatt	Fehlersuche
D_DONE	4	Signalisiert die erfolgreiche Initialisierung des FPGA ➤ Überprüfen der Datenübertragung lt. Abschnitt 6.7.2
D_UREF	3	Zeigt die Größe der Referenzspannung 10 V ➤ Überprüfen der Versorgungsspannungen lt. Abschnitt 6.7.1
D_OSZ100	4	Funktion der 100 MHz-Referenz ➤ Überprüfen von Oszillator G1
D_TEMP	5	Baugruppentemperatur in 10 mV/°C ➤ Überprüfen des Sensors
D_AMP	3	Ausgangspegel hinter der Endstufe ➤ Überprüfen der Endstufe lt. Abschnitt 6.7.4
D_PULS	2	Pegel hinter den Schaltern, vor der Endstufe ➤ Überprüfen der Schalter lt. Abschnitt 6.7.3
D_SWA	2	Summe der Steuerspannungen SW1...SW3 Puls_Low ➤ Überprüfen der Treiber N1...N6
D_SWB	2	Summe der Steuerspannungen SW1...SW3 Puls_High ➤ Überprüfen der Treiber N1...N6

6.7 Prüfen und Abgleichen

Vorbemerkung:

Zum Servicebetrieb kann die Baugruppe aus dem SML gelöst werden. Die HF-Verbindungen und die Strom- und Datenversorgung sind ausreichend lang, um alle notwendigen Meßpunkte zu erreichen. Eventuell müssen die Semi-Rigid-Leitungen durch flexible Leitungen ersetzt werden.

6.7.1 Versorgungsspannungen

Vorbemerkung: Alle Versorgungsspannungen werden vom Mainboard zur Verfügung gestellt. Die 10 V-Referenzspannung wird aus der 24 V-Versorgung gewonnen.

Hinweis: *Falls die Spannungsversorgung des Diagnosewandlers fehlerhaft ist, diese noch vor allen weiteren Maßnahmen instandsetzen. Checkliste erneut durchgehen.*

Meßmittel - Digitalmultimeter

Meßaufbau

Messung

- Spannung +24 V hinter L9 / an C73 messen
- Spannung +12 V hinter L10 / an C19 messen
- Spannung -12 V hinter L11 / an C20 messen
- Spannung +5 V hinter L13 / an C21 messen
- Spannung +3,3 V hinter L14 / an C22 messen
- Referenzspannung +10 V an N7-6 messen
- Versorgung des Diagnosewandlers +3.9/-2.7 V an D5-16 und D5-7 messen.

Auswertung

- Alle Spannungen müssen mit einer Toleranz von $\pm 10\%$ vorhanden sein. Die Referenzspannung sollte nicht mehr als $\pm 1\%$ vom Sollwert abweichen.

6.7.2 Datenübertragung

Vorbemerkung: Eine detaillierte Prüfung der Datenübertragung zur Baugruppe ist nur in Verbindung mit einem PC mit Parallelport, einem Prüfadapter und spezieller Software möglich (**Meßaufbau B**). Dies ist jedoch nur erforderlich, wenn das FPGA nicht initialisiert wird.
Eine einfache Kontrolle der Datenübertragung kann auch im Grundgerät erfolgen (**Meßaufbau A**).

Hinweis: Falls der Diagnosepunkt *D_DONE* nach dem Einschalten des Grundgerätes *HIGH* – Pegel anzeigt, kann von einer funktionierenden Datenübertragung ausgegangen werden.

Meßmittel - Digitalmultimeter, Oszilloskop

Meßaufbau A *Oszilloskop:*

- Triggereingang an MS_PULS_N (X381-11)
- Y-Kanal nacheinander an STROBE_N (X381-12), SERDATA_N (X381-13), SERCLK_N (X381-15)

Messung A

- Auf Vorhandensein der o.a. Signale prüfen.
- Signalpegel messen, Signalform kontrollieren.
- Dauer des Strobepulses messen.

Auswertung A

- Unsaubere Signalpegel bzw. Signalfanken weisen auf defekte TTL-Bausteine hin. Ein zu kurzes Strobesignal (<1.5 µs) kann zu fehlerhafter Datenübernahme in das FPGA führen.

Meßaufbau B *PC:*

- Parallelport über Prüfadapter mit X381 verbinden. Starten des Prüfprogramms, Direct-Mode wählen.

Digitalmultimeter:

- Logikpegel an Datenbits D8, 9, 10 messen.

Messung B

- Senden definierter Bitmuster vom PC, Nachmessen des Logikzustandes am entsprechenden Datenbit eines jeden Schieberegisters.

Auswertung B

Unterschiede zwischen gesendetem Bitmuster und gemessenen Logikpegeln weisen auf defekte TTL-Bausteine hin.

6.7.3 Schalter und Treiber

Vorbemerkung Zum Prüfen des Timings kann der interne Pulsgenerator verwendet werden. Darauf achten, daß der Eingang X382 mit 50 Ω abgeschlossen ist. Bei Messung des Videoübersprechens mit Oszilloskop am Ausgang X383 ebenfalls Abschlußwiderstand an den Oszilloskopbuchsen benutzen. Das Video-Übersprechen am Ausgang des Pulsmodulators ist etwa doppelt so groß wie am Ausgang SML.

Hinweis: Bei zu großem Videoübersprechen ist meist das Timing der Schalter bzw. deren Ansteuerung dafür verantwortlich. Eine Verschiebung des Timings kann durch eine defekte Spannungsstabilisierung (V17) des Ansteuergatters D6 verursacht werden. Um die Schalter in die in Tabelle 6-5 angegebenen Zustände Off und Ext zu versetzen, im Menü **Modulation-Pulse-Pulse Source** einfach Off bzw. Ext wählen. Dabei sicherstellen, daß keine externe Pulsquelle angeschlossen ist.

Meßmittel - Digitalmultimeter, Oszilloskop, HF-Tastkopf

Meßaufbau Oszilloskop:

- Triggereingang an PULSE-VIDEO (X385)
- Y-Eingang an X383

Digitalmultimeter:

- Digitalmultimeter an Pin 6/7 der Schalter
- Digitalmultimeter an Signal PULS_HIGH (Z1) und PULS_LOW (Z2).

HF-Tastkopf:

- HF-Pegel hinter jedem Schalter.

Messung

- mit Oszilloskop Peak-Peak Spannung messen.
- TTL-Pegel PULS_HIGH bzw. PULS_LOW prüfen.
- Ansteuerspannung der Schalter messen.

Auswertung

- Zu großes Videoübersprechen (siehe Datenblatt) deutet auf Defekte.
- Fehlende TTL-Pegel deuten auf Fehler in der Datenübertragung oder Defekte Gatter D3, D12.
- Ansteuerspannungen der Schalter nach Tabelle 6-5 kontrollieren.
- HF-Pegel nach Tabelle 6-5 kontrollieren.

6.7.4 Arbeitspunkt Endstufe

Vorbemerkung: Die Endstufe ist ein GaAs-Fet. Bei den Messungen sind alle ESD-Maßnahmen zu beachten. Ein Kurzschließen des Gate-Anschlusses nach GND kann zur Zerstörung des Transistors führen.

Hinweis: Die Endstufe ist der größte Verbraucher auf der Baugruppe. Bleibt nach 10 min. Betriebsdauer die Baugruppe Pulsmodulator kalt, kann von einem Defekt in der Endstufe ausgegangen werden.

Meßmittel - Digitalmultimeter

Meßaufbau *Digitalmultimeter:*

- Am Gate N8-1 U_G
- An Drain N8-3 U_D
- Am Emitter V5 U_V5
- Am Emitter V1 U_V1

Messung ➤ Spannungen an den o.a. Punkten messen.

Auswertung

- Der Drainstrom errechnet sich aus $(U_{V5} - U_{V1})/24.2 \Omega$. Er soll ca. 250 mA betragen.
- Die Gatespannung soll ca. -1.2 V sein.
- Die Drainspannung soll ca. 8.8 V sein.

6.7.5 Oberwellenfilter

Hinweis: Die vollständige Funktion des Oberwellenfilters kann am besten mit einem Spektrumanalysator bzw. Netzwerkanalysator überprüft werden. Zum Testen der Ansteuerung genügt ein Digitalmultimeter, Meßpunkte wie unten angeben.

Meßmittel Digitalmultimeter, Spektrumanalysator

Meßaufbau *Digitalmultimeter:*

- An Basis V19
- An Diode V23 Pin1 und Pin2

Spektrumanalysator

- Pegel an X383

Messung

- Spannungen an den o.a. Punkten messen.
- Pegel an X383

Auswertung

- Nach Tabelle 6-5.
- Ausgangspegel muß bei $f_{out} = 2.4 \text{ GHz}$ um ca. 15 dB absinken, wenn $OW_HIGH = L$ ist.

6.8 Tabellen und Schnittstellen

6.8.1 Liste der Diagnosepunkte

Diagnosepunkte Rechner und Versorgungsspannungen:

Tabelle 6-3 Diagnosepunkte

Diagnosepunkt	Meßpunkt	Min/V	Max/V	Einstellung
900 D_DONE	Done-Pin des FPGA	2.8	3.5	Nach Einschalten
901 D_UREF	10 V-Referenzspannung	9.9	10.1	
902 D_AMP	RF-Pegel nach N8	0.15	0.25	1 GHz, 10 dBm
903 D_TEMP	Baugruppentemperatur 10 mV/°C	0	1	Je nach Betriebsdauer
904 D_OSC100	Pegel 100 MHz-Referenz	0.8	1.5	
905 D_PULS	RF-Pegel vor N8 (Signal F_Puls)	0.01	0.05	
906 D_SWA	Ansteuerspannung Schalter	-7	-6.3	Pulse Modulation OFF
907 D_SWB	Ansteuerspannung Schalter	+1.5	+2.0	Pulse Modulation OFF
906 D_SWA	Ansteuerspannung Schalter	+1.5	+2	Pulse Modulation EXT
907 D_SWB	Ansteuerspannung Schalter	-7	-6.3	Pulse Modulation EXT

6.8.2 Referenzspannungen

Tabelle 6-4 Referenzspannungen

Spannung	Meßpunkt	Min/V	Max/V	Stromlaufblatt
+UREF_10P	N7 Pin 6	9.9	10.1	3

6.8.3 Arbeitspunkte und HF-Pegel von aktiven HF-Bauteilen

Die angegebenen Einstellungen müssen ausgehend vom Presetzustand des Gerätes vorgenommen werden. Die Bauteile sind in der Reihenfolge, in der sie im HF-Pfad liegen, aufgeführt.

Tabelle 6-5 Arbeitspunkte und Pegel

Bauteil	Arbeitspunkt	Eingangspegel in dBm (ca.)	Ausgangspegel in dBm (ca.)	Einstellung
S3-Pin6/7	-6.7 V/+1.6 V	11	9	Pulse Source OFF
S3-Pin6/7	+1.5 V/-6.7 V	11	-	Pulse Source EXT
S2-Pin6/7	+1.5 V/-6.7 V	9	8	Pulse Source OFF
S2-Pin6/7	-6.7 V/+1.4 V	-	-	Pulse Source EXT
S1-Pin6/7	-6.7 V/+0.5 V	8	7	Pulse Source OFF
S1-Pin6/7	+0.8 V/-6.7 V	-	-	Pulse Source EXT
N8	8.8 V/250 mA	4	15	F = 1 GHz, Lout = 10 dBm
V23	-12 V	-	-	Fout ≤ 1.85 GHz
V23	+0.8 V	-	-	Fout > 1.85 GHz

6.8.4 Digitale Schnittstelle

In der folgenden Tabelle sind die Einstellbits für die Grundeinstellung des Gerätes (Presetzustand) aufgeführt. Die Einstellung der Bits kann größtenteils an den Schieberegisterausgängen nachgemessen werden. Die Pinbelegung ist den Stromlaufunterlagen zu entnehmen.

Tabelle 6-6 Steuerbits

Byte	Bit	Bezeichnung	Funktion	Preseteinstellung
3	7	EN_WR	Enable Write Pulsgen	
	6	CTRL_2	nPROGRAM	
	5	CTRL_1	nCS0	
	4	CTRL_0	nCS	
	3	A3_PUM	Adressen Pulsgen	
	2	A2_PUM	"	
	1	A1_PUM	"	
	0	A0_PUM	"	
2	7	D7_PUM	Daten Pulsgen	
	6	D6_PUM	"	
	5	D5_PUM	"	
	4	D4_PUM	"	
	3	D3_PUM	"	
	2	D2_PUM	"	
	1	D1_PUM	"	
	0	D0_PUM	"	
1	7	OW_HIGH	Umschalten OW-Filter	
	6	DIR_ONOFF	Ein- /Ausschalten HF-Pfad	
	5	DIS_PGEN	Sperrt Ausgang Pulsgen	
	4	RESET_N	Hardwarereset FPGA	
	3	PUMDIAGEN	Enable Diagnosemultiplexer	
	2	PUMDIAGA2	Adresse Diagnosepunkt	
	1	PUMDIAGA1	"	
	0	PUMDIAGA0	"	

6.8.5 Externe Schnittstelle

Tabelle 6-7 Externe Schnittstelle

Signal Name	Beschreibung	R	A	Wertebereich	PT	Bild Nr.	Anschlußpunkt	Bemerkung
Vom / from Mainboard								
GND		I	P				X381.1	
+24 VM		I	P		P		X381.2	Versorgung +24 V
GND		I	P				X381.3	
+12 VM		I	P		P		X381.4	Versorgung +12 V
GND		I	P				X381.5	
-12VM		I	P		P		X381.6	Versorgung -12 V
GND		I	P				X381.7	
+5 VM		I	P		P		X381.8	Versorgung +5 V
GND		I	P				X381.9	
+3VM		I	P		P		X381.10	Versorgung +3.3 V
MS_PULS_N		I	D	TTL-Pegel			X381.11	Modul_Select Pulsmod/gen
STROBE_N		I	D	TTL-Pegel			X381.12	Strobe
SERDATA_N		I	D	TTL-Pegel			X381.13	Daten seriell
EEDATA		B	D	TTL-Pegel			X381.14	Daten EEPROM
SERCLK_N		I	D	TTL-Pegel			X381.15	Clock seriell
EECLK_N		I	D	TTL-Pegel			X381.16	Clock EEPROM
V_DIAG		O	A	-2,5 ... +2,5 V			X381.18	Diagnose- Spannung
							X381.17/19/20	GND
ZUR RÜCKWAND / to rearpanel								
VIDEO_OUT		O	A	TTL-Pegel			X385	Pulse
PULS_EXTERN		I	A	TTL-Pegel			X384	Pulse Video
ZUR Eichleitung / to Attenuator								
RF-Out		O	A	HF-Signal			X383	HF-Ausgang
VOM Mainboard/OPU3 /from Main-board / OPU3		I	A	HF-Signal			X382	HF-Eingang

Eintrag in der Spalte R (Richtung):

O = Ausgang**I** = Eingang**B** = Bidirektional

Eintrag in der Spalte A (Art):

A = Analog**D** = Digital**P** = Power

Eintrag in der Spalte PT:

P = Prüfwert**T** = Trimmwert**D** = Typprüfwert**E** = Einstellwert

(Prüf- und Trimmplan)



ROHDE & SCHWARZ

Service Documents

Pulse Modulator

1090.5410.02

Option SML-B3

Printed in the Federal
Republic of Germany

Contents

6	Pulse Modulator.....	6.1
6.1	Overview.....	6.1
6.2	Function Description.....	6.1
6.2.1	Current Supply.....	6.1
6.2.2	Pulse Generator	6.1
6.2.3	Pulse Modulator.....	6.2
6.2.4	Control Interface	6.2
6.3	Opening the Pulse Modulator	6.3
6.4	Special Measuring Instruments and Accessories.....	6.4
6.5	Troubleshooting	6.4
6.5.1	Remark.....	6.4
6.5.2	Error in the Modulator Path	6.5
6.5.3	Error in Pulse Generator	6.6
6.6	Checking the Module	6.7
6.7	Testing and Adjustment.....	6.8
6.7.1	Supply Voltages.....	6.8
6.7.2	Data Transfer	6.9
6.7.3	Switches and Drivers.....	6.10
6.7.4	Operating Point Output Stage	6.11
6.7.5	Harmonics Filter	6.11
6.8	Tables and Interfaces.....	6.12
6.8.1	List of Diagnostic Points	6.12
6.8.2	Reference Voltages.....	6.12
6.8.3	Operating Points and RF Levels of Active RF Components	6.12
6.8.4	Digital Interface	6.13
6.8.5	External Interface	6.14

6 Pulse Modulator

6.1 Overview

The option Pulse Modulator expands the modulation types of the SML by a pulse modulation with a very high dynamic range of typically 90 dB and very short pulse rise or fall times of less than 10 ns. In addition, it provides a pulse generator with an adjustable pulse period of 100 ns to 85 s and a pulse duration of 20 ns to 1.34 s. An external trigger input and an extra pulse output are provided. In the RF path, the pulse modulator is located directly before the attenuator.

6.2 Function Description

The Pulse Modulator consists of the components pulse generator (Xilinx-FPGA PGEN) and modulator (GaAs switches with control and RF amplifier). It is addressed by the SML via a serial control interface.

Note: A block diagram is to be found on sheet 1 of the connection diagram.

6.2.1 Current Supply

Circuit diagram sheet 6, 3

The pulse modulator module is supplied with current from the mainboard. The operating voltages +24 V, +12 V, -12 V, +5 V and +3 V are routed into the chambers via filter sections L9 to L14 and C73, C19 to Z3 and lead-through filter Z6 to Z10.

A reference voltage of +10 V is generated from the +24-V voltage using N7.

6.2.2 Pulse Generator

Circuit diagram sheet 4

The pulse generator D4 generates a TTL-compatible digital signal, which is used to control the pulse modulator via logic devices D3 and D12. D3 is used to link the digital signal with internal control signals, D12 generates the complementary control signals PULS_LOW and PULS_HIGH.

Via an external trigger input PULSE (X384), the pulse signal can be synchronized or linked with other clock sources. The generated pulse signal can be provided via the Pulse Output menu at the instrument connector PULSE VIDEO (X385) via buffer D11.

Via input connector X384, the pulse generator can be triggered by an external signal or a modulation signal can be fed in. An input impedance of 50 Ω (jumper inserted) or 10 k Ω can be selected using jumper X5. Diode V3 is used to protect against excessive signal voltages at gate D7.

The FPGA D4 is configured on power-on of the instrument. A 100-MHz reference G1 is provided on the module as time base. Jumper X6 permits to switch off the internal reference and apply an external signal for servicing and testing purposes.

Characteristics	Pulse generator:	Pulse period	400 ns to 85.9 s
		Pulse duration	20 ns to 1.34 s
		Delay	20 ns to 1.34 s
		Resolution	20 ns

6.2.3 Pulse Modulator

Circuit diagram sheet 2, 3

The modulator switches the RF on or off by means of 3 GaAs switches S1 to S3. The negative control voltages required for control of the GaAs switches are generated by high-speed OP amps N1 to N6. V17 stabilizes the operating voltages of buffer D6. (*circuit diagram sheet 2*)

The resulting insertion loss is compensated by a subsequent amplifier N8. The operating voltage of the GaAs Fet N8 is generated from +24V. For this purpose, a stabilized voltage of approx. 16 V is generated via R123/R199 and V5. V1 adjusts the voltage at R203 to 9V, thus determining the current flowing through N8 with R31/R104. (*Circuit diagram sheet 3*)

At the output, sufficient harmonics suppression is ensured by a filter the cutoff frequency of which can be switched between 1.9 GHz and 3.3 GHz with a pin diode V23. The switchover is performed by transistor V19 via bit OW_HIGH.

Characteristics	Pulse modulator:	Dynamic range min. 90 dB $T_{ON/OFF} < 10 \text{ ns}$ RF 9 kHz. 3.3 GHz
	Amplifier SHF289:	$U_{DS} = 8.8 \text{ V}$; $I_D = 250 \text{ mA}$ Gain approx. 10 dB

6.2.4 Control Interface

Circuit diagram sheet 5, 6

The 20-contact multi-point connector X381-11 to 20 is used to apply the control bits via lead-through filters Z3 to 5 and Z11 to 14 to the module.

When the module select signal MS_PULS_N (Low active) is applied, the data is serially read into shift registers D8 to D10 and transferred into the output registers or to the FPGA using the strobe signal STROBE_MOD.

EEPROM D1 contains the version, revision and module identification. V15 is used as level converter from 3.3 V $\rightarrow$ 5 V.

VDIAG_MOD takes an analog diagnostic voltage of -2.5 V to $+2.5 \text{ V}$ to the mainboard for further analysis. Multiplexer D5 permits to select between 8 different diagnostic points.

6.3 Removing the Pulse Modulator

**Caution!**

Make sure to observe the instructions given in the following in order not to cause damage to the instrument or endanger anybody. Please also note the general safety instructions at the beginning of this manual.

To open the Pulse Modulator proceed as follows:

- | | |
|---------------------------------|--|
| Opening the instrument | <ul style="list-style-type: none">➤ Put the instrument on end on the two handles and loosen the four screws in the instrument feet.
The instrument feet can be removed now.➤ Carefully lift off the instrument tube.
The instrument is open now. |
| Removing and opening the module | <ul style="list-style-type: none">➤ Loosen all plug-in connections on the module.➤ Unscrew RF cable from X382 / X383.➤ Disconnect RF cable from X384 /X385.➤ Loosen the fixing screws (Phillips) of the pulse modulator.
The module can be removed now.➤ The screening covers of the module can be unscrewed now.➤ For troubleshooting, the module can be operated in the so-called service position. For this purpose, restore all plug-in connections and replace the RF cables by flexible ones, if necessary. |
| Replacement | <ul style="list-style-type: none">➤ Proceed in the reverse order to the steps described above. |

6.4 Special Measuring Instruments and Accessories

A list of the measuring instruments and accessories frequently required for the SML is to be found at the beginning of this manual. The instruments listed in the following table are required in particular for testing and adjustment of the Pulse Modulator.

Table 6-1 Measuring instruments

Item	Type of instrument	Specifications	Suitable R&S device	Order No.	Use
1	Digital multimeter	1 mV to 100 V 0.1 mA to 1 A			Page 10, 11, 13
2	Oscilloscope	DC-100 MHz, 2 channels Sampling oscilloscope			Page 10
3	Spectrum analyzer	100 Hz to 5 GHz	FSB FSBA		Page 13
4	RF probe with DC blocker	9 kHz to 3.3 GHz			Page 11

6.5 Troubleshooting

6.5.1 Remark

Before starting troubleshooting on the pulse modulator, make sure that all supply voltages are applied properly (see section 6.6.1). Besides, check in a diagnostic measurement whether the reference voltage is applied. For this purpose, check diagnostic point D_UREF for its nominal value (see Table section 6.7.1).

The DC voltages at the test points (e.g. D_TEMP) marked with D_XXXXXXX in the connection diagram can be indicated in the SML display. For this purpose, activate the test point display in the submenu **Utilities/Diag/Tpoint** and enter the desired diagnostic point (see Table Diagnostic points).

A complete test of all test points provided on the pulse modulator can be performed using the service program SML_SERV.EXE. Possible faults can thus be located very quickly and easily.

6.5.2 Error in the Modulator Path

Settings on the SML:

Modulation: Pulse:PulseSource:OFF (Preset)

Error description	No RF output signal, too low RF level, distorted output signal, harmonics
Error cause	Cabling, amplifier N8, switch S1 to 3, control / level converter N1 to 6, harmonics filter Check as follows: ➤ Check supply voltages according to section 6.7.1. ➤ Check operating point output stage N8 and control voltages of switches S1 to S3 according to Table 6-5. ➤ Check TTL level PULS_LOW, PULS_HIGH acc. to Table 6-6. ➤ Use oscilloscope or RF probe to check RF level according to Table 6-5 in section 6.8.3 ➤ Check control voltage harmonics filter according to section 6.7.5.
Remedy	Replace defective component / cable
Error description	No external pulse modulation possible, RF output signal available
Error cause	Cabling, input impedance, overload protection, switches S1 to 3, control / level converter N1 to 6, Check as follows: ➤ Check cabling connector PULSE – X384 ➤ Jumper X5 inserted properly? (Z_in 50 Ω / 10 kΩ) ➤ Check limiting diode V3 ➤ Check data transfer according to section 6.7.2 ➤ Check PGEN according to section 6.6 ➤ Check TTL level PULS_LOW, PULS_HIGH acc. to section 6.7.3 ➤ Check control voltages S1 to 3 according to Table 6-5.
Remedy	Replace defective component / cable

6.5.3 Error in Pulse Generator

Prerequisite: RF level is provided after the module.

Settings on the SML:

Modulation:Pulse:PulseSource:PulseGen

Error description	Pulse generator of module does not work, no signal at PULSE-VIDEO, wrong timing
Error cause	100-MHz reference, faulty data Check as follows: ➤ Check the 100-MHz reference according to section 6.5 ➤ Jumper X6 present? ➤ Check cabling X385 – PULSE-VIDEO ➤ Check supply voltages (in particular 5 V) according to section 6.6.1 ➤ Check data transfer according to section 6.6.2.
Remedy	Replace defective component
Error description	Too small dynamic range, excessive pulse rise / fall times, intensive pulse compression
Error cause	Level converter N1 to 6, switch S1 to 3 Check as follows: ➤ Check supply voltages according to section 6.6.1 ➤ Check level converter N1 to 6 and switch to section 6.6.3
Remedy	Replace defective component

6.6 Checking the Module

For testing the pulse modulator, the service program is started and the pulse modulator module checked. The test points that are out of tolerance can be obtained from the error report. The table listed below indicates the possible errors.

To eliminate the error, it is advisable to proceed in the order given in the table, since the errors mentioned further below might result from those indicated above.

Table 6-2 Error during diagnosis

Test point out of tolerance	Circuit diagram sheet	Troubleshooting
D_DONE	4	Signals successful initialization of the FPGA. ➤ Check the data transfer according to section 6.6.2
D_UREF	3	Indicates the magnitude of the reference voltage 10 V ➤ Check the supply voltages according to section 6.6.1
D_OSZ100	4	Function of the 100-MHz reference ➤ Check oscillator G1
D_TEMP	5	Module temperature 10 mV/°C ➤ Check the sensor
D_AMP	3	Output level after output stage ➤ Check output stage according to section 6.6.4
D_PULS	2	Level after the switches, before output stage ➤ Check the switches according to section 6.7.3
D_SWA	2	Sum of control voltages SW1 to SW3 Puls_Low ➤ Check drivers N1 to N6
D_SWB	2	Sum of control voltages SW1 to SW3 Puls_High ➤ Check drivers N1 to N6

6.7 Testing and Adjustment

Preliminary remark:

For service operation, the module can be taken out of the SML. The RF connections and the current and data supply are long enough to reach all the necessary test points. It may be necessary to replace the semi-rigid lines by flexible lines.

6.7.1 Supply Voltages

Preliminary remark:

All supply voltages are provided by the mainboard. The 10-V reference voltage is derived from the 24-V supply.

Note:

If the voltage supply of the diagnostic converter is faulty, repair it before taking any further measures and look through the check list again.

Test equipment

- Digital multimeter

Test setup

Measurement

- Measure voltage +24 V after L9 / at C73
- Measure voltage +12 V after L10 / at C19
- Measure voltage -12 V after L11 / C20
- Measure voltage +5 V after L13 / C21
- Measure voltage +3.3 V after L14 / C22
- Measure reference voltage +10V at N7-6
- Measure supply of diagnostic converter +3.9/-2.7V at D5-16 and D5-7

Evaluation

- All voltages must be provided with a tolerance of $\pm 10\%$. The reference voltage should not deviate more than $\pm 1\%$ from the nominal value.

6.7.2 Data Transfer

Remarks: Detailed testing of the data transfer to the module is only possible in conjunction with a PC with parallel port, a test adapter and special software (**Test setup B**). However, this will only be required if FPGA is not initialized. Simple testing of the data transfer is also possible in the basic instrument (**Test setup A**)

Note: *If the diagnostic point D_DONE indicates HIGH level after power-on of the basic instrument, the data transfer can be assumed to work properly.*

Test equipment - Digital multimeter, oscilloscope

Test setup A

Oscilloscope:

- Trigger input at MS_PULS_N (X381-11)
- Apply Y-channel to STROBE_N (X381-12), SERDATA_N (X381-13), SERCLK_N (X381-15) one after the other

Measurement A

- Check whether the signals mentioned above are applied.
- Measure signal level, check waveform.
- Measure duration of strobe pulse.

Evaluation A

- Inaccurate signal levels or signal edges point to defective TTL devices. A too short strobe signal (<1.5 µs) may cause a faulty data transfer into the FPGA.

Test setup B

PC:

- Connect parallel port to X381 via test adapter X381. Start the test program, select direct mode.

Digital multimeter:

- Measure logic level at data bits D8, 9, 10.

Measurement B

- Transmit defined bit patterns from the PC, measure the logic state at the respective data bit of each shift register.

Evaluation B

Differences between sent bit patterns and measured logic levels indicate defective TTL devices.

6.7.3 Switches and Drivers

Remark For testing the timing, the internal pulse generator can be used. Make sure that input X382 is terminated with 50 Ω . Also use a termination at the oscilloscope connectors when measuring at output X383 with the oscilloscope. The video crosstalk at the output of the pulse modulator is about twice as high as at the output SML.

Note: *Excessive video crosstalk is in most cases due to the timing of the switches or their control. The timing may have been shifted because of a defective voltage stabilization (V17) of control gate D6. To set the switches to OFF and EXT as indicated in Table 6-5, simply select OFF or EXT in the menu **Modulation-Pulse-Pulse Source**. Make sure that no external pulse source is connected.*

Test equipment - Digital multimeter, oscilloscope, RF probe

Test setup

Oscilloscope:

- Trigger input to PULSE VIDEO (X385)
- Y-input to X383

Digital multimeter:

- Digital multimeter to pin 6/7 of the switches
- Digital multimeter to signal PULS_HIGH (Z1) and PULS_LOW (Z2)

RF probe:

- RF level after each switch

Measurement

- Use the oscilloscope to measure the peak-to-peak voltage
- Check TTL level PULS_HIGH or PULS_LOW
- Measure control voltage of the switches

Evaluation

- Excessive video crosstalk (s. data sheet) indicates defective,
- missing TTL levels indicate faults in the data transfer or defective gates D3,D12
- Check control voltages of the switches according to Table 6-5 Operating points an
- Check RF level according to Table 6-5.

6.7.4 Operating Point Output Stage

Remark: The output stage is a GaAs Fet. During the measurements, observe all ESD measures. Short-circuiting of the gate terminal after GND may cause the transistor to be destroyed.

Note: *The output stage constitutes the biggest load on the module. If the pulse modulator module remains cold after an operating time of 10 minutes, a fault in the output stage can be assumed.*

Test equipment - Digital multimeter

Test setup *Digital multimeter:*

- At Gate N8-1 U_G
- At Drain N8-3 U_D
- At Emitter V5 U_V5
- At Emitter V1 U_V1

Measurement ➤ Measure voltages at the points given above

Evaluation

- The drain current results from $(U_{V5} - U_{V1})/24.2 \Omega$. It should be approx. 250 mA.
- The gate voltage should be approx. -1.2 V.
- The drain voltage should be approx. 8.8 V.

6.7.5 Harmonics Filter

Note: *Complete functioning of the harmonics filter can best be checked using a spectrum analyzer or network analyzer.
A digital multimeter is sufficient for testing the control, test points as indicated below.*

Test equipment Digital multimeter, spectrum analyzer

Test setup *Digital multimeter:*

- At base V19
- At diode V23 pin1 and pin2

Spectrum analyzer

Measurement

- Level at X383
- Measure voltages at the points given above

Evaluation

- Level at X383
- Refer to Table 6-5
- Output level must drop by approx. 15 dB at $f_{out} = 2.4 \text{ GHz}$ when $OW_HIGH = L$

6.8 Tables and Interfaces

6.8.1 List of Diagnostic Points

Diagnostic points computer and supply voltages:

Table 6-3 Diagnostic points

Diagnostic point	Test point	Min./V	Max./V	Setting
900 D_DONE	Done pin of FPGA	2.8	3.5	after switch-on
901 D_UREF	10-V reference voltage	9.9	10.1	
902 D_AMP	RF level after N8	0.15	0.25	1 GHz, 10 dBm
903 D_TEMP	Module temperature 10 mV/°C	0	1	Depending on operating time
904 D_OSC100	Level 100MHz reference	0.8	1.5	
905 D_PULS	RF level before N8 (Signal F_Puls)	0.01	0.05	
906 D_SWA	Control voltage switch	-7	-6.3	Pulse Modulation OFF
907 D_SWB	Control voltage switch	+1.5	+2.0	Pulse Modulation OFF
906 D_SWA	Control voltage switch	+1.5	+2	Pulse Modulation EXT
907 D_SWB	Control voltage switch	-7	-6.3	Pulse Modulation EXT

6.8.2 Reference Voltages

Table 6-4 Reference voltages

Voltage	Test point	Min/V	Max/V	Circuit diagram sheet
+UREF_10P	N7 Pin 6	9.9	10.1	3

6.8.3 Operating Points and RF Levels of Active RF Components

The given settings must be made with the instrument in the Preset condition. The components are listed in the order in which they are to be found in the RF path.

Table 6-5 Operating points and levels

Component	Operating point	Input level in dBm (approx.)	Output level in dBm (approx.)	Setting
S3-Pin6/7	-6.7 V/+1.6 V	11	9	Pulse Source OFF
S3-Pin6/7	+1.5 V/-6.7 V	11	-	Pulse Source EXT
S2-Pin6/7	+1.5 V/-6.7 V	9	8	Pulse Source OFF
S2-Pin6/7	-6.7 V/+1.4 V	-	-	Pulse Source EXT
S1-Pin6/7	-6.7 V/+0.5 V	8	7	Pulse Source OFF
S1-Pin6/7	+0.8 V/-6.7 V	-	-	Pulse Source EXT
N8	8.8 V/250 mA	4	15	F = 1GHz, Lout = 10dBm
V23	-12 V	-	-	Fout <= 1.85 GHz
V23	+0.8 V	-	-	Fout >1.85 GHz

6.8.4 Digital Interface

The following table lists the setting bits for the default setting of the instrument (preset condition). The setting of the bits can be measured at the shift register outputs to a large extent. The pin assignment is to be obtained from the circuit diagrams.

Table 6-6 Control bits

Byte	Bit	Designation	Function	Preset
3	7	EN_WR	Enable Write Pulsgen	
	6	CTRL_2	nPROGRAM	
	5	CTRL_1	nCS0	
	4	CTRL_0	nCS	
	3	A3_PUM	Addresses Pulsgen	
	2	A2_PUM	"	
	1	A1_PUM	"	
	0	A0_PUM	"	
2	7	D7_PUM	Data Pulsgen	
	6	D6_PUM	"	
	5	D5_PUM	"	
	4	D4_PUM	"	
	3	D3_PUM	"	
	2	D2_PUM	"	
	1	D1_PUM	"	
	0	D0_PUM	"	
1	7	OW_HIGH	Switchover harmonics filter	
	6	DIR_ONOFF	Switch-on/off RF path	
	5	DIS_PGEN	Disables output Pulsgen	
	4	RESET_N	Hardware reset FPGA	
	3	PUMDIAGEN	Enable diagnostic multiplexer	
	2	PUMDIAGA2	Address diagnostic point	
	1	PUMDIAGA1	"	
	0	PUMDIAGA0	"	

6.8.5 External Interface

Table 6-7 External Interface

Signal Name	Description	R	A	Value range	PT	Fig. No.	Terminal	Remark
Vom / from Mainboard								
GND		I	P				X381.1	
+24 VM		I	P		P		X381.2	Supply +24 V
GND		I	P				X381.3	
+12 VM		I	P		P		X381.4	Supply +12 V
GND		I	P				X381.5	
-12VM		I	P		P		X381.6	Supply -12 V
GND		I	P				X381.7	
+5 VM		I	P		P		X381.8	Supply +5 V
GND		I	P				X381.9	
+3VM		I	P		P		X381.10	Supply +3.3 V
MS_PULS_N		I	D	TTL level			X381.11	Modul_Select Pulsemod/gen
STROBE_N		I	D	TTL level			X381.12	Strobe
SERDATA_N		I	D	TTL level			X381.13	Data serial
EEDATA		B	D	TTL level			X381.14	Data EEPROM
SERCLK_N		I	D	TTL level			X381.15	Clock serial
EECLK_N		I	D	TTL level			X381.16	Clock EEPROM
V_DIAG		O	A	-2.5 to +2.5 V			X381.18	Diagnostic voltage
							X381.17/19/20	GND
ZUR RÜCKWAND / to rearpanel								
VIDEO_OUT		O	A	TTL level			X385	Pulse
PULS_EXTERN		I	A	TTL level			X384	Pulse Video
ZUR Eichleitung / to Attenuator								
RF-Out		O	A	RF signal			X383	RF output
VOM Mainboard/OPU3 /from Main-board / OPU3		I	A	RF signal			X382	RF input

Entry in column R (direction):

Entry in column A (type):

Entry in column PT:
(Test and trim plan)**O** = Output**A** = Analog**P** = Test value**I** = Input**D** = Digital**T** = Trim value**B** = Bidirectional**P** = Power**D** = Type test value **E** = setting value



ROHDE & SCHWARZ

Serviceunterlagen

Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz

1090.4007.00

ENGLISH SERVICE MANUAL FOLLOWS FIRST COLOURED DEVIDER

Printed in the Federal
Republic of Germany

Inhaltsverzeichnis

7	Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz.....	7.3
7.1	Übersicht	7.3
7.2	Funktionsbeschreibung.....	7.3
7.2.1	Steuerschnittstelle und 30-V-Generator (Stromlaufblatt 2)	7.5
7.2.2	Schieberegister & EEPROM (Stromlaufblatt 3)	7.6
7.2.3	Diagnosemultiplexer, Temperatursensor, ... (Stromlaufblatt 4)	7.7
7.2.4	Spannungsregelung (Stromlaufblatt 5)	7.8
7.2.5	D/A-Umsetzer (Stromlaufblatt 6).....	7.8
7.2.6	GaAs-FET-Schalter (Stromlaufblatt 7 und 20).....	7.8
7.2.7	SRD-Vervielfacher (Stromlaufblatt 8)	7.9
7.2.8	Durchstimmbares Bandfilter (Stromlaufblatt 9 bis 15).....	7.9
7.2.9	RF Level Preset (Stromlaufblatt 16).....	7.10
7.2.10	Amplitudenmodulator (Stromlaufblatt 17 und 18)	7.10
7.2.11	Ausgangsstufe (Stromlaufblatt 19)	7.11
7.2.12	Ausgangstiefpaß, Richtkoppler (Stromlaufblatt 20)	7.11
7.2.13	Pegeldetektor (Stromlaufblatt 21)	7.11
7.2.14	ALC (Stromlaufblatt 22)	7.12
7.3	Öffnen des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz.....	7.13
7.4	Spezielle Meßgeräte und Hilfsmittel	7.15
7.5	Fehlersuche.....	7.16
7.5.1	Vorbemerkung	7.16
7.5.2	Das Service-Programm	7.17
7.5.3	Beginn der Fehlersuche.....	7.22
7.5.4	Fehler in den Versorgungsspannungen (Stromlaufblatt 5)	7.24
7.5.5	Fehler bei der Datenübertragung (Stromlaufblatt 2)	7.25
7.5.6	Fehler in der Überbrückungsleitung (Stromlaufblatt 7 und 20).....	7.26
7.5.7	Fehler im Kammgenerator (Stromlaufblatt 8)	7.26
7.5.8	Fehler in den Bandpassfiltern (Stromlaufblatt 9 bis 15).....	7.29
7.5.9	Fehler im RF-Preset (Stromlaufblatt 16).....	7.31
7.5.10	Fehler im AM-Modulator (Stromlaufblatt 17 und 18).....	7.33
7.5.11	Fehler in der Endstufe (Stromlaufblatt 19 und 20).....	7.34
7.5.12	Fehler im Detektor (Stromlaufblatt 21).....	7.35
7.5.13	Fehler in der ALC (Stromlaufblatt 22)	7.35

Ausgangsteil**SML**

7.6	Tabellen und Schnittstellen.....	7.37
7.6.1	Liste der Diagnosepunkte	7.37
7.6.2	Arbeitspunkte und HF-Pegel von aktiven HF-Bauteilen	7.38
7.6.3	Stromaufnahme	7.39
7.6.4	Digitale Schnittstelle.....	7.40
7.6.5	Externe Schnittstellen	7.42
7.7	Glossar	7.43
7.8	Index	7.44

7 Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz

7.1 Übersicht

Das Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz erweitert in den Messsendern SML, SMV und SFL-S den Frequenzbereich des SML-Mainboards (9 kHz ...1.210,5 MHz) um den Bereich 1.210,5 MHz bis 3.300 MHz. Als Eingangssignal dient hierfür der Frequenzbereich von etwa 600 MHz bis 900 MHz aus dem OPU1 auf dem SML-Mainboard. Das Modul Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz (kurz OPU3) ist mittels zweier GaAs-FET-Schalter-ICs für den Frequenzbereich 9 kHz bis 1.210,5 MHz überbrückbar. Dem Ausgang des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz folgt bei den Messendern SML03, SMV, SFL-S eine elektronische Eichleitung in 3,3-GHz-Version oder eine in 2,2-GHz-Version in den Messendern SML01, SML02:

Modell	Einsatzfall	Bemerkung
SML 02	Einsatz bis 2,2 GHz mit 2,2 GHz Eichleitung	OPU3 vollständig benutzt
SML 03	Einsatz bis 3,3 GHz mit 3,3 GHz Eichleitung	OPU3 vollständig benutzt
SMV	Einsatz zusammen mit I/Q-Modulator (Var. 04) bis 3,3 GHz mit 3,3 GHz Eichleitung	OPU3 vollständig benutzt
SFL-S	Einsatz zusammen mit I/Q-Modulator (Var. 02) bis 3,3 GHz mit 3,3 GHz Eichleitung	OPU3 nur bis X324 benutzt Endstufe inaktiv geschaltet

Die eingesetzten Versionen des Ausgangsteils 2 GHz / 3 GHz (OPU3) sind:

Änderungszustand	Bemerkung
04.xx	enthält keinen DC/DC-Wandler zur Abstimmungsspannungserzeugung für die Bandpassfilter
07.xx	enthält einen DC/DC-Wandler, um +30 V für die Abstimmung der Bandpassfilter zu erzeugen

7.2 Funktionsbeschreibung

Die Baugruppe Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz (Output Unit 2 GHz / 3 GHz, kurz OPU3) besteht im wesentlichen aus den Blöcken Kammgenerator mit Step Recovery Diode (SRD), Bandpassfilter zur Ausselektion der gewünschten Oberwelle, RF-Preset, AM-Modulator und 3,3-GHz-Ausgangsverstärker. Eine Reihe von RF-Schaltern sorgen dafür, dass die Baugruppe für Frequenzen zwischen 9 kHz und 1210,5 MHz überbrückt werden kann (Überbrückungsleitung). Für den Anschluss des externen I/Q-Modulators in den Messendern SMV und SFL-S lässt sich der AM-Modulator und der SRD-Vervielfacher umgehen (Umwegleitung RF1200).

Das Modul wird über die übliche serielle Steuerschnittstelle mit Modul-Select-Signal vom SML-Mainboard angesprochen.

Nachfolgend ist ein vereinfachtes Blockschaltbild gezeigt:

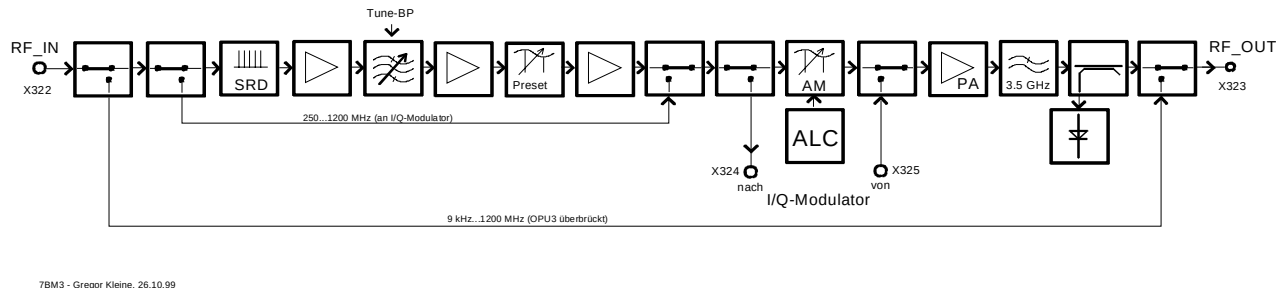


Bild 7.2 Vereinfachtes Blockschaltbild des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz

Hinweis: Ein ausführliches Blockschaltbild befindet sich auf Blatt 1 des Stromlauf 1090.4007.01S.

Die Vervielfachung geschieht mit Hilfe einer Step-Recovery-Diode, deren 2fache, 3fache und 4fache Oberschwingung nach folgendem Schema genutzt werden:

Tabelle 7-1 Frequenzschema des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz

n	Eingangsfrequenz	Ausgangsfrequenz
2	605,25 ... 909 MHz	1210,5 ... 1818 MHz
3	606 ... 885 MHz	1818 ... 2655 MHz
4	663,75 ... 825 MHz	2655 ... 3300 MHz

Die Auswahl der gewünschten Spektrallinie erfolgt durch ein abstimmbares dreistufiges Bandfilter, welches auf die gewünschte Frequenz anhand von im Gerät abgelegten Kalibrierwerten über einen D/A-Umsetzer eingestellt werden kann. Dieses Filter unterdrückt unerwünschte Nebenlinien, d. h. benachbarte Spektrallinien aus der Step-Recovery-Diode, auf unter -60 dBc. Die Filterfrequenzbereiche sind wie folgt festgelegt:

Tabelle 7-2 Filterfrequenzbereiche

Filter	Frequenzbereich
1	1210,5... 2200 MHz
2	2200 ... 2800 MHz
3	2800 ... 3300 MHz

Es folgt ein Level-Preset-Stellglied, das zum Ausgleich der auftretenden Pegelschwankungen dient, damit der nachgeschaltete Amplitudenmodulator immer in seinem optimalen Arbeitspunkt betrieben werden kann. Eine intern ablaufende Kalibrieroutine LEVEL PRESET ermittelt die Einstellwerte des DAC's für das Presetstellglied (V_PRESET).

Die nun folgende Modulationsstufe kann zwischen dem internen AM-Modulator und einem extern zuzuschaltenden I/Q-Modulator (IQMOD, 2084.4692.xx bzw. 2084.5218.xx) umgeschaltet werden. Der interne AM-Modulator besitzt eine Dynamik von ca. 45 dB sowie geringe synchrone Phasenmodulation.

Der Ausgangsverstärker muß aufgrund der großen Einfügedämpfung der nachfolgenden Schaltungsteile (vor allem der extern nachgeschalteten Eichleitung) einen sehr hohen Ausgangspegel von bis zu +27 dBm liefern.

Nach einer Tiefpassfilterung mit einer Grenzfrequenz von ca. 3,5 GHz dient ein Richtkoppler als Meßpunkt für die Pegelregelung (ALC). Abschließend folgt der zweite GaAs-Schalter der Überbrückungsleitung.

Der Detektor mit ca. 30 dB linearer Dynamik dient in Verbindung mit einer ALC-Regelung zur Einstellung des genauen Ausgangspegels sowie zur Erzeugung der AM. Die Linearität des Detektors wird ebenfalls über einen D/A-Umsetzer frequenzabhängig mit abgespeicherten Kalibrierdaten optimal eingestellt, um die 25 dB unterbrechungsfreie Pegelabsenkung möglich zu machen. Der Pegel-Führungswert (incl. AM-Modulationssignal) wird vom Mainboard des SML zur Verfügung gestellt.

7.2.1 Steuerschnittstelle und 30-V-Generator *(Stromlaufblatt 2)*

Stecker X321 stellt für den OPU3 die Betriebsspannungen, die digitalen Steuersignale (vergl. Abschnitt 7.2.2) und einige spezielle Steuerleitungen zur Verfügung.

Die fünf Betriebsspannungen sind mit ausreichend dimensionierten Drosseln und Elkos gesiebt, bevor mit Durchführungsfiltern die Verschleppung von RF-Resten verhindert wird.

Die digitalen Steuersignale MS_OPU3_N, STROBE_N, SERDATA_N, EEDATA, SERCLK_N und EECLK_N werden im folgenden Abschnitt näher erläutert.

Ausgangssignal MI_ALC2 ist ein Interrupt-Signal, welches mit einem High-Logikpegel (+3,3 V) anzeigt, dass die Pegelregelung (ALC) den Ausgangspegel nicht mehr aufrecht erhalten kann.

V_DIAG führt eine analoge Diagnosespannung von -2,5 V...+2,5 V zur weiteren Auswertung auf das SML-Mainboard. Die Multiplexer D3 und D4 ermöglichen die Auswahl unter 16 verschiedenen Diagnosepunkten. Da V_DIAG eine gemeinsame Leitung aller Module im Messenger SML, SMV oder SFL-S ist, darf jeweils nur ein Messpunkt durchgeschaltet sein. Alle anderen Module schalten ihre Diagnosemultiplexer dann hochohmig.

Das BLANK-Signal dient zum schnellen Austasten des RF-Ausgangspegels im Falle von Frequenz- oder RF-Pegeländerungen.

Der Pegelführungswert kommt über den Anschluß LEV_EXT in den OPU3 und dient sowohl zur Pegelstellung als auch zur AM-Modulation mit einer AF-Bandbreite von 50 kHz. Die DC-Lage von LEV_EXT ist zwischen 0 V und -5V.

Um ggfs. eine höher Abstimmspannung für die Bandpassfilterabstimmung zur Verfügung zu haben, ist im OPU3 ein 30-V-DC/DC-Wandler vorgesehen, der aber zunächst nicht bestückt ist der ab Änderungszustand 07.00 bestückt ist. Er besteht aus dem Step-Up-Schaltregler U4 und ist mit den vor und nachgeschalteten LC-Gliedern wirksam entkoppelt, um Störspannungen aus dem Signalverarbeitungsteil des OPU3 fernzuhalten.

7.2.2 Schieberegister & EEPROM (Stromlaufblatt 3)

Die Einstellungen des OPU3 werden mithilfe einer Schieberegisterkette vorgenommen. Über die 26pol. Steckerleiste X321 werden dazu die Signale SERDATA_N, SERCLK_N und STROBE_N auf die Baugruppe geführt. Da SERDATA_N, SERCLK_N und STROBE_N zu mehreren mainboardexternen Baugruppen des SML führen, gibt es noch ein baugruppenspezifisches Modul-Select-Signal MS_OPU3_N, das die Durchschaltung der drei Signale mittels NOR-Gatter D2 bewirkt. Über die Durchführungsfilter Z4, Z6 und Z8 gelangen die Signale DATA, WR und CLK an die Schieberegister D8 ... D12 und den 12-Bit-DAC D13.

Bei Anliegen des Modul-Select-Signales MS_OPU3_N (Low-aktiv) werden die Daten seriell in die Schieberegister D8...D12 und den 12-Bit-DAC D13 eingelesen und mit dem Strobe-Signal STROBE_N in die Ausgangsregister übernommen. Abschnitt 7.6.4 listet in Tabelle 7-18 die Bits mit ihren Funktionen auf.

D1 ist das EEPROM, das die Baugruppendaten (Baugruppenkennung OPU3, Serien-Nr., Änderungszustand, Variante und sonstigen Fertigungsdaten) sowie die Kalibrierdaten hält. Die Steckbrücken X1 und X2 erlauben ggfs. den direkten Zugriff aufs EEPROM via I2C-Bus (SCL und SDA). Die Signalleitung EEDATA führt sowohl die Lese- als auch die Schreibdaten (bidirektional). Der SDA-Ausgang des EEPROMs ist vom Typ Open-Drain und gelangt direkt an die Schnittstelle X321. Ein gemeinsamer Pull-Up-Widerstand für die Leitung EEDATA ist auf dem Mainboard des SML vorhanden. SCL ist der Clockeingang, mit dem Daten in den Baustein hinein- bzw. herausgetaktet werden. Er wird über NOR-Gatter D2 mit dem Modul-Select-Signal MS_OPU3_N maskiert, sodass nur beim Zugriff auf den OPU3 ein I2C-Taktsignal an das EEPROM gelangt.

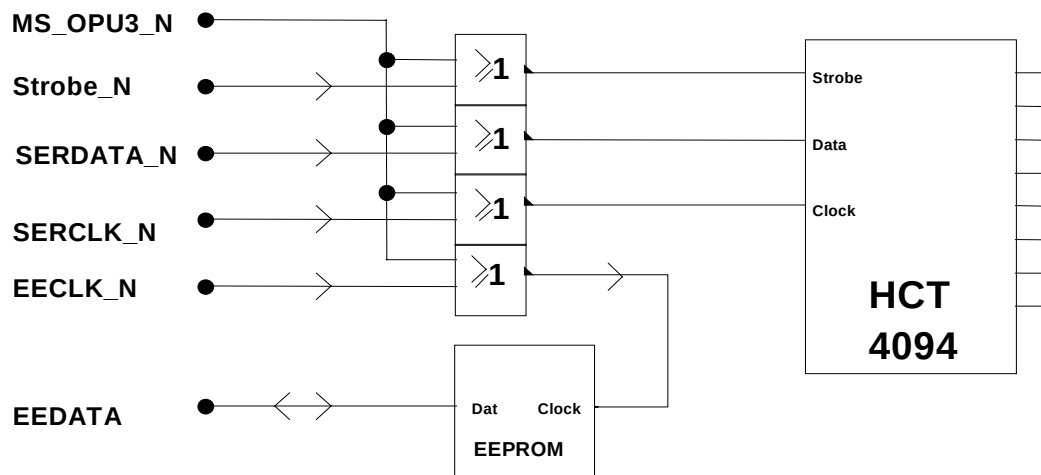


Bild 7.2.2 Serielle Datenschnittstelle des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz

7.2.3 Diagnosemultiplexer, Temperatursensor, ... (Stromlaufblatt 4)

Der Diagnosemultiplexer D3 und D4 dient zur Auswahl einer von 16 Diagnosespannungen. Die Signale DMUX0_ON und DMUX1_ON wählen den entsprechenden 8-Bit-Multiplexer aus. Die Inverter D5 in diesen Leitungen sorgen dafür, daß nach einem Power-Up und vor Initialisierung der Schieberegisterkette weder D3 noch D4 aktiviert werden, da auf der Leitung V_DIAGVD alle Diagnosespannungen - auch anderer Module - zum Mainboard laufen. D3 und D4 werden an der +3,3-V-Versorgung und an einer negativen Versorgungsspannung von ca. -2,7 V betrieben, die mit der Zener-Diode V46 und Vorwiderstand R246 erzeugt wird.

Der Temperatursensor U5 misst die Modul-Innentemperatur und gibt sie via D_TEMP mit 10 mV/°C aus. Beispiel: +40 °C entspricht 0,40 V auf D_TEMP.

Die Logik um BLANK, BLANK_ENA, BLANK_NORM und LEV_OFF sorgen für die Trägerabschaltung. LEV_OFF schaltet bei High den Träger ab, wenn entweder BLANK_ENA = 0 ist. Bei BLANK_ENA = 1 wirkt der BLANK-Eingang: Bei BLANK_NORM = 0 schaltet LEV_OFF nur dann ab, wenn der Eingang BLANK auf 0 steht. Bei BLANK_NORM = 1 schaltet LEV_OFF nur dann ab, wenn der Eingang BLANK auf 1 steht.

Tabelle 7-3 Zusammenspiel der BLANK-Signale mit LEV_OFF und KLEMM_DOWN

BLANK	BLANK_ENA	BLANK_NORM	LEV_OFF	KLEMM_DOWN	Bemerkung
x	0	x	0	0	wenn BLANK_ENA = 0, dann wirkt LEV_OFF direkt
x	0	x	1	1	
0	1	0	0	0	wenn BLANK_ENA = 1 und BLANK_NORM = 0, dann wirkt LEV_OFF = 1 nur bei BLANK = 0
0	1	0	1	1	
1	1	0	0	0	
1	1	0	1	0	
0	1	1	0	0	wenn BLANK_ENA = 1 und BLANK_NORM = 1, dann wirkt LEV_OFF = 1 nur bei BLANK = 1
0	1	1	1	0	
1	1	1	0	0	
1	1	1	1	1	

Die Schaltung um Komparator U3 dient zur Überwachung der ALC-Amplituden-Regelschleife: Steigt die Stellspannung V_AMOD (vergl. Blatt 22) über +9,4 V, so geht Ausgangspin 1 von U3 auf 0 V und über D5 wird zeitverzögert mit RC-Glied R102, C8 das Interruptsignal ALC_INT ausgelöst. High-Pegel (+3,3 V) zeigt den Interrupt an. Falls also die Regelschleife nicht mehr nachregeln kann, gibt es über den Interrupt eine Meldung an den Prozessor auf dem SML-Mainboard.

7.2.4 Spannungsregelung *(Stromlaufblatt 5)*

N11 stellt für alle internen Spannungsregler eine präzise, abgleichfreie Referenzspannung von +10,0 V zur Verfügung. Nach Pufferung mit N29 gelangt diese auf die fünf Regler für die internen Betriebs- und Referenzspannungen. An X5 lassen sich diese Spannungen zentral nachmessen. Tabelle 7-7 in Abschnitt 7.5.4 gibt die Sollwerte wieder.

Des weiteren können alle fünf intern erzeugten Versorgungsspannungen auch mithilfe des Diagnose-multiplexers gemessen werden, wobei sie aber mittels Spannungsteilern in den V_DIAG-Spannungsbereich von -2,5 V bis + 2,5 V heruntergeteilt werden. Bei Anzeige über das Display des SML werden diese Teilungsfaktoren aber wieder eingerechnet (siehe Abschnitt 7.5.1).

Am Kollektor von V106 wird mittels der zwei Vorwiderstände R276 und R121 die +24-V-Spannung zur thermischen Entlastung des Transistors herabgesetzt. Die Kollektorspannung von V106 sollte aber stets um 1 V bis 2 V über der +17,5-V-Ausgangsspannung des +17-V-Reglers liegen.

7.2.5 D/A-Umsetzer *(Stromlaufblatt 6)*

Die D/A-Umsetzer U1, U2 und D13 (s. Blatt 3) erzeugen die Steuerspannungen für die abstimmbaren Bandpässe (Blatt 10-15), die Detektor-Linearisierung (Blatt 21) und den PIN-Dioden-Preset-Steller (siehe Blatt 16). In den Abschnitten 7.5.8, 7.5.12 bzw. 7.5.9 sind die Ausgangsspannungen dieser drei DAC-Stufen zur Fehlersuche angegeben.

7.2.6 GaAs-FET-Schalter *(Stromlaufblatt 7 und 20)*

Der GaAs-FET-Schalter D15 (Stromlauf Blatt 7) und sein Gegenstück D18 (Blatt 20) schalten Eingangsbuchse X322 und Ausgangsbuchse X323 über die gesperrten Kurzschließerdiode V83 und V84 direkt zusammen, um für den Frequenzbereich 9 kHz bis 1210,5 MHz einen Weg zum RF-Ausgang zu schaffen. C167 und C170 sorgen für die notwendige DC-Trennung und sind mit den Leitungsstücken L91, L134 bzw. L137, L93 an 50 Ohm angepasst. L136 dient zur Anpassung der Dioden V83 und V84.

Die Ansteuerspannungen der RF-Schalter D15 und D18 - gemessen auf den Steuerleitungen +8V_BRIDGED und -8V_BRIDGED - liegen bei +4,2 V und -8,2 V. Wenn eine der Leitungen auf +4,2 V liegt, so führt die andere -8,2 V. Beim Umschalten wechseln diese Potentiale die Leitung. Diese beiden Spannungswerte kommen von den OpAmps N7 und sind an deren Ausgängen ebenfalls messbar: N7.7. +8,0 V, N7.1: -8,2 V.

Im Betriebsfall des OPU3 geht der Weg über RF1 zum Step-Recovery-Vervielfacher (siehe nachfolgenden Abschnitt). Die PIN-Dioden V83 und V84 schließen den direkten Weg kurz, damit kein Übersprechen vom RF-Eingang X322 auf den RF-Ausgang X323 stattfindet. Diese Kurzschließerdiode werden von N24 angesteuert. Im Betriebszustand OPU3 überbrückt misst man an C289 eine Spannung von etwa -9,5 V. Bei OPU3 aktiv sind es +8,1 V

Der Eingangspegel bei aktivem OPU3 beträgt ca. +15 dBm, da der 1,2-GHz-Ausgangsteil des SML-Mainboards (= OPU1) auf diesen Wert geklemmt ist.

7.2.7 SRD-Vervielfacher (Stromlaufblatt 8)

Das RF1-Signal wird mit dem PIN-Diodenschalter V1, V2, V4 bis V7 entweder auf die Umwegleitung RF1200 geschaltet, die Vervielfacher und Bandpassfilter umgeht, oder auf den Step-Recovery-Dioden-Vervielfacher mit Verstärker N22 und SRD-Diode V31. Die Leitung RF1200 erlaubt, Signale mit 250...1210,5 MHz auf die Anschlüsse des externen I/Q-Modulators (2084.4692.xx bzw. 2084.5218.xx) ohne Vervielfachung und Bandpassfilterung durchzuschalten.

Bei Vervielfacherbetrieb verstärkt N22 das Eingangssignal (ca. 600...900 MHz) auf ca. +18 dBm und gibt dieses auf die breitbandig angepaßte SR-Diode V31. Ein Hochpaß (... L39, L62, ...) unterdrückt die Grundschwingung. Der Equalizer C41/L12 hebt die hohen Vielfachen im Pegel etwas an, damit alle Frequenzlinien ($n = 2$, $n = 3$ und $n = 4$) ungefähr gleichstark mit 0...+5 dBm zu den Bandpässen gelangen. Das Kammspektrum von V31 ist an X9 messbar, wenn X13 auf 1-4 umgelötet wird.

Der Transistor V67 stellt die +7-V-Betriebsspannung für die MMIC-RF-Verstärker N22 (SRD-Vervielfacher, Blatt 8), N19 (AM-Modulator, Blatt 17) und N20 (Endstufe, Blatt 18) bereit. Über D_+7 kann diese interne Betriebsspannung von aussen gemessen werden.

7.2.8 Durchstimmbares Bandfilter (Stromlaufblatt 9 bis 15)

Über die PIN-Schalter V8, V9, ... und V41, V42, ... wird das Kammspektrum auf die drei durchstimbaren Bandpaßfilter verteilt. Die PIN-Dioden werden von den Treibern N32 durchgesteuert. Zur Aktivierung des zugehörigen Bandpassfilterzweiges sind die Leitungen PIN_BP1, PIN_BP2 und PIN_BP3 auf die in Tabelle 7-10 im Abschnitt 7.5.8 aufgeführten Spannungen geschaltet.

Im Fehlerfalle empfiehlt es sich, auch die Spannungen an den PIN-Dioden selbst zu kontrollieren. Eine durchgeschaltete Diode hat zwischen Anode und Kathode rund 0,7 V Spannungsabfall, während eine gesperrte Diode zwischen Kathode und Anode mehrere Volt Sperrspannung aufweisen muss. Bei kaskadierten PIN-Dioden ergeben sich im leitenden Fall also Vielfache von 0,7 V.

Die Verteilung des Frequenzbandes 1,2 GHz bis 3,3 GHz auf die drei Teilfilter ist wie folgt:

Tabelle 7-4 Filterfrequenzbereiche

Filter	Frequenzbereich
1	1200 ... 2200 MHz
2	2200 ... 2800 MHz
3	2800 ... 3300 MHz

Jeder Bandpaßfilterzweig beginnt mit einem Equalizer (z.B. L49, C214, L48, C213), der den Frequenzgang der Streifenleitungsbandpässe im jeweiligen Abstimbereich verringert. Es folgt ein dreikreisiger Streifenleitungsbandpass, dem ein Verstärker (z.B. N23) nachgeschaltet ist. Diese Anordnung wiederholt sich je Filterzweig dreimal, wobei die letzte Filterstufe keinen Verstärker mehr aufweist. Stattdessen gibt es einen gemeinsamen Verstärker N14 (Blatt 16) hinter dem ausgangsseitigen PIN-Diodenschalter.

Über die Transistoren V71, V70, ... sind immer nur die Verstärker des gerade gewählten Filterzweiges eingeschaltet. Welcher Filterzweig eingeschaltet ist, läßt sich einfach durch Messung der DC-Spannung am Ausgang der beiden MMIC-Verstärker innerhalb Filterzweiges nachprüfen: An den Drosseln L70, L68, ... dieser MMICs müssen im eingeschalteten Fall etwa +3 V bis +3,5 V zu messen sein. Abgeschaltete Filterzweige haben hier stets 0 V.

Die Filtercharakteristik der drei Bandpaßfilter und die korrekte Abstimmung auf die am SML eingestellte Frequenz läßt sich über die SMP-Buchsen X9 und X10 messen, wenn die Lötbrücken X13 (Blatt 8) auf 2-3 und X14 (Blatt 16) auf 1-4 umgelötet sind.

7.2.9 RF Level Preset *(Stromlaufblatt 16)*

Der PIN-Diodensteller V54/V57 dient als variables Dämpfungsglied mit ca. 20 dB Dynamik. Der von der Stromquelle V40 gelieferte, temperaturstabilisierte Strom wird mittels des Differenzverstärkers V73 abhängig von der Spannung V_PRESET auf den PIN-Modulator bzw. auf die Diode V52 aufgeteilt. Das Preset-Stellglied dient dazu, den AM-Modulator (Blatt 17) trotz Pegelschwankung der einzelnen Kammfrequenzlinien und Verstärkungsschwankungen in den drei Bandpassfilterzweigen über der Frequenz immer im optimalen Arbeitspunkt zu betreiben. SML-intern Intern abgelegte Kalibrierwerte stellen über den oben beschriebenen DAC die Spannung V_PRESET so ein, dass der AM-Modulator stets rund 14 dB unterhalb seiner Minimaldämpfung ausgesteuert ist. In diesem Arbeitspunkt stellt die RF-Level-Preset-Stufe dann den Pegel so ein, dass der gewünschte RF-Ausgangspegelwert des SML Messsenders erreicht wird.

Die Ansteuerung des Preset-Stellgliedes erfolgt über die Spannung V_PRESET, die aus dem 12-Bit-DAC D13 (Blatt 3) und dem zur Pegelverschiebung nachgeschalteten OpAmp N1 (Blatt 6) kommt. Der Spannungsbereich von V_PRESET liegt zwischen +2,5 V und +4,5 V (vergl. Abschnitt 7.2.9).

Hinter dem PRESET-Steller kommt über PIN-Schalter V81, V82, ... die Umwegleitung RF1200 wieder in den Signalweg, die es erlaubt, die Vervielfacherstufe mit nachfolgendem Bandfilter zu umgehen (vergl. Blockschaltbild). Sie führt die Signale mit den Frequenzen zwischen 250 MHz und 1210,5 MHz auf X324 und darüber bei angeschlossenem in den Messsendern SMV und SFL-S auf den IQ-Modulator (2084.4692.xx bzw. 2084.5218.xx) (siehe Blatt 17 des Stromlaufes). Hier ist der Eingang des IQ-Modulators angeschlossen.

7.2.10 Amplitudenmodulator *(Stromlaufblatt 17 und 18)*

Der PIN-Modulator V153 - V158 dient als variables Dämpfungsglied mit ca. 45 dB Dynamik. Der von der Stromquelle V39 gelieferte, temperaturstabilisierte Strom wird mittels des Differenzverstärkers V75 abhängig von der Spannung V_AMOD auf den PIN-Modulator bzw. auf die Dioden V48 - V50 aufgeteilt. Um den Temperatureinfluss des Differenzverstärkers möglichst gering zu halten, wird - wie beim PRESET - ein gepaartes Transistorarray (BC857) verwendet.

Der rauscharme Verstärker N8 (Blatt 18) hebt den hinter dem AM-Modulator aufgrund des Arbeitspunktes und der zusätzlichen Einfügedämpfung sehr niedrigen Pegel wieder an. Die Aussteuerung des AM-Modulators ist mit dem Preset-Steller so vorgewählt, dass er ca. 12...15 dB unter minimaler Einfügedämpfung betrieben wird. Damit ist eine einwandfreie AM-Modulation möglich.

Die PIN-Schalter V105/V152 und V159/V160 (Blatt 18) erlauben den AM-Modulator aus dem Signalweg heraus und stattdessen einen extern über die Anschlüsse RF_UNMOD (X324) und RF_MOD (X325) anzuschaltenden I/Q-Modulator (2084.4692.xx bzw. 2084.5218.xx) anzuschließen.

Der AM-Modulator kann im Fehlerfalle über die RF-Buchsen X324, RF_UNMOD, und X325, RF_MOD, auch mit einem Netzwerkanalysator vermessen werden. Dazu sind die Lötbrücken X6 und X4 in Stellung 2-3 sowie - auf Blatt 18 - X7 auf 4-3 und X8 auf 2-3 umzulöten. Abschnitt 7.5.10 zeigt in Bild 7.5.9 den zugehörigen Plot.

7.2.11 Ausgangsstufe (Stromlaufblatt 19)

Hinweis: Im Messsender SFL-S wird die Ausgangsstufe nicht benutzt und ist inaktiv geschaltet.

Die 3,3-GHz-Ausgangsstufe besteht aus dem 3-stufigen Verstärker N20, V66 und V23, der den Pegel auf bis zu +27 dBm verstärkt. Vorgeschaltet ist ein Entzerrer mit C257/L4, der den Verstärkungsabfall von Ausgangstiefpass und externer Eichleitung zu hohen Frequenzen hin kompensiert.

Die Ausgangsstufe sowie eine Reihe von weiteren Verstärkern ist über die Leitung OPU3_ON abschaltbar, um ggfs. bei Betrieb unterhalb 1210,5 MHz den Stromverbrauch zu minimieren. V65 und V28 schalten die Spannungsversorgung von der Endstufe ab. V55 dient zusammen mit Zenerdiode V59 dazu, bei Ausfall der negativen Versorgungsspannung ein Einschalten der Endstufe zu vermeiden, da andernfalls die GaAs-FETs V66 und V23 maximalen Drain-Source-Strom ziehen würden, was zu Beschädigungen dieser Verstärker führen kann. In diesem Zusammenhang ist auch der Hinweis am Beginn von Kapitel 7.5 zum Betrieb der Endstufe bei der Fehlersuche zu beachten.

7.2.12 Ausgangstiefpaß, Richtkoppler (Stromlaufblatt 20)

Hinweis: Im Messsender SFL-S wird der Ausgangsteil nicht benutzt und ist inaktiv geschaltet.

Um den geforderten Oberwellenabstand von mindestens 30 dBc einzuhalten, ist im Anschluß an die Endstufe ein Oberwellen-Tiefpassfilter mit einer Eckfrequenz von 3,4 GHz geschaltet. Er besteht aus gedruckten Strukturen, wobei Leitungsstücke die Induktivitäten und Kreissektorflächen die Kapazitäten des Tiefpasses bilden.

Der Richtkoppler T1 zusammen mit R322, R406 und R476 koppelt mit ca. -12 dB ein Signal für den Pegeldetektor aus. Es folgt mit D18 der zweite GaAs-FET-Schalter, der die Überbrückungsleitung des OPU3 (Signal RF0) wahlweise auf den Ausgang zu schalten gestattet. Hier bildet C171 einen mit den Leitungsstücken L103 und L104 an das 50-Ohm-System angepassten DC-Trennkondensator.

Die Einfügedämpfung von Ausgangstiefpass, Richtkoppler und GaAs-FET-Schalter-IC beträgt bei tiefen Frequenzen (z.B. 100 MHz) 3 dB und steigt bei 3,3 GHz bis auf 5 dB an.

7.2.13 Pegeldetektor (Stromlaufblatt 21)

Hinweis: Im Messsender SFL-S wird der Pegeldetektor nicht benutzt.

Die Detektordiode V35 sorgt in Verbindung mit C165 für die Gleichrichtung des Ausgangspegels. Die zweite Hälfte der Dioden V35 dient zur Temperaturkompensation. FET V56 gestattet es, für tiefe Trägerfrequenzen die Kapazität C110 dem Ladekondensator des Gleichrichters parallel zu schalten.

Eine Linearisierung der Gleichrichterspannung erfolgt mit dem über V36 und V37 temperaturkompensierten Logarithmierer N6. Die nutzbare lineare Dynamik des Detektors beträgt ca. 30 dB (Fehler < 1 dB).

Die frequenzabhängige Kalibrierung der Linearisierung erfolgt mit der Abstimmspannung TUNE_DET (Blatt 6) über die Vorströmung der Dioden V35. Die Ermittlung der DAC-Werte DET0...DET7 erfolgt in der Endprüfung über die Messung von jeweils zwei RF-Signalpegeln von z.B. +15 dBm und -5 dBm. Dann muss die Ausgangsspannung V_DETOUT beim niedrigeren Pegel genau ein Zehntel (= -20 dB) der Spannung beim hohen Pegel betragen. Die so gewonnenen frequenzabhängigen DAC-Werte werden als Kalibrierwerte im nichtflüchtigen Speicher des SML-Mainboards abgelegt.

7.2.14 ALC (Stromlaufblatt 22)

Hinweis: Im Messsender SFL-S wird die ALC nicht benutzt und ist inaktiv geschaltet.

Die ALC-Regelung erfolgt über den OpAmp N5, dessen Rückkopplungspfad mit den CMOS-Schaltern D47 und D52 auf mehrere Konfigurationen umschaltbar ist. Als externe Steuerspannung für den Ausgangspegel dient das Signal V_LEVEXT, welches als Gleichspannung im Bereich -5V bis 0V vom SML-Mainboard generiert wird. Im Falle von AM-Modulation ist dieser Gleichspannung das AF-Signal überlagert.

N5 bildet den Regelverstärker für die ALC, deren Schleife über den Pegeldetektor und den AM-Modulator (Steuerspannung V_AMOD) geschlossen wird. Mit den Schaltern D52 kann am PI-Regler N5 zwischen 3 verschiedenen Bandbreiten umgeschaltet werden.

Mit dem CMOS-Schalter D47 kann der Regler im ALC_OFF-Modus zu einem invertierenden Verstärker umgeschaltet werden (Bit ALC_ON = 1). Dann wird der Ausgangspegel über die Spannung V_LEVEXT gestellt. Sie geht dann mit der negativen Verstärkung $-(R313/R312)$ in die Stellspannung V_AMOD über.

Das Signal KLEMM_DOWN bewirkt das maximale Absenken des Pegels mit dem AM-Modulator (z. B. bei Frequenzwechseln), indem über V218 und R230 eine hohe positive Spannung auf N5 gegeben wird. KLEMM_DOWN kann entweder von der externen Leitung BLANK oder vom Bit LEV_OFF aus dem Schieberegister aktiviert werden (vergl. Tabelle 7-3 in Abschnitt 7.2.3).

Das Signal KLEMM_UP klemmt den Ausgangspegel fest auf einen hohen Pegelwert (ca. +13 dBm am Geräteausgang), indem über R227 eine hohe negative Spannung auf den Regelverstärker gegeben wird. V_LEVEXT ist in diesem Zustand abgeschaltet. KLEMM_UP kommt vom Schieberegister auf Blatt 3.

7.3 Öffnen des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz

**Achtung!**

Befolgen Sie bitte genau die Anweisungen der folgenden Abschnitte, damit eine Beschädigung des Geräts oder eine Gefährdung von Personen vermieden wird. Beachten Sie bitte auch die allgemeinen Sicherheitshinweise am Anfang dieses Handbuchs.

Zum Öffnen des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz verfahren Sie wie folgt:

- | | |
|----------------------------------|--|
| Öffnen des Gerätes | <ul style="list-style-type: none">➤ Das Gerät hochkant auf die beiden Griffe stellen und die vier Schrauben in den Gerätefüßen lösen.
Die Gerätefüße lassen sich nun entfernen.➤ Den Gehäusetubus vorsichtig nach oben abziehen. Das Gerät ist nun offen. |
| Baugruppe ausbauen | <ul style="list-style-type: none">➤ Die Steckverbindung X321 auf der Baugruppe lösen.➤ HF-Kabel von X322/X323 abschrauben.➤ ggfs. HF-Kabel von X324/X325 abschrauben.➤ Die Befestigungsschrauben (Kreuzschlitz oder Torx) des Ausgangsteils 2 GHz / 3 GHz lösen.

<i>Hinweis: bei den Messendern SMV und SFL-S ist die Baugruppe huckepack auf der Baugruppe I/Q-Modulator montiert.</i>➤ Die Baugruppe kann jetzt herausgenommen werden. |
| Baugruppe öffnen | <ul style="list-style-type: none">➤ Die Schirmdeckel der Baugruppe können nun mit einem passenden Torx-Schraubendreher abgeschraubt werden. Dabei ist zu beachten, dass die eingeklebten Stücke von Wärmeleitfolie an ihrem Platz bleiben.➤ Zur Fehlersuche kann die Baugruppe außerhalb des SML-Chassis betrieben werden. Dazu sind die Flachbandkabelverbindung wieder herzustellen und die HF-Kabel falls notwendig durch flexible Ausführungen zu ersetzen bzw. zu verlängern. |
| Betrieb der geöffneten Baugruppe | <ul style="list-style-type: none">➤ Beim Betrieb der offenen Baugruppe sind unbedingt die Hinweise am Beginn des Kapitels 7.5 zu beachten! |

Ausgangsteil**SML**

Zum Schließen des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz verfahren Sie wie folgt:

- | | |
|-----------------------|--|
| Baugruppe schließen | <ul style="list-style-type: none">➤ Beim Auflegen der gefrästen Schirmdeckel muss auf die Vollständigkeit und die richtige Lage der Wärmeleitfolien geachtet werden. Die Folienzuschnitte dürfen nicht zwischen die äußeren Auflageflächen der Deckel und die Platine geraten, da sonst die HF-Dichtigkeit des Schirmgehäuses nicht gewährleistet ist.➤ Alle Torx-Schrauben sind nach richtigem Auflegen der Deckel mit einem Drehmoment von 60 Ncm (HVC-2000: M2,5) anzuziehen |
| Baugruppe einbauen | <ul style="list-style-type: none">➤ Schritte in umgekehrter Reihenfolge wie oben beschrieben ausführen. Dabei sitzt bei den Messendern SMV und SFL-S die Baugruppe OPU3 wieder huckepack auf der Baugruppe I/Q-Modulator.➤ Koaxialkabel an X322 und X323 (ggfs. auch an X324 und X325) und Flachbandkabel X321 wieder anschließen |
| Schließen des Gerätes | <ul style="list-style-type: none">➤ Das Gerät hochkant auf die beiden frontseitigen Griffe stellen.➤ Den Gehäusetubus vorsichtig von oben über das Chassis schieben. Dabei darauf achten, dass weder auf Ober- noch auf Unterseite Kabel eingeklemmt oder gequetscht werden.➤ Die vier abmontierten Gerätefüße aufsetzen und mit den vier Schrauben wieder festziehen. |

7.4 Spezielle Meßgeräte und Hilfsmittel

Eine Liste der für den SML häufig gebrauchten Meßgeräte und Hilfsmittel befindet sich am Anfang dieses Handbuchs. Die in der folgenden Tabelle aufgelisteten Geräte sind speziell zum Prüfen des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz erforderlich.

Tabelle 7-5 Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz – Messgeräte und Hilfsmittel

Pos.	Geräteart, Hilfsmittel	Erforderliche Eigenschaften	Geeignetes R&S-Gerät	Bestell-Nr.	Anwendung in Abschnitt
1	Stromlauf	-	-	1090.4007.01S	
2	Bestückungsplan	-	-	1090.4007.01S	
3	Digitalmultimeter	1 mV...100 V 0,1 mA...1 A	-		
4	Speicheroszilloskop	DC-100 MHz, <0,1V/Div, ≥ 2 Kanäle	-	-	z.B. 7.5.5
5	Spektrumanalysator	100Hz ... 5GHz	FSB FSBA	848.0020.52	z.B. 7.5.7
6	Vierpolmessplatz	300 kHz ... 3,3 GHz	-		z.B. 7.5.8
7	Leistungsmesser	9 kHz ... ≥2200 MHz	NRVS mit NRV-Z51	1020.1809.02 0857.9004.02	z.B. 7.5.7
8	HF-Tastkopf mit DC-Blocker	9 kHz...3.3 GHz	-		
9	Steuerrechner (PC)	Schnittstelle IEC-625-1	-	-	
10	Serviceprogramm			1090.3500.02	z.B. 7.5.2

7.5 Fehlersuche

Achtung!



Bei geöffnetem Deckel des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz fehlt die Wärmeabfuhr im Bereich der Endstufe V66/V23. Dies gefährdet die GaAs-FETs und kann zu einer nicht direkt erkennbaren Dauerschädigung der Transistoren und damit zu Langzeitausfällen führen. Deshalb ist bei Arbeiten am OPU3, die nicht die Endstufe betreffen Steckbrücke X11 zu entfernen, was die Endstufe stromlos macht.

Arbeiten an der Endstufe V66/V23 selbst sollten entweder nur kurzzeitig oder mithilfe einer provisorischen Kühllhilfe (aufgeklebtes Blech, o.ä.) erfolgen.

7.5.1 Vorbemerkung

Vor der eigentlichen Fehlersuche auf dem Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz muß sichergestellt sein, daß alle Versorgungsspannungen ordnungsgemäß anliegen (siehe Abschnitt 7.2.4).

Die DC-Spannungen an den im Schaltplan mit D_XXXXXXX bezeichneten Testpunkten (z.B. D_TEMP) können im Display des SML angezeigt werden. Hierzu wird im Untermenü **Utilities/Diag/Tpoint** die Testpunkt-Anzeige aktiviert und der gewünschte Diagnosepunkt (siehe Tabelle 7-14 Diagnosepunkte in Abschnitt 7.6.1) eingegeben. Die Diagnosepunkte im Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz sind ab DTP-Nr. 500 zu finden.

Einstieg und Abschluss der Fehlersuche sollte die Kontrolle mit dem im nachfolgenden Abschnitt 7.5.3 beschriebenen Serviceprogramm bilden, um sicherzustellen, dass nach erfolgter Reparatur die vollständige Funktion des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz wieder gegeben ist.

Hinweise zum Umgang mit den Lötbrücken

Im Folgenden wird die Fehlersuche beschrieben, die auf der Signalverfolgung durch die einzelnen Stufen des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz mithilfe eines Spektrumanalyzers und der Untersuchung mithilfe eines Vierpolmessplatzes basiert. Läßt das Serviceprogramm bereits erkennen, dass das Signal ab einer bestimmten Stufe fehlt oder danach nicht in Ordnung ist (Pegelfehler), so sollte die weitere Fehlersuche mit dem entsprechenden Abschnitt dieses Kapitels aufgenommen werden. Hilfreich ist es, dazu im Bereich der betroffenen Schaltungsstufen zunächst die in Tabelle 7-15, Abschnitt 7.6.2, angegebenen DC-Arbeitspunkte nachzumessen. Die verdächtigten Schaltungsabschnitte, wie etwa die abstimmbaren Bandpassfilter oder die Endstufe werden dann mit einem Netzwerkanalysator kontrolliert.

Zur impedanzrichtigen Messung von Teilstrecken des Signalpfades enthält das Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz Prüfbuchsen, die an den für den Abgleich des Moduls notwendigen Stellen in Form von SMP-Buchsen ausgeführt sind. Sie werden durch Umlöten von Lötbrücken impedanzrichtig in den Signalweg eingeschleift. Vierfache Lötstellen dienen dazu, die Prüfbuchse sowohl als Ausgang für den vorhergehenden Abschnitt als auch als Eingang für die folgenden Stufen zu verwenden.



Zum Umgang mit den Lötbrücken sind folgende Hinweise zu beachten:

- Arbeiten in der Schaltung stets bei stromloser Baugruppe ausführen. Dazu wird der Messsender an seinem Netzschalter abgeschaltet. Nach dem Umbau der Lötbrücken / Koppelkondensatoren Gerät wieder einschalten und das Hochfahren abwarten. Eventuell muss das Serviceprogramm neu gestartet werden.
- es gibt Lötbrücken, die werkseitig mit 0-Ohm-Widerständen der Bauform 0603 bestückt sind. Diese sind nur zur Vereinfachung der Fertigung maschinell eingesetzt und dürfen im Reparaturfall durch Brücke aus Lötzinn ersetzt werden.
- die Lötbrücken sollen mit niedriger Kolbentemperatur gelötet werden
- überflüssiges Lötzinn kann mit Entlötlitze entfernt werden
- Prüfbuchse nicht gleichzeitig mit ankommenden und abgehendem Signalweg verbinden. Dies führt zu Fehlmessungen
- es ist unbedingt darauf zu achten, dass der Kontakt der Messbuchse nach Beendigung der Messung nicht mit dem Signalweg verbunden bleibt
- auch ungewollte Verbindungen zum abgekoppelten Signalweg verfälschen das Messergebnis. Daher bei nicht ausreichenden Verstärkungswerten die Lötbrücken an den benutzten Prüfbuchsen mit einer Lupe kontrollieren. Ggfs. mit ein wenig Lötzinn nochmal nachlöten, sodass sich die fehlerhafterweise verbundenen Pads trennen.

Hinweise zur Messung bis 3 GHz

Beim Messen über einen Frequenzbereich bis zu 3 GHz sind die Eigenschaften der verwendeten Messkabel zu beachten. Deshalb arbeitet man in der Regel mit kalibrierten Messaufbauten. D.h., dass die mit zunehmender Frequenz steigenden Kabeldämpfungen mit einem Kalibrierstandard herausgemessen und abgespeichert wird. Damit kann der Messplatz dann den korrekten Pegel oder Frequenzgang errechnen.

Hat man keinen kalibrierbaren Messplatz zur Verfügung, so sollte man mit reaktiv kurzen Kabeln arbeiten. Je nach Qualität der Messkabel können bis 3 GHz Dämpfungen bis zu einigen Dezibel (dB) auftreten. Dies ist dann bei Messungen zu berücksichtigen und entsprechend zu korrigieren.

7.5.2 Das Service-Programm

Das SML Serviceprogramm dient zur Unterstützung bei der Fehlersuche und dem Modultest. Es ermöglicht die Bedienung der internen Steuerbits und das Auslesen der vorhandenen Diagnosepunkte. Zudem lässt sich das Programm zum Übertragen von grundlegenden Fernbedienungs-Befehlen benutzen. Das Programm läuft unter dem Betriebssystem Windows (95, 98, NT und 2000). Die Fernsteuerung des Gerätes erfolgt mittels IEC-Bus (GPIB / IEC625 / IEEE488) oder der RS232-Schnittstelle.

Zur Installation des Programms legen Sie die Installationsdiskette aus dem Service-Kit in ihr Diskettenlaufwerk ein und rufen Sie die Datei "setup.exe" auf. Folgen Sie den Anweisungen des Installationsprogramms. Das Serviceprogramm benötigt die *CVI-RunTime-Engine* aus LabWindows von National Instruments. Diese wird, falls auf dem System noch nicht vorhanden, installiert.

Zum Starten des Programms klicken Sie mit der linken Maustaste auf den Eintrag "SML_SERV" im Startmenü. Der Pfad innerhalb des Startmenüs richtet sich nach den während der Installation gemachten Angaben. Alternativ können Sie im Programmverzeichnis die Datei "sml_serv.exe" aufrufen.

Beim Start des Programms wird nach der gewünschten Verbindungsart zum Messenger SML, SMV oder SFL-S gefragt. Es besteht die Wahl zwischen IEC-Bus (GPIB) und RS232-Schnittstelle. Zur Konfiguration der *IEC-Bus-Schnittstelle* muss lediglich die am Gerät eingestellte IEC-Bus-Adresse eingegeben werden. Vor dem Bestätigen mit "OK" muss das Verbindungskabel zwischen PC und SML verbunden sein.

Für die Kommunikation über die *RS232-Schnittstelle* wird der Port COM1 verwendet. Der Messenger SML, SMV bzw. SFL-S wird über ein Nullmodemkabel mit dem PC verbunden. Die am Gerät eingestellten Konfigurationswerte werden vom Programm abgefragt.

Bild 7.5-1 zeigt die Hauptansicht des Serviceprogrammes. Neben den Gerätedaten (*Device*) des Messenders findet man die installierten *Module* mit ihren Varianten und Änderungsindizes. Die internen Temperaturen werden im nächsten Block angezeigt. Schliesslich gibt es im Fenster *Errors* noch alle akutell bestehenden Fehlermeldungen).

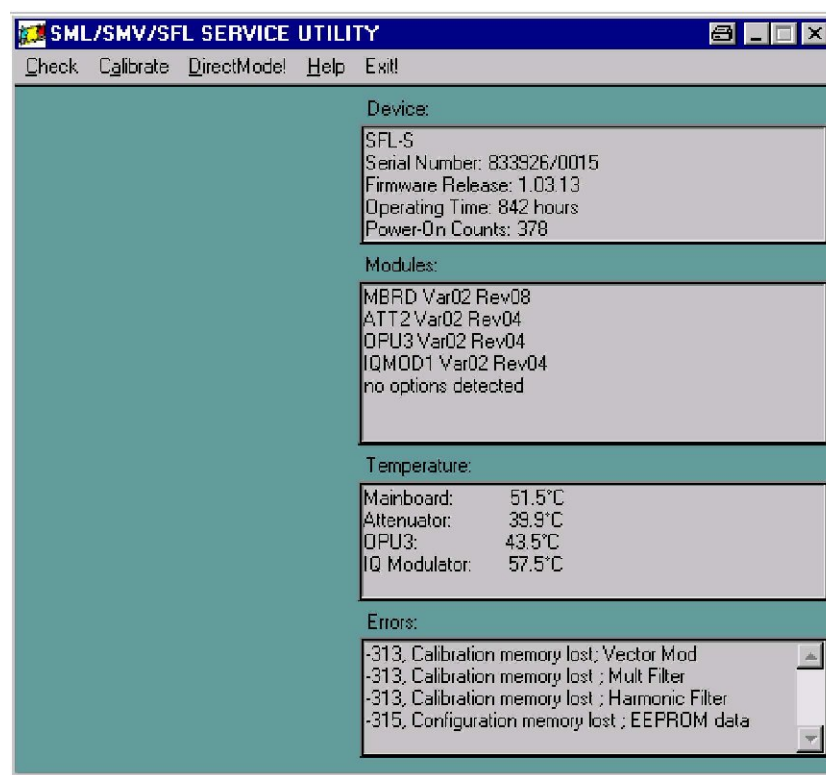


Bild 7.5-1: Hauptfenster des Serviceprogrammes

Durch Aufruf des Modultests *Check Output Unit 3* (Bild 7.5-2) gelangt man zu einer Darstellung des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz in Form eines Blockschaltbildes (Bild 7.5-3). Darin gibt es Messpunkte, die während des Modultests geprüft und bei Fehlern auf rot geschaltet werden. Ist die Spannung am jeweiligen Messpunkt in Ordnung, so schaltet das zugehörige Feld auf grün. Der ablaufende Test zeigt unmittelbar an, in welchem Bereich ein Fehler vorliegt. Das Blockschaltbild des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz im Serviceprogramm erlaubt zu erkennen, ob es im Signalpfad Unterbrechungen oder zu geringe Verstärkungen gibt. Dies lässt wiederum Rückschlüsse auf die fehlerhafte Stufe zu. Auch die Peripherie, wie Spannungsregler und D/A-Umsetzer, werden im Serviceprogramm mit dem Modultest weitgehend überprüft.

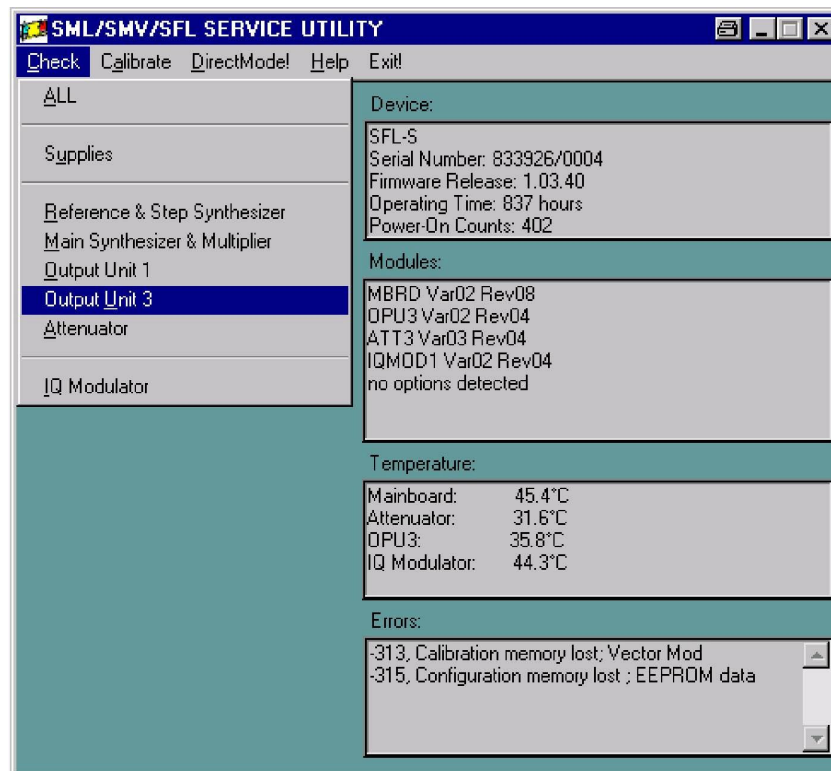


Bild 7.5-2 Aufruf des Modul Checks

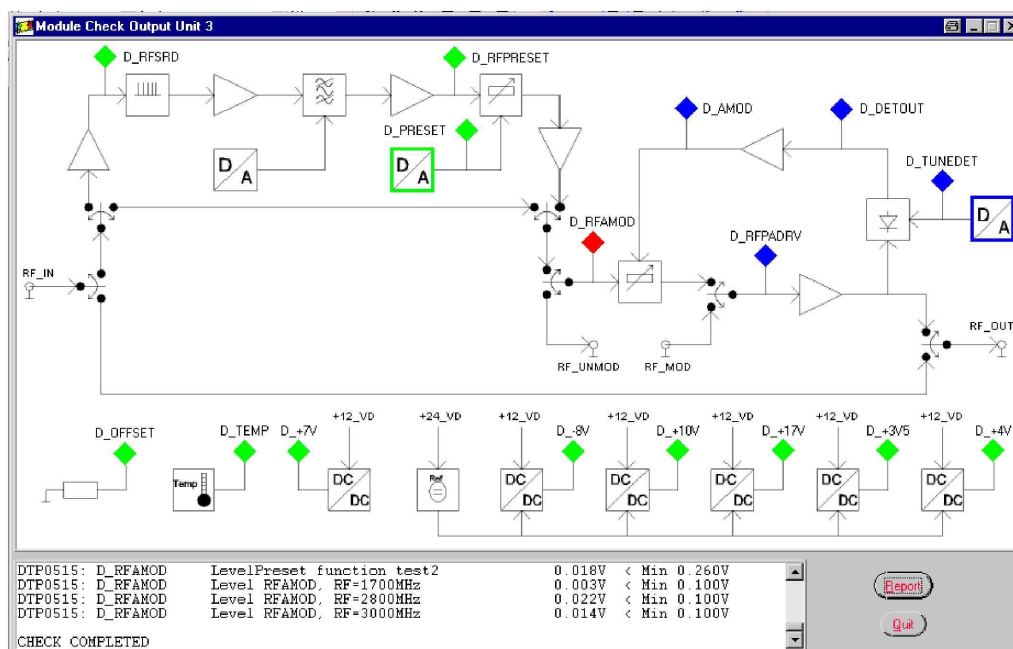


Bild 7.5-3 Blockschaftbild im Modul Check des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz

Die Ergebnisse des Modultests lassen sich tabellarisch in Form eines *Test Reports* (Bild 7.5-4) übersichtlich darstellen. Die Lage des einzelnen gemessenen Spannungswertes wird mithilfe eines Sternchens in eckigen Klammern dargestellt. Minimumunterschreitungen oder Maximumüberschreitungen sind auffällig eingetragen. Fehlgeschlagene Funktionstest werden mit *failed* markiert.

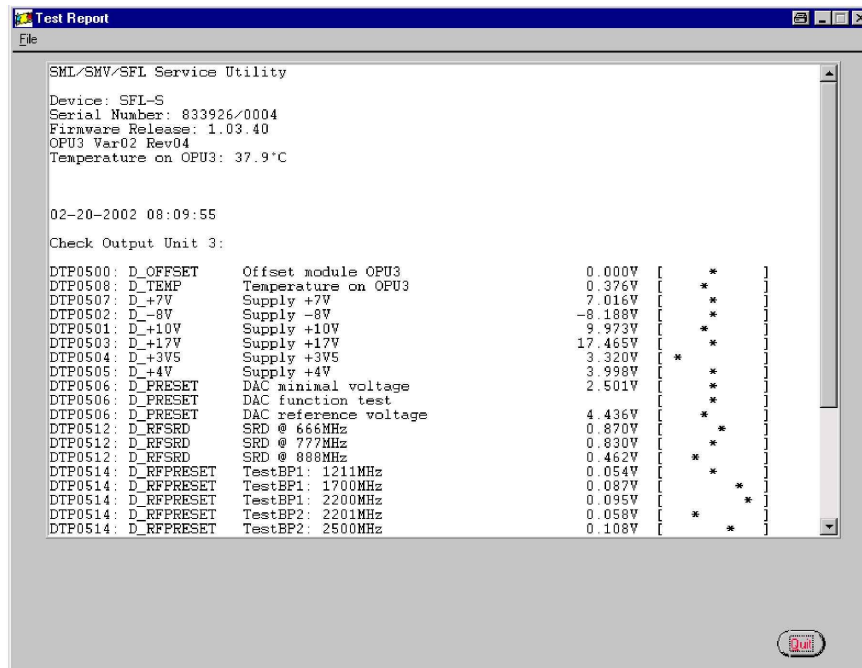


Bild 7.5-4: Test Report als Ergebnis des Modul Checks

Einstellungen einzelner Steuerbits oder von D/A-Umsetzern sind im *Direct Mode* (Bild 7.5-5) möglich. **Zu beachten ist jedoch, dass eine veränderte Einstellung erst nach Betätigen des Buttons Send im angeschlossenen Messenger SML, SMV oder SFL-S wirksam wird.**

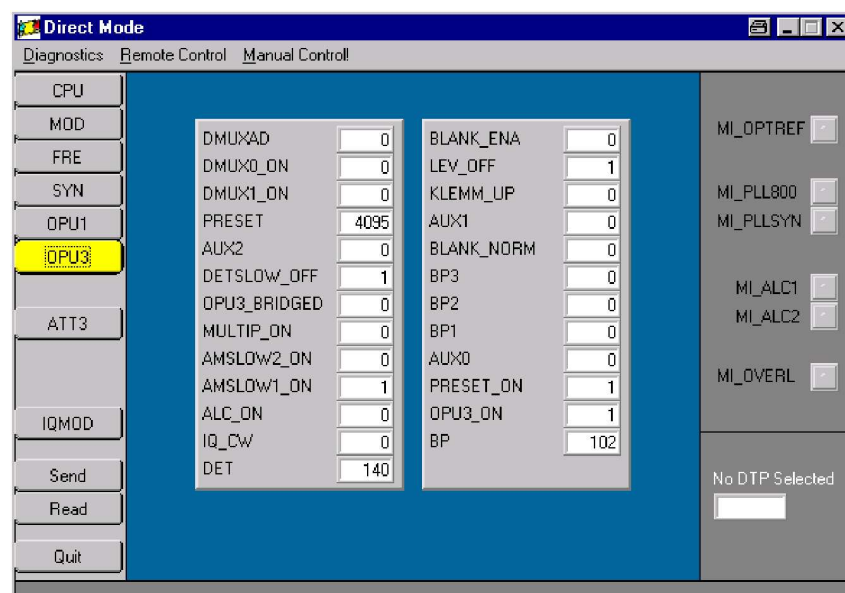


Bild 7.5-5: Direct Mode des Serviceprogrammes

Einzelne Testpunkte lassen sich über den Menüpunkt *Diagnosics* im Direct Mode beobachten (Bild 7.5-5). Nach Auswahl eines Testpunktes (DTP = diagnosis test point) erscheinen die kontinuierlich aufgenommenen Messwerte im *Direct-Mode*-Fenster unten rechts.

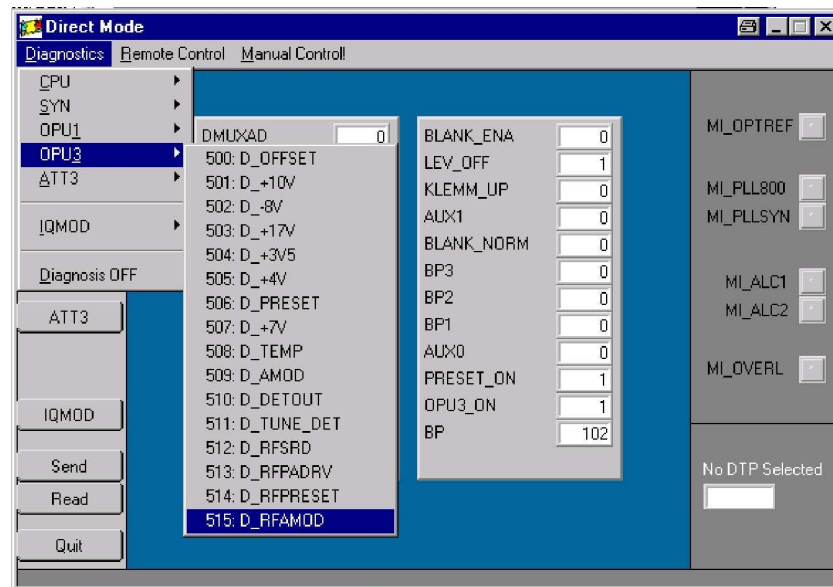


Bild 7.5-6: Auswahl eines Diagnosepunktes über *Diagnostics*

Umschaltungen an der Frontplatte des Messenders (z.B. Frequenzwechsel oder Pegeleinstellungen) können vorgenommen werden, wenn man im Direct Mode in der Kopfleiste *Manual Control* (**Bild 7.5-6**) auswählt. Mithilfe der Taste Local am Messender schaltet man auf die Bedienung über die Frontplatte zurück und macht die gewünschte Einstellung. Anschliessend kehrt man mit OK wieder in den Direct Mode zurück.

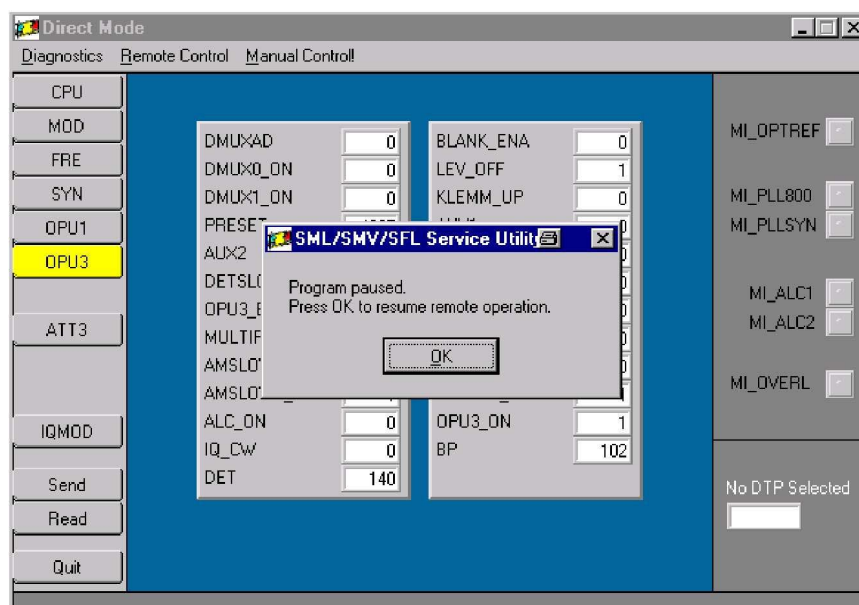
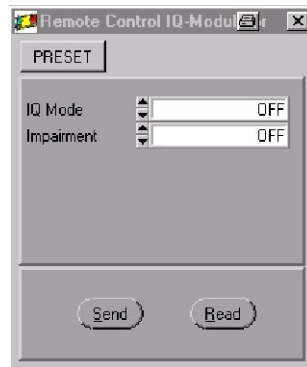


Bild 7.5-7: Handbedienung mittels *Manual Control*

Komfortabler ist die Möglichkeit mittels der *Remote Control* Einstellungen am Gerät ohne Unterbrechung des IEC-Bus-Betriebs über den Direct Mode vorzunehmen (**Bild 7.5-8**)

**Bild 7.5-8:** Remote Control

7.5.3 Beginn der Fehlersuche

Ein vollständiger Test aller auf der Baugruppe Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz vorhandenen Testpunkte kann mit Hilfe des Serviceprogramms SML_SERV.EXE (s. Kapitel 7.5.2) durchgeführt werden. Auftretende Fehler können damit sehr schnell und einfach lokalisiert werden. Das Blockschaltbild des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz im Serviceprogramm erlaubt unmittelbar zu erkennen, ob es im Signalpfad Unterbrechungen oder zu geringe Verstärkungen gibt. Dies läßt wiederum Rückschlüsse auf die fehlerhafte Stufe zu. Auch die Peripherie, wie Spannungsregler und D/A-Umsetzer, werden im Serviceprogramm mit dem Modul-Check weitgehend überprüft.

Zum Test des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz wird das Serviceprogramm gestartet und ein Check der Baugruppe durch Check / Output Unit 3 ausgeführt. Mit dem Button Report erhält man einen Fehlerbericht, aus dem ersichtlich ist, welche Testpunkte außer Toleranz sind. Die unten aufgelistete Tabelle 7-6 gibt Hinweise, auf welche Fehler dies hindeuten könnte und mit welchem Abschnitt dieses Kapitels bei der Fehlersuche fortgefahren werden sollte. Die Fehler sollten in der Reihenfolge bearbeitet werden, die die Tabelle 7-6 vorgibt, da nachrangig aufgeführte Außer-Toleranz-Meldungen Folgefehler eines vorrangig genannten sein können

Tabelle 7-6 Fehlersuche mithilfe des Modulchecks aus dem Serviceprogramm

Testpunkt außer Toleranz	Stromlaufblatt	Fehlersuche
D_+10V	5	zeigt die Größe der 10-V-Referenzspannung Überprüfen der Versorgungsspannungen lt. Abschnitt 7.5.4
D_-8V	5	zeigt die Größe der internen -8-V-Versorgungsspannung Überprüfen der Versorgungsspannungen lt. Abschnitt 7.5.4
D_+17V	5	zeigt die Größe der internen +17-V-Versorgungsspannung Überprüfen der Versorgungsspannungen lt. Abschnitt 7.5.4
D_+3V5	5	zeigt die Größe der internen +3,5-V-Versorgungsspannung Überprüfen der Versorgungsspannungen lt. Abschnitt 7.5.4
D_+4V	5	zeigt die Größe der internen +4-V-Versorgungsspannung Überprüfen der Versorgungsspannungen lt. Abschnitt 7.5.4
D_+7V	8	zeigt die Größe der internen +7-V-Versorgungsspannung Überprüfen der Versorgungsspannungen lt. Abschnitt 7.5.4
D_TEMP	4	Baugruppentemperatur in 10mV/°C Überprüfen des Sensors
D_PRESET	6	gibt die Höhe der DAC-Ausgangsspannung V_PRESET wieder Überprüfen des DACs, s. Abschnitt 7.5.9
D_TUNEDET	6	gibt die Höhe der DAC-Ausgangsspannung TUNE_DET wieder Überprüfen des DACs, s. Abschnitt 7.5.12
D_RFSRD	8	Ausgangspegel des SRD-Treibers Überprüfen des Kammgenerators lt. Abschnitt 7.5.7
D_RFPRESET	16	Ausgangspegel hinter den Bandfiltern Überprüfen der Bandfilter lt. Abschnitt 7.5.9
D_RFAMOD	17	Ausgangspegel des AM-Modulator-Treibers N19 Überprüfen des AM-Modulators lt. Abschnitt 7.5.10
D_RFPADRV	18	Ausgangspegel hinter dem Endstufentreiber Überprüfen der Endstufe lt. Abschnitt 7.5.11
D_DETOUT	21	Ausgangsspannung des Detektors Überprüfen des Detektors nach Abschnitt 7.5.12
D_AMOD	22	Ausgangsspannung der ALC Überprüfen der ALC gemäß Abschnitt 7.5.13

7.5.4 Fehler in den Versorgungsspannungen (Stromlaufblatt 5)

Vorbemerkung: Alle Versorgungsspannungen werden vom SML-Mainboard zur Verfügung gestellt. Die +10-V-Referenzspannung wird aus der +24V Versorgung gewonnen.

Hinweis: Falls die Spannungsversorgung des Diagnosewandlers auf dem Mainboard fehlerhaft ist, ist diese noch vor allen weiteren Maßnahmen instand zu setzen und erneut die Checkliste durch zu gehen.

Zunächst sollten die vom SML-Mainboard kommenden Versorgungsspannungen +5V, +3,3V, +12V, -12V und +24 V nachgemessen werden. Dies kann an den bauteilseitig bestückten Durchführungsfiltern geschehen. Nachfolgende Tabelle 7-7 gibt die notwendigen Spannungen und erlaubte Toleranzen an:

Tabelle 7-7 Externe Betriebsspannungen des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz

Durchführungsfilter	Z12	Z10	Z11	Z13	Z6
Nominalspannung	+24 V	+12 V	-12 V	+5 V	+3,3 V
Toleranz	+/-1 V	+/-0.5 V	+/-0.5 V	+/-0.2 V	+/- 0.2 V

Die intern erzeugten Betriebsspannungen sind an Prüfstecker X5 zusammengefasst und können dort gemessen werden. Voraussetzung für die richtige Höhe der verschiedenen Spannungen ist der korrekte Betrag der +10,00V-Referenzspannung, aus der die anderen Spannungen gewonnen werden. Diese Referenzspannung entsteht mithilfe der +24-V-Versorgungsspannung, sodass diese unbedingt korrekt vorhanden sein muss.

Die Tabelle 7-8 gibt Meßpunkt an X5, Bezugsnamen im Stromlauf und Spannungshöhe sowie Toleranz dieser intern erzeugten Betriebsspannungen an:

Tabelle 7-8 Interne Betriebsspannungen des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz

Testpunkt	X5.1	X5.2	X5.3	X5.4	X5.5	X5.6	X5.7
Spannung	Masse	+10.00 V	+4V_REFVD	+3V5_REFVD	+17V_REFVD	+10V_REFVD	-8V_REVVD
Sollwert	0 V	+10,0 V	+4,0V	+3,32 V	+17,5 V	+10,0 V	-8,2 V
Toleranz	-	+/-20 mV	+/-0,1 V	+/-0,1 V	+/-0,1 V	+/-50 mV	+/-0,1 V

Weitere intern erzeugte Hilfsspannungen sind zu kontrollieren:

Als negative Versorgungsspannung des Diagnose-Multiplexers D3/D4 (Stromlauf Blatt 4) werden über die Zener-Diode V46 -2,7 V erzeugt. Diese sind jeweils an Pin 7 von D3 und D4 messbar.

Auf Blatt 8 des Stromlaufs befindet sich die Erzeugung der +7-V-Betriebsspannung für die MMIC-Verstärker N22 und N19 (Blatt 17) und N20 (Blatt 18). Am Emitter muss eine Spannung von +6,6 V zu messen sein. Dieser Punkt kann auch über die Diagnoseleitung D_+7V (Diagnosemesspunkt 507) kontrolliert werden.

Falls bestückt muss auch der 30-V-Generator U4 (Stromlauf Blatt 2) kontrolliert werden: Seine Ausgangsspannung beträgt +30,0 V und kann an Durchführungsfiler Z14 gemessen werden. Der DAC TUNE_BP kann dann bis auf ca. +25 ... +28 V angesteuert werden (vergl. Abschnitt 7.5.8).

7.5.5 Fehler bei der Datenübertragung (Stromlaufblatt 2)

Vorbemerkung: Die Datenübertragung zum Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz besteht aus den seriellen Signalen für die Schieberegisterkette und den I2C-Signalen zum Auslesen und Schreiben des auf der Baugruppe vorhandenen EEPROMs. Über dieses EEPROM wird die Baugruppe beim Hochfahren des Messenders SML, SMV oder SFL-S erkannt. Fehlt nach dem Einschalten der Zugriff auf den OPU3 (z.B. auf Diagnosemesspunkte), so muss die I2C-Schnittstelle bzw. das Flachbandkabel an X321 geprüft werden.

Hinweis: Falls über die Menüs des Messenders SML Diagnosepunkte auf dem OPU3 (Diagnosepunkte ab 500) angesprochen werden können (vergl. Tabelle 7-14 in Abschnitt 7.6.1) und zumindest teilweise sinnvolle Messwerte abzulesen sind, so kann zunächst von korrekter Funktion der Datenübertragung ausgegangen werden.

Lässt sich nach dem Einschalten des Messenders SML das Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz nicht ansprechen, so ist die Datenübertragung und das Flachbandkabel X321 zu überprüfen.

Das EEPROM enthält einen Datensatz, der zur Erkennung der Baugruppe Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz dient. Ist dieser Datensatz nicht vorhanden oder zerstört, so kann das SML-Mainboard den OPU3 nicht identifizieren. In diesem Fall sollten zunächst die Eingangssignale der NOR-Gatter D2 geprüft werden. Dies geschieht am besten mit einem Speicheroszilloskop, welches auf das Signal MS_OPU3_N (Stromlaufblatt 3) getriggert wird.

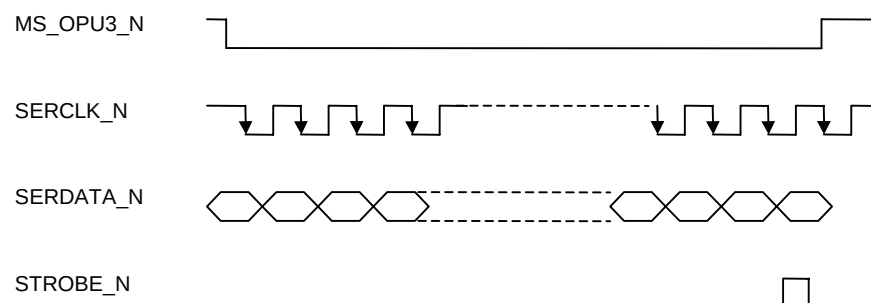


Bild 7.5.4 Impulsdigramm der digitalen Schnittstelle des OPU3

Anschließend werden die Ausgangssignale von D2 (CLK, DATA, WR) kontrolliert. Diese sind gegenüber den in Bild 7.5.4 gezeigten invertiert. Geeignete Messpunkte für diese drei Signale sind die Durchführungsfilter Z5, Z4 und Z8, die bauteilseitig nach Demontage des oberen Deckels zugänglich sind. Bei auffällig deformierter Signalform muss Baustein D2 kontrolliert und ggfs. getauscht werden.

7.5.6 Fehler in der Überbrückungsleitung (Stromlaufblatt 7 und 20)

Ist der Messender SML, SMV oder SFL-S auf Frequenzen unter 1210,5 MHz eingestellt, so wird der OPU3 mithilfe der Schalter D15 und D18 überbrückt. Die mit einem Vierpolmessplatz nachweisbare Durchgangsdämpfung beträgt 1,5 dB bei 100 MHz und steigt auf 2 dB bei 1210,5 MHz an. Die messbare Rückflußdämpfung (S11 und S22) an den RF-Verbindern X322 und X323 beträgt im Bereich 10 kHz bis 1210,5 MHz über 20 dB.

Bei einem Fehler in der Umwegleitung sind zunächst die Gleichspannungswerte in der Ansteuerung der Schalter D15 und D18 und von OpAmp N4 (Pin 8) gemäß Tabelle 7-15 in Abschnitt 7.6.2 zu kontrollieren. Bei den Kurzschließerdiolen V83 und V84 ist ferner die Sperrspannung von ca. -9 V bei aktivierter Umwegleitung zu kontrollieren. Bei Deaktivierung der Umwegleitung (Frequenz > 1210,5 MHz) muss an den Dioden V83 und V84 eine Spannung von +0,7 V messbar sein.

Liegt trotz korrekter Gleichspannungsarbeitspunkte eine erhöhte Dämpfung in der Umwegleitung vor, so ist nach schlechten Lötstellen oder defekten SMD-Bauelementen zu suchen. Finden sich hier keine Fehler und zeigen die Dioden V83 und V84 bezüglich ihrer DC-Arbeitspunkte für Frequenzen unterhalb 1210,5 MHz und oberhalb 1210,5 MHz korrektes Verhalten, so kann der Fehler nur bei den GaAs-FET-Schalter D15 und /oder D18 liegen.

7.5.7 Fehler im Kammgenerator (Stromlaufblatt 8)

Zunächst sind die DC-Arbeitspunkte bei aktiviertem OPU3 gemäß Tabelle 7-15 in Abschnitt 7.6.2 zu kontrollieren. Über D_RFSRD (Diagnosepunkt 512) kann festgestellt werden, ob der Treiber N22, der die Step-Recovery-Diode V31 zur Erzeugung des Kammspektrums anregt, korrekt arbeitet.

Bei fehlendem Signal an N22 sollten die DC-Arbeitspunkte des RF-Schalters V1, V2, ... kontrolliert werden: Im Falle einer Frequenzeinstellung von größer 1210,5 MHz am SML, SMV oder SFL-S muss der Weg V2, V4, V5 durchgeschaltet sein. Dies ist durch einen Spannungsabfall von jeweils 0,7 V an diesen PIN-Dioden nachweisbar. Der andere Schalterzweig (V1, V6, V7) liegt an einer Sperrspannung von mehr als -5 V (gemessen an Anode von V7). Fehler in der Ansteuerung der PIN-Dioden deuten auf einen Defekt im Bereich des Treibers N4 (Pin 7, s. Blatt 16 des Stromlaufes) hin.

Das Kammspektrum selbst kann an Messpunkt X9 wie folgt kontrolliert werden: Zunächst wird Lötbrücke X13 in Position 1-4 umgelötet, sodass der Stecker X9 mit R449/C41 verbunden ist. Nun kann mit einem Spektrumanalyzer das Kammspektrum auf Form und Pegel kontrolliert werden:

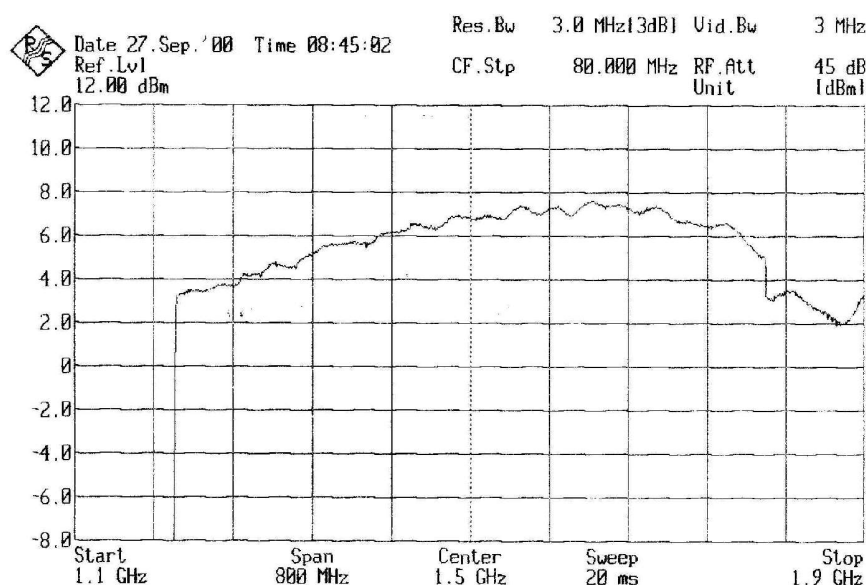
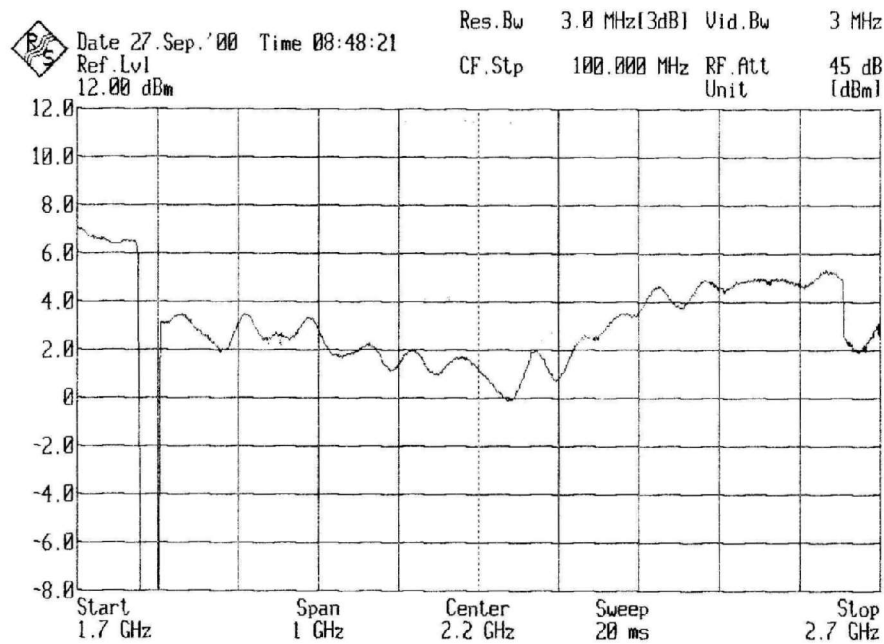
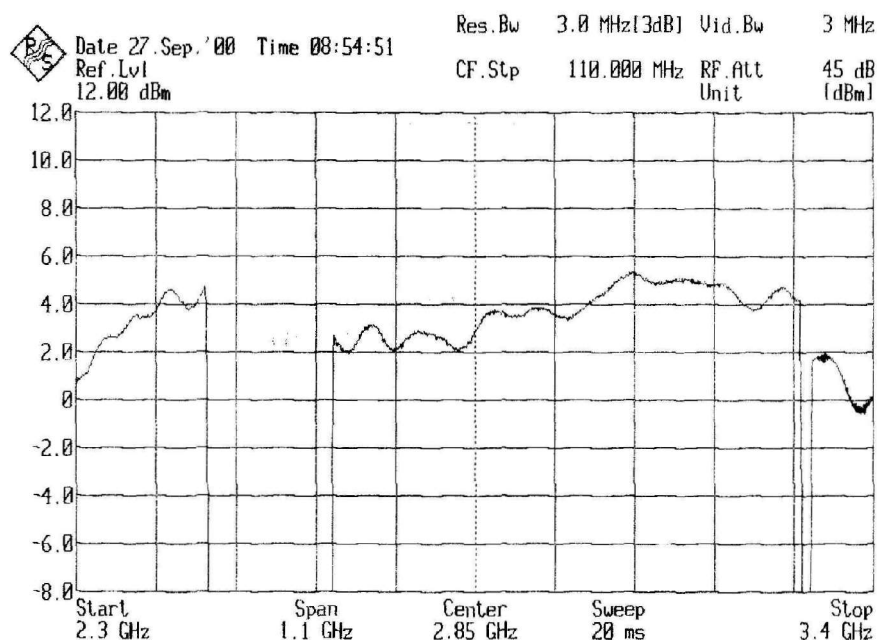


Bild 7.5.6a Kammspektrum am Messpunkt X9, $n = 2$, $f_{in} = 600...900$ MHz

Bild 7.5.6b Kammspektrum am Messpunkt X9, $n = 3$, $f_{in} = 600...885$ MHzBild 7.5.6c Kammspektrum am Messpunkt X9, $n = 4$, $f_{in} = 663,75...825$ MHz

Die Kammlinien $n = 2$, $n = 3$ und $n = 4$ gemäß Formel $f_{out} = n * f_{in}$ müssen für Frequenzeinstellung zwischen 1210,5 MHz und 1815 MHz mit Pegelschwankung im Bereich ± 3 dB erhalten bleiben. Sie dürfen nicht abreißen. Es dürfen auch keine rauschförmigen Überhöhungen am Fuß der Linien auftreten.

Tabelle 7-9 Pegelangaben zu den Linien n = 2 bis n = 4 des Kammspektrums

Frequenz-einstellung	1215 MHz	1300 MHz	1500 MHz	1650 MHz	1800 MHz
Eingangs-frequenz	607,5 MHz	650 MHz	750 MHz	825 MHz	900 MHz
Pegel n = 2	+3,2 dBm	+4,5 dBm	+6,7 dBm	+7,2 dBm	+5,0 dBm
Pegel n = 3	+3,3 dBm	+2,5 dBm	+0,4 dBm	+4,6 dBm	+5,5 dBm
Pegel n = 4	+1,3 dBm	+2,8 dBm	+3,9 dBm	+4,2 dBm	(+1,5 dBm)
Toleranz	jeweils +/- 3 dB				

Hinweis: Bei der Messung mit dem Spektrumanalyzer ist bei diesen hohen Frequenzen die Kabeldämpfung zu berücksichtigen, die je nach Kabellänge einige dB betragen kann. Die Messwerte wurden mit einer Kabellänge von einem Meter aufgenommen.

Für die korrekte Arbeitsweise des SRD-Vervielfachers ist ein Eingangpegel von ca. +15 dBm ... +16 dBm an X322 notwendig. N22 verstärkt diesen dann auf ca. +18 dBm. Bei nachweisbar vorhandenem RF-Signal an N22.3, das mittels Serviceprogramm (Modul Test) auch durch korrekte Spannungen am Detektor D_RFSRD erkannt wird (Serviceprogramm), bleibt zur Fehlersuche nur die Möglichkeit nach schlechten Lötstellen oder defekten SMD-Bauteilen im Bereich der SRD-Diode V31 zu suchen. Ggfs. sollte V31 ausgetauscht und dann einwandfreies Spektrum nachgewiesen werden.

Nach der Kontrolle des Kammspektrums und ggfs. Fehlerbeseitigung im Kammgenerator ist die Lötbrücke X13 wieder in Betriebsstellung 1-2 umzulöten.

7.5.8 Fehler in den Bandpassfiltern (Stromlaufblatt 9 bis 15)

Zunächst ist zu prüfen, ob die drei Teilfilterzweige richtig durchgeschaltet werden. Dazu kann man die Treiberspannungen an den Ausgängen Pin 14, Pin 7 und Pin 8 von N32 messen:

Tabelle 7-10 Filterschaltspannungen an N32

Messpunkt →		N32.14	N32.7	N32.8
Filter	einzustellende Frequenz	PIN_BP1	PIN_BP2	PIN_BP3
1	z.B. 1500 MHz	-8,8 V	+9,2 V	-7,9 V
2	z.B. 2500 MHz	+9,2 V	-8,8 V	-7,9 V
3	z.B. 3000 MHz	+10,2 V	+10,2 V	+9,0 V

Danach kontrolliert man die Spannungsabfälle an den PIN-Dioden V8, V9, ... bzw. V41, V42, ... Dabei tastet man sich ausgehend von den Drosseln L15/L64 bzw. L16/L65 in Richtung des durchgeschalteten Filterzweiges vor. Mit jeder PIN-Diode muss der Betrag der DC-Spannung um ca. 0,7 V steigen. Je nach Polarität der PIN-Diode ergibt sich ein positives oder ein negatives Vorzeichen. Nicht durchgeschaltete Filterzweige fallen durch hohe Sperrspannungen über den PIN-Dioden auf.

Die DC-Arbeitspunkte der MMIC-Verstärker in den Bandpassfilterzweigen sind in Tabelle 7-15 in Abschnitt 7.6.2 gegeben. Zu beachten ist, dass immer nur der gewünschte Bandpassfilterzweig (s. Abschnitt 7.2.8) eingeschaltet ist. Alle anderen Verstärker liegen an 0 V.

Des weiteren sollte die korrekte Funktion der Abstimmungsspannungserzeugung mit dem D/A-Umsetzer U1 und OpAmp N3 kontrolliert werden. An N3, Pin 1, und an den Kathoden **aller** Varicap-Dioden in den Bandpassfiltern (z.B. V87 und V91, Pin 1, s. Blatt 10 des Stromlaufes) müssen folgende Gleichspannungen in Abhängigkeit von der DAC-Einstellung (30 und 255) messbar sein, die mittels Serviceprogramm im Direct Mode des OPU3 eingegeben werden können:

Tabelle 7-11 Spannungsbereich TUNE_BP

TUNE_BP	
N3, Pin 1	
30	255
+22 V	+3,2 V

Hinweis: Ist der 30-V-DC/DC-Wandler U4 (Blatt 2) bestückt, so reicht die Abstimmungsspannung TUNE_BP über die +22 V hinaus und erreicht bei DAC-Einstellung 0 ca. +25 V bis +28 V (vergl. auch Abschnitte 7.2.1 und 7.5.3).

Ist die Spannung an N3, Pin 1, korrekt und fehlt sie an einigen der Varicap-Dioden, so ist die Spannungszuführung über die RF-Siebung vor den Varicaps nach schlechten Lötstellen oder defekten SMD-Bauteilen zu durchsuchen.

Schließlich kann die korrekte Funktion der Bandpassfilter incl. der ein- und ausgangseitigen PIN-Diodenschalter noch mit einem Netzwerkanalysator kontrolliert werden: Dazu sind die Prüfbuchsen X9 und X10 in den Signalweg einzuschleifen, indem die Lötbrücken X13 (Blatt 8) auf 2-3 und X14 (Blatt 16) auf 1-4 umgelötet werden. Der Port 1 des Netzwerkanalysators wird daraufhin mit X9 und Port 2 mit X10 verbunden. Beispielhaft sind nachfolgend drei Plots wiedergegeben, die jeweils das Bandfilter auf untere, mittlere und hohe Frequenzen abgestimmt zeigen:

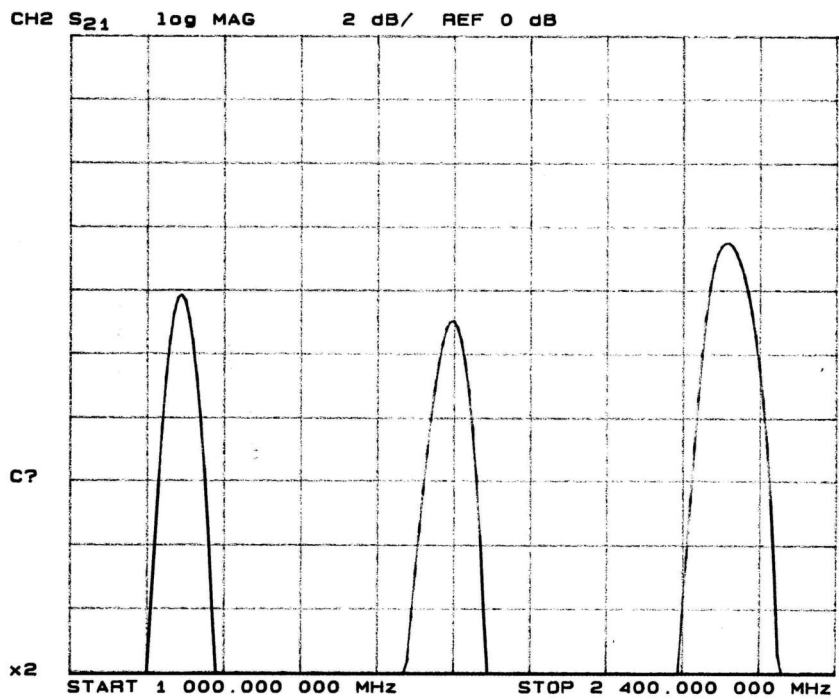


Bild 7.5.7a Durchlaßfrequenzgang X9-X10 für Filter 1 (1200 / 1700 / 2200 MHz)

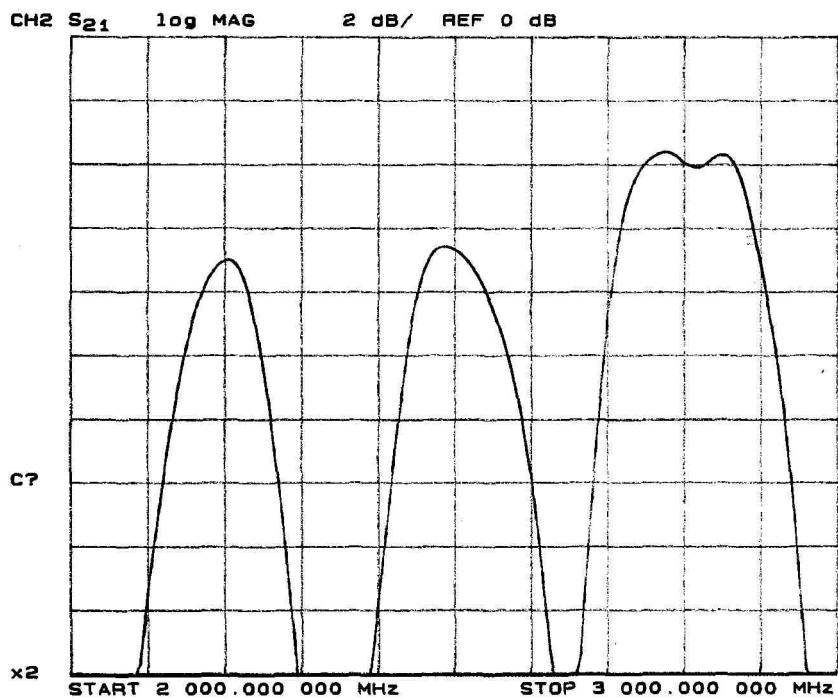


Bild 7.5.7b Durchlaßfrequenzgang X9-X10 für Filter 2 (2200 / 2500 / 2800 MHz)

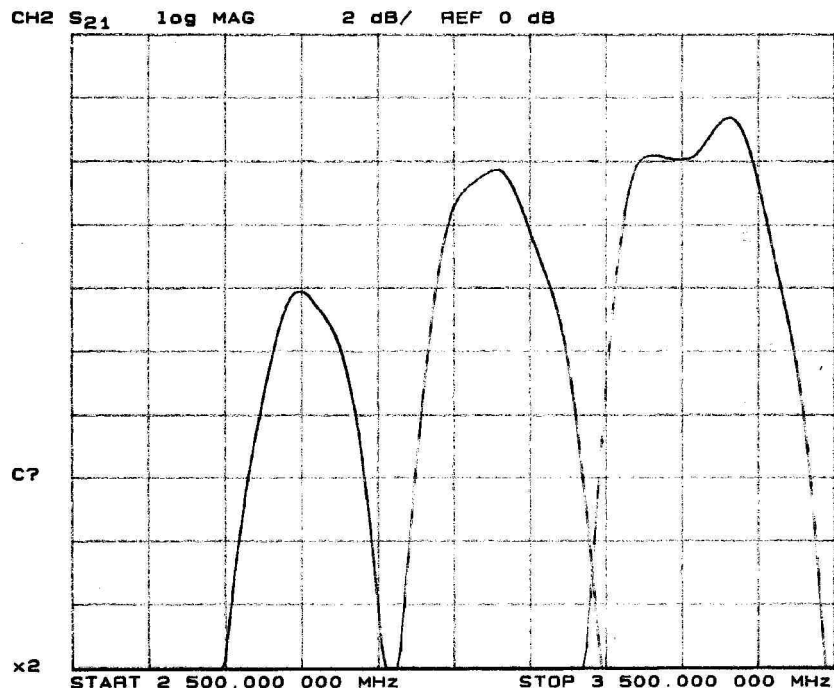


Bild 7.5.7c Durchlaßfrequenzgang X9-X10 für Filter 3 (2800 / 3050 / 3300 MHz)

Treten abweichend von den dargestellten Kurvenverläufen unerwartet hohe Durchlassdämpfungen auf, so sollten zunächst wiederum die Lötstellen der Varicap-Dioden kontrolliert werden. Aufgrund der notwendigen kleinen Bauform und der geringen Pad-Abmessungen auf der Leiterplatte gab es in seltenen Fällen hier manchmal Lötprobleme.

Nach der Kontrolle des Frequenzganges der Filter und ggfs. Fehlerbeseitigung im Filterzweig sind die Lötbrücken X13 und X14 wieder in die Betriebsstellung 1-2 umzulöten. Jetzt kann zur Kontrolle der Check im Serviceprogramm nochmals durchlaufen werden.

7.5.9 Fehler im RF-Preset (Stromlaufblatt 16)

Wird ein Fehler in der RF-Preset-Stufe vermutet, so sollte zunächst die Steuerspannung V_PRESET untersucht werden. Sie wird vom 12-Bit-DAC D13 und Doppel-OpAmp N1 erzeugt und muss an den Bereichsenden (DAC-Einstellungen 0 und 4095 dezimal) folgende Spannungswerte erreichen:

Tabelle 7-12 Spannungsbereich V_PRESET

V_PRESET	
N1, Pin 1	
0	4095
+2,5 V	+4,5 V

Die Einstellung des DAC D13 ist mittels Serviceprogramm im Direct Mode des OPU3 möglich. Indirekt läßt sich die Spannung V_PRESET auch über den Diagnosepunkt 506 (D_PRESET) im Diagnosemenu des SML, SMV oder SFL-S kontrollieren.

An den PIN-Dioden V54 und V57 muss bei steigender V_PRESET ebenfalls ein Spannungsanstieg feststellbar sein.

Der Arbeitspunkt des Verstärkers N12 wird anhand Tabelle 7-15 in Abschnitt 7.6.2 kontrolliert.

Des weiteren bleibt als Fehlerursache im Bereich des RF-Preset noch der PIN-Diodenschalter V81, V82, ... Dieser wird wie im Abschnitt 7.5.7 für den RF-Schalters V1, V2, ... erläutert über die Ansteuerung CH10N und die Spannungsabfälle von 0,7 V an leitenden PIN-Dioden bzw. die Sperrspannung an gesperrten PIN-Dioden kontrolliert.

Schließlich kann die Strecke X10 - X324 mit einem Netzwerk-Analysator durchgemessen werden. Dazu ist die Prüfbuchse X10 als Signaleingang zu konfigurieren, indem die Lötbrücken X14 (Blatt 16) auf 2-3 umgelötet wird. X324 wird als Ausgang geschaltet, indem per Serviceprogramm im Direct Mode das Bit IQ_CW (vergl. auch Tabelle 7-18 in Abschnitt 7.6.4) auf 0 gesetzt wird. Der Port 1 des Netzwerkanalyzers wird daraufhin mit X10 und Port 2 mit X324 verbunden. Beispielhaft ist nachfolgend ein Plot gezeigt, der den Frequenzgang der Preset-Stufe für drei verschiedene Einstellungen des DACs V_PRESET zeigt:

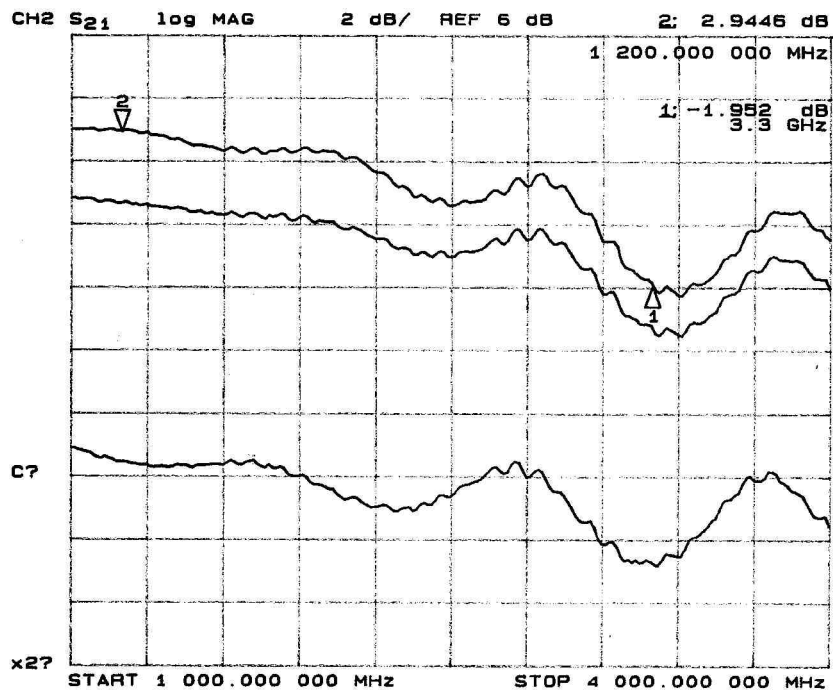


Bild 7.5.8 Frequenzgang der Preset-Stufe für PRESET-DAC = 4095 (oben), 1500 (Mitte) und 500 (unten)

Ergeben sich hier starke Abweichungen, so muss nach defekten SMD-Bauteilen im Signalpfad gesucht werden. Es muss hier sichergestellt sein, dass der DAC V_PRESET einwandfrei funktioniert. Ggfs. nach Abschnitt 7.5.5 die Datenübertragung kontrollieren.

Abschließend muss die Lötbrücken X14 wieder in Stellung 1-2 gelötet werden.

7.5.10 Fehler im AM-Modulator (Stromlaufblatt 17 und 18)

Hinweis: Im Messsender SFL-S wird der AM-Modulator nicht benutzt, wird aber während der Bandfilterkalibrierung aktiv geschaltet.

Wird ein Fehler im AM-Modulator vermutet, so sind zunächst anhand Tabelle 7-15 in Abschnitt 7.6.2 die Arbeitspunkte von N19 und N8 zu kontrollieren.

Nächster Schritt bei der Kontrolle des AM-Modulators ist die Prüfung der PIN-Dioden V145, V153, ... V157. Bei KLEMM_UP-Betrieb können die Spannungsabfälle von je 0,7 V an den nun ganz durchgeschalteten Dioden gemessen werden.

Anschließend muss die korrekte Lage der Steuerspannung V_AMOD überprüft werden. Hierzu gibt es im Abschnitt 7.5.13 einige Hinweise.

Schließlich kann man die korrekte Funktion des AM-Modulators noch mit einem Netzwerkanalysator nachweisen. Dazu sind die I/Q-Modulator-Anschlussbuchsen X324 und X325 wie folgt in als Ein- und Ausgang für den AM-Modulator zu konfigurieren: Lötbrücken X6 und X4 in Stellung 2-3 sowie X7 (Blatt 18) auf 4-3 und X8 auf 2-3 umzulöten. Der Port 1 des Netzwerkanalysators wird daraufhin mit X324 und Port 2 mit X325 verbunden. Schließlich ist Steckbrücke X3 abzuziehen und eine positive Gleichspannung an X3, Pin 2 (Pluspol), mit Masse an X3, Pin 3, als Ersatz für V_AMOD einzuspeisen. Das folgende Bild zeigt für diesen Betriebszustand des OPU3 zum Vergleich die Frequenzgänge für V_AMOD-Gleichspannungen von -5 V (oben) , -4,5 V (Mitte) und -4 V (unten). Zu beachten ist, dass für diese Messung der ALC-OFF-Betrieb zu wählen ist (Bit ALC_ON = 0).

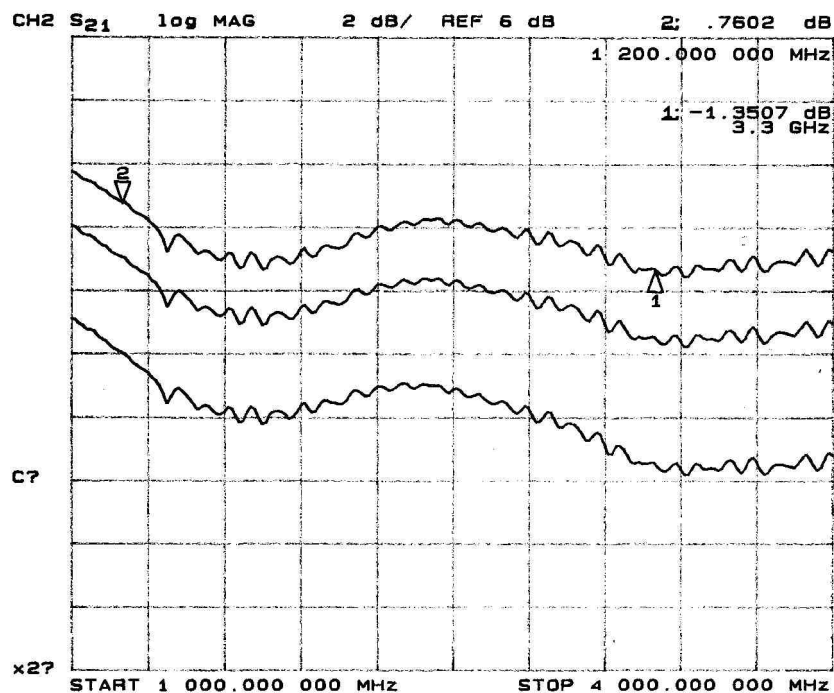


Bild 7.5.9 Frequenzgang des AM-Modulators für V_AMOD = -5 V, -4,5 V und -4 V

Abschließend müssen die Lötbrücken X6, X4, X7 und X8 wieder in Stellung 1-2 gelötet sein.

7.5.11 Fehler in der Endstufe (Stromlaufblatt 19 und 20)

Hinweis: Die Endstufentransistoren V66 und V23 sind bei längerem Betrieb ohne Deckel thermisch gefährdet. Bitte unbedingt den Hinweis am Anfang von Kapitel 7.5 beachten!

Hinweis: Im Messsender SFL-S wird der AM-Modulator nicht benutzt, wird aber während der Bandfilterkalibrierung aktiv geschaltet.

Wichtigster Prüfschritt bei der Fehlersuche in der Endstufe ist zunächst die Messung der DC-Arbeitspunkte von V66 und V23. Diese sind in Tabelle 7-15 im Abschnitt 7.6.2 angegeben. An X11 kann bei abgezogener Brücke zusätzlich eine Strommessung erfolgen, die ca. 280 mA Ruhestrom liefern muss. Bei stark überhöhtem Strom sind die Transistoren V116 bzw. V115 zu prüfen, die über die Gates der MOSFETs die Stromaufnahme derselben einstellen (DC-Regelkreis).

Bleibt die ganze Endstufe bei gesteckter Brücke X11 stromlos, so muss die Schaltstufe V28, V65, V55 kontrolliert werden. Bei anliegendem High (+3,3 V) auf der Leitung OPU3_ON muss V65 nach Masse durchschalten, wenn die negative Betriebsspannung von -12V an der Z-Diode V59 anliegt. V55 bewirkt ein zwangsweises Abschalten der Endstufe über V65 und V28, wenn die negative Versorgungsspannung nicht in ausreichender Höhe vorhanden ist (ca. -8 V), damit die Endstufentransistoren V66 und V23 nicht durch übermäßige Stromaufnahme zerstört oder geschädigt werden.

Schließlich können noch die Bauelemente im Bereich des Ausgangstiefpasses und des Richtkopplers T1 auf Brüche oder schlechte Lötstellen kontrolliert werden. Mithilfe der Prüfungen in Abschnitt 7.5.6 lässt sich die korrekte Funktion des ausgangsseitigen RF-Schalters D18 der Überbrückungsleitung sicherstellen.

Liegt am Ausgang X323 kein RF-Signal in der zu erwartenden Größe, so kann auch noch an Prüfbuchse X17 kontrolliert werden, ob die Endstufe V66 und V23 richtig arbeitet und der Fehler im Bereich des Ausgangstiefpasses, des Richtkopplers T1 und des Schalters D18 zu suchen ist: Durch Umlöten von X16 in Stellung 1-4 lässt sich direkt der Ausgangspegel an V23 mit einem Spektrumanalyzer an X17 begutachten. Zu beachten ist, dass jetzt der ALC-Regelkreis unterbrochen ist und der AM-Modulator maximalen Ausgangspegel auf die Endstufe gibt. Im ALC-Off-Betrieb lässt sich über die Einstellung von V_LEVEXT per Serviceprogramm (im Direct Mode unter OPU1) der Pegel ggfs. zurückfahren. Dazu geht man in den Direct Mode des 1-GHz-Ausgangsteils OPU1 (ist Teil des SML-Mainboards). Dort muss MOD_OPU1G_N auf 1 (= OPU1 nicht geregelt) und MOD_OPU2G_N auf 0 (= ALC-Regelung über OPU3) stehen. Mit RFLEV zwischen 0 und 4095 kann dann V_LEVEXT im OPU3 eingestellt werden.

Lötet man X16 in Position 2-3, so kann auch die Strecke zur Ausgangsbuchse X323 hin kontrollieren. Die Einfügedämpfung beträgt hier je nach Frequenz zwischen 3 dB bei 100 MHz und 6 dB bei 3,3 GHz.

Abschließend muss die Lötbrücke X16 wieder in Position 1-2 gelötet sein.

7.5.12 Fehler im Detektor (Stromlaufblatt 21)

Hinweis: Im Messsender SFL-S wird der Detektor nicht benutzt.

Bei der Fehlersuche im Bereich des Detektors sollte zunächst die Steuerspannung TUNE_DET an N75 (Stromlauf Blatt 6) untersucht werden. Sie wird vom 8-Bit-DAC U2 erzeugt und vom OpAmp N75 in ihrer Gleichspannungslage verschoben. Tabelle 7-13 gibt die Eckwerte für die DAC-Stellungen 0 und 255 an, die mittels Serviceprogramm im Direct Mode des OPU3 eingegeben werden können:

Tabelle 7-13 Spannungsbereich TUNE_DET

TUNE_DET	
N75, Pin 1	
0	255
+4,7 V	+7,5 V

Im nächsten Schritt müssen die DC-Spannungen an der Detektordiode V35 untersucht werden. Sie liegen im Bereich von wenigen hundert Millivolt um den Nullpunkt (0 V). Sollte hier eine Abweichung von mehreren Volt festgestellt werden, so liegt eine Unterbrechung im Gleichstromweg über R316, R324, V35 R209, V36 R195 und R314 vor.

Die Ausgangsspannung V_DETOUT, die über die Diagnosespannung D_DETOUT gemessen werden kann, muss mit steigendem Ausgangspegel ebenfalls ansteigen. Diagnosepunkt 510 (vergl. Tabelle 7-14 in Abschnitt. 7.6.1) gibt die Möglichkeit, dies über das Diagnosemenü des Messsenders zu tun.

Bei fehlendem RF-Signal muss die Spannung V_DETOUT auf wenige 10 mV zurückgehen. Liegt hier eine große Abweichung vor, so muß der unten auf Blatt 21 gezeichnete Teil der Linearisierung (N6, Pins 5...7) betrachtet werden. Die Ausgangsspannung des OpAmp N6 an Pin 7 beträgt nur wenige 100 mV.

7.5.13 Fehler in der ALC (Stromlaufblatt 22)

Hinweis: Im Messsender SFL-S wird die ALC nicht benutzt.

Die ALC-Stufe mit N5 als zentralem OpAmp hat zahlreiche Schaltmöglichkeiten, die mit den CMOS-Schaltern D47 und D52 realisiert sind.

Zur Fehlersuche kann hier zunächst die Spannung V_LEVEXT verfolgt werden, die an N5, Pin 7, gepuffert zur Verfügung steht. Im ALC-ON-Betrieb und bei abgeschalteter Klemmung erscheint sie auch an R313. Der Summenpunkt an Pin 2 des ALC-OpAmps N5 muss bei eingeschwungener Regelung auf 0 V liegen (virtuelle Masse). Die Klemmung (KLEMM_UP und KLEMM_DOWN) ist dann abgeschaltet, wenn die drei Bits BLANK_ENA = 0, LEV_OFF = 0 und KLEMM_UP = 0 gesetzt sind (vergl. Schaltungsbeschreibung in Abschnitt 7.2.3, Tabelle 7-3).

Setzt man BLANK_ENA = 0, LEV_OFF = 1 und KLEMM_UP = 0 so wird die ALC auf kleinen RF-Pegel geklemmt. Das Signal KLEMM_DOWN ist aktiv (= high) und gibt über den MOSFET V218 hohes positives Potential auf den Integrator N5. Die Ausgangsspannung V_AMOD von N5 muss daher einen kleine Wert annehmen.

Stellt man dagegen BLANK_ENA = 0, LEV_OFF = 0 und KLEMM_UP = 1 über den Direct Mode des Serviceprogrammes ein, so wird die ALC auf einen hohen RF-Pegel geklemmt. Das Signal KLEMM_UP schaltet über D47, Pins 14...16, die Pegelspannung V_LEVEXT ab und gibt stattdessen über D47, Pin 6...8, eine große negative Spannung auf den ALC-Integrator N5. Die Spannung V_AMOD muss in diesem Fall große positive Werte annehmen.

Auch in Stellung ALC-OFF stellt sich an N5, Pin 2, 0 V ein, da R313 und R312 mit N5 einen invertierenden Verstärker bilden. V_AMOD muss dann in Form einer positiven Gleichspannung etwa das 2,7fache des Spannungsbetrages von V_LEVEXT erreichen. V_LEVEXT ist stets negativ und liegt zwischen -5 V und 0 V.

Die CMOS-Schalter D52 dienen der Umschaltung der Integrator-Zeitkonstante (Bits AMSLOW1_ON und AMSLOW2_ON). Sie werden zur Verbesserung des AM-Modulationsfrequenzganges benutzt. Die Funktion dieser Schalter kann ggfs. mit einem der Stellgleichspannung V_LEVEXT überlagertem Wechsellspannungssignal überprüft werden: Ist AMSLOWx_ON (x = 1 oder / und 2) aktiv, so liegen an D52, Pin 6, bzw. D52 Pin 3 keine Wechsellspannungssignale vor, da die CMOS-Schalter diese Punkte mit der virtuellen Masse des Integrators N5 verbinden. Ist AMSLOWx_ON dagegen inaktiv (low), so sperren die Schalter und an den genannten Pins liegen deutlich messbare Wechsellspannungen.

Man beachte, dass AM-Modulation grundsätzlich nur im ALC-ON-Betrieb erfolgt und dass die Steuerungsspannung V_AMOD aufgrund der nichtlinearen PIN-Diodenkennlinie einen mehr oder weniger verzerrten Sinus zeigt, wenn man über V_LEVEXT sinusförmig AM-moduliert.

Stellt sich der Gleichgewichtszustand mit virtueller Masse an Pin 2 am OpAmp N5 nicht ein, so ist zu prüfen, ob einer der Schalter der die Klemmung auf hohe oder niedrige Pegel auslöst noch durchgeschaltet ist. Auch könnte der Rückkopplungspfad von N5 unterbrochen sein.

An Steckbrücke X3 kann der ALC-Regelkreis ggfs. unterbrochen werden. An Pin 1 kann V_AMOD direkt gemessen werden. Pin 3 erlaubt es, V_AMOD von extern auf den AM-Modulator einzuspeisen (vergl. Abschnitt 7.5.10).

7.6 Tabellen und Schnittstellen

7.6.1 Liste der Diagnosepunkte

Folgende Diagnosepunkte sind über das Display am SML abrufbar. Die angegebenen Spannungen beziehen sich auf die gemessene Leitung (z.B. -8 V). Das Potential auf der zugehörigen Diagnoseleitung (hier D_-8V) ist mittels Spannungsteiler in den Eingangsspannungsbereich des A/D-Umsetzers auf dem Mainboard heruntergeteilt. Dieser liegt bei -2,5V bis +2,5V. Die Teilungsfaktoren (TF) liegen dabei zwischen 2 und 11 und können ggfs. über die Formel

$$TF = 1 + R_{\text{oben}} / R_{\text{unten}}$$

berechnet werden.

Tabelle 7-14 Diagnosepunkte

Diagnosepunkt	Meßpunkt	Min.	Max. (V)	Bemerkung
500 D_OFFSET	Baugruppenoffset 1 kΩ	-0.01 V	+0.01 V	
501 D_+10V	Versorgungsspannung +10 V	+9.9 V	+10.1 V	
502 D_-8V	Versorgungsspannung -8 V	-8.0 V	-8.5 V	
503 D_+17V	Versorgungsspannung +17 V	+17.2 V	+17.8 V	
504 D_+3V5	Versorgungsspannung +3,5 V	+3.3 V	+3.8 V	
505 D_+4V	Versorgungsspannung +4 V	+3.8 V	+4.5 V	
506 D_PRESET	Abstimmungspg. Preset-Stellglied	+2.5 V	+4.5 V	
507 D_+7V	Versorgungsspannung +7 V	+7.0 V	+7.3 V	
508 D_TEMP	Temperatur (+10 mV/°C)	-0.5 V	+1.0 V	z.B. +45 °C = +0.45 V
509 D_AMOD	Ansteuerspannung AM-Modulator	0 V	+9 V	
510 D_DETOUT	Linearisierte Det.-Gleichrichtspg.	0 V	+10 V	
511 D_TUNE_DET	Tune-Spannung für den Detektor	0 V	+10 V	
512 D_RFSRD	Pegeldetektor am SRD-Treiber	0 V	+0.5 V	
513 D_RFPADRV	Pegeldetektor vor der Endstufe	0 V	+0.5 V	
514 D_RFPRESET	Pegeldetektor vor Preset	0 V	+0.5 V	
515 D_RFAMOD	Pegeldetektor vor AM-Modulator	0 V	+0.5 V	

7.6.2 Arbeitspunkte und HF-Pegel von aktiven HF-Bauteilen

Die angegebenen Einstellungen müssen ausgehend vom Preset Zustand des Gerätes vorgenommen werden. Die Bauteile sind in der Reihenfolge, in der sie im HF-Pfad liegen, aufgeführt.

Zunächst sind die DC-Arbeitspunkte der im Signalweg befindlichen Schalter und Verstärker angegeben. Die Spannungsangaben sind nur Anhaltswerte und können bei den einzelnen Exemplaren des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz um einige 100 mV abweichen.

Tabelle 7-15 DC-Arbeitspunkte (gemessen ohne RF-Eingangssignal)

Bauteil	Pin	DC-Arbeitspunkt	Bemerkungen
D15	4 / 5	+4,2 V / -8,2 V	Frequenz < 1210,5 MHz
D15	4 / 5	-8,2 V / +4,2 V	Frequenz > 1210,5 MHz
N7	7	+8,0 V	
N7	1	-8,2 V	
N4	8	-9,6 V	Frequenz < 1210,5 MHz
N4	8	+8,5 V	Frequenz > 1210,5 MHz
N22	3	+4,1 V	
N23 / N2 / N31	6	+3,2 V	nur im eingeschalteten Bandpass, übrige Pins alle auf 0 V
N13 / N9 / N27	6	+3,2 V	
N14	6	+3,8 V	
N12	6	+3,2 V	
N19	3	+4,1 V**	
N8	6	+3,2 V**	
N20	3	+4,0 V*	
V66	3	+9,2 V*	
V23	3	+9,0 V*	
D18	4 / 5	-8,2 V / +4,2 V	Frequenz < 1210,5 MHz
D18	4 / 5	+4,2 V / -8,2 V	Frequenz > 1210,5 MHz

* in Messsender SFL-S inaktiv geschaltet, d.h. der Schaltungsteil ist spannungslos (0 V)

** in Messsender SFL-S inaktiv geschaltet (0V), nur während der OPU3-Kalibrierung kurzzeitig aktiv

Die Angaben zu den RF-Pegeln an den diversen Messpunkten im OPU3 beziehen sich auf die jeweils angegebenen Bedingungen. Der Messpunkt ist dabei durch Umlöten diverser Lötbrücken mit dem Signalweg zu verbinden. Nach der Messung ist die Lötbrücke wieder in die in der Tabelle 7-16 angegebene Betriebsstellung zu löten.

Die RF-Pegelmessung erfolgt mit einem Spektrumanalyzer. Die Angaben sind aufgrund der Leitungsverluste bei hohen Frequenzen nur als Anhaltswert zu betrachten und können exemplarabhängig um einige dB abweichen. Nach erfolgreicher Fehlersuche muss jedoch der RF-Ausgangspegel des SML, SMV bzw. SFL-S kalibrierbar sein. Das Serviceprogramm darf keine Pegelfehler mehr anzeigen.

Tabelle 7-16 RF-Pegel

Messpunkt	Lötbrücke in Messstellung	Lötbrücke in Betriebsstellung	Frequenzeinstellung am SML	RF-Pegel	Bemerkungen
X9	X13: 1-4	X13: 1-2	siehe Tabelle 7-9 in Abschnitt 7.5.7		
X10	X14: 1-4	X14: 1-2	1500 MHz	-2,8 dBm +/-3 dB	im Direct Mode muss das passende Filter und die richtige TUNE_BP-Einstellung vorhanden sein! $f_{in} = 750 \text{ MHz}$
X10			2250 MHz	-4,0 dBm +/-3 dB	
X10			3000 MHz	0 dBm +/-3 dB	
X324	X6: 1-2	X6: 1-2	1500 MHz	-1,6 dBm +/-5 dB	IQ_CW = 0, ALC_ON = 0 PRESET = 2000dez
X325*	X7: 3-4 X8: 2-3	X7: 1-2 X8: 1-2	1500 MHz	-8 dBm +/-5 dB	IQ_CW = 1, ALC_ON = 0 PRESET = 2000dez V_LEVEXT = -3,5 V
X17*	X16: 1-4	X16: 1-2	1500 MHz	+21 dBm +/-5 dB	IQ_CW = 1, ALC_ON = 0 PRESET = 2000dez V_LEVEXT = -3,5 V
X323*	-	-	1500 MHz	+17 dBm +/-5 dB	IQ_CW = 1, ALC_ON = 0 PRESET = 2000dez V_LEVEXT = -3,5 V

* im Messsender SFL-S nicht benutzt

7.6.3 Stromaufnahme

Die Stromaufnahme des Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz am Stecker X321 ist nachfolgend unter der Bedingung angegeben, dass das Ausgangsteil aktiv ist. D. h. es ist am SML, SMV oder SFL-S eine Frequenz von mehr als 1210,5 MHz eingestellt.

Tabelle 7-17 Stromaufnahmen

Spannung	+24 V	+12 V	+5 V	+3,3 V	-12 V
typisch	15 mA	660 mA	310 mA	6 mA	65 mA
Toleranz	+/- 5 mA	+/- 50 mA	+/- 50 mA	+/- 3 mA	+/-10 mA

7.6.4 Digitale Schnittstelle

In der folgenden Tabelle sind die Bedeutungen der Einstellbits des Gerätes aufgeführt. Die Einstellung der Bits kann größtenteils an den Schieberegisterausgängen nachgemessen werden. Die Pinbelegung ist den Stromlaufunterlagen zu entnehmen.

Tabelle 7-18 Steuerbits

Byte	Bit	IC	Leitung	Bedeutung	Funktionsweise
(6)	3	D13	PRESET11	12-Bit-Preset-DAC	Steuerspannung für den PRESET
	2	D13	PRESET10	D13	V_PRESET (DAC 8143: MSB first)
	1	D13	PRESET9		(siehe Tabelle 7-12 in Abschnitt 7.5.9)
	0	D13	PRESET8		
5	7	D13	PRESET7		
	6	D13	PRESET6		
	5	D13	PRESET5		
	4	D13	PRESET4		
	3	D13	PRESET3		
	2	D13	PRESET2		
	1	D13	PRESET1		
	0	D13	PRESET0		
4	7	D9	AUX2	frei	
	6	D9	DETSLOW_OFF	Detektor-Lade-C-Umschaltg.	0 = Lade-C groß, 1 = Lade-C klein
	5	D9	OPU3_BRIDGED	schaltet Umwegleitung	0 = OPU3 aktiv, 1 = Umwegleitung aktiv
	4	D9	MULTIP_ON	SRD-Vervielfacher an	0 = Vervielfacher aus, 1 = Vervielfacher an
	3	D9	AMSLOW2_ON	AM-Bandbreite 2	0 = normal, 1 = schmal
	2	D9	AMSLOW1_ON	AM-Bandbreite 1	0 = normal, 1 = schmal
	1	D9	ALC_ON	Pegelregelung	0 = aus, 1 = ALC ein
	0	D9	IQ_CW	schaltet IQ-Mod. ein	0 = IQ-Modulator, 1 = AM-Mod.
3	7	D11	DET7	8-Bit-Det.-Tune-DAC	Abstimmungsspannung TUNE_DET für die
	6	D11	DET6	U2	Detektorlinearisierung
	5	D11	DET5		(siehe Tabelle 7-13 in Abschnitt 7.5.12)
	4	D11	DET4		
	3	D11	DET3		
	2	D11	DET2		
	1	D11	DET1		
	0	D11	DET0		
2	7	D8	BLANK_ENA	Austastsignal aktivieren	0 = gesperrt, 1 = aktiviert
	6	D8	LEV_OFF	Pegelabsenkung	0 = Pegel normal, 1 = Pegel auf min.
	5	D8	KLEMM_UP	Pegelklemmung	0 = Pegel normal, 1 = +13 dBm

SML**Ausgangsteil**

Byte	Bit	IC	Leitung	Bedeutung	Funktionsweise
	4	D8	AUX1	frei	
	3	D8	BLANK_NORM	Polarität Austastsignal	0 = invertiert, 1 = normal
	2	D8	BP3	Bandpaßauswahl 3	1 = BP 2,8...3,3 GHz aktiv, 0 = aus
	1	D8	BP2	Bandpaßauswahl 2	1 = BP 2,2...2,8 GHz aktiv, 0 = aus
	0	D8	BP1	Bandpaßauswahl 1	1 = BP 1,2...2,2 GHz aktiv, 0 = aus
1	7	D12	AUX0	frei	
	6	D12	PRESET_ON	Stromversorgung Preset	0 = Standby, 1 = aktiv
	5	D12	OPU3_ON	Stromversorgung allg.	0 = Standby, 1 = aktiv
	4	D12	DMUX1_ON	DMux-Auswahl MUX0 (D3)	0 = MUX0 aus, 1 = MUX0 aktiv
	3	D12	DMUX0_ON	DMux-Auswahl MUX1 (D4)	0 = MUX1 aus, 1 = MUX1 aktiv
	2	D12	DMUXAD2	DMux-Adressierung (MSB)	Mux-Adresse 2
	1	D12	DMUXAD1	DMux-Adressierung	Mux-Adresse 1
	0	D12	DMUXAD0	DMux-Adressierung (LSB)	Mux-Adresse 0
0	7	D10	BP7_1	8-Bit-BP-Tune-DAC	Abstimmspannung TUNE_BP für die
	6	D10	BP6_1	U1	Bandpaßfilter
	5	D10	BP5_1		(siehe Tabelle 7-11 in Abschnitt 7.5.8)
	4	D10	BP4_1		
	3	D10	BP3_1		
	2	D10	BP2_1		
	1	D10	BP1_1		
	0	D10	BP0_1		

7.6.5 Externe Schnittstellen

Tabelle 7-19 Externe Schnittstellen

Signal	R	A	Wertebereich	PT	Anschluß	Bemerkung
Steckverbinder X321						
Masse	B	A	0 V	-	X321.1	
+24VM	I	P	+24 V +/-0,2 V	P	X321.2	
Masse	B	A	0 V	-	X321.3	
+12VM	I	P	+12 V +/-0,1 V	P	X321.4	
Masse	B	A	0 V	-	X321.5	
-12VM	I	P	-12 V +/-0,1 V	P	X321.6	
Masse	B	A	0 V	-	X321.7	
+5VM	I	P	+5 V +/-0,1 V	P	X321.8	
Masse	B	A	0 V	-	X321.9	
+3VM	I	P	+3,3 V +/-0,1 V	P	X321.10	
MS_OPU3_N	I	D	LVT	-	X321.11	Modul-Select
STROBE_N	I	D	LVT	-	X321.12	Ladeimpuls Schieberegister
SERDATA_N	I	D	LVT	-	X321.13	Schieberegistereingang
EEDATA	I	D	LVT	-	X321.14	EEPROM I2C Data
SERCLK_N	I	D	LVT	-	X321.15	Schieberegistertakt
EECLK_N	I	D	LVT	-	X321.16	EEPROM I2C Clock
ALC_INT	O	D	LVT	-	X321.17	ALC-Interrupt
V_DIAG	O	A	-2,5 V ... +2,5 V	-	X321.18	Diagnosespannung
BLANK	I	D	LVT	-	X321.19	Austastung
LEV_EXT	I	A	-6 V...0 V, 0...50 kHz	-	X321.20	Pegelführungsgröße
n.c.	-	-	-	-	X321.21	(bei IQMOD: IQMOD_MS1_N)
n.c.	-	-	-	-	X321.22	(bei IQMOD: IQMOD_MS2_N)
-12VM	I	P	-12 V +/-0,1 V	P	X321.23	
n.c.	-	-	-	-	X321.24	(bei IQMOD: BB_CN)
+12VM	I	P	+12 V +/-0,1 V	P	X321.25	
+12VM	I	P	+12 V +/-0,1 V	P	X321.26	
Steckverbinder X322, X323						
RF_IN	I	A	9 kHz ... 1,1 GHz -9...+24 dBm, typ. +15.5 dBm	P	X322	RF-Eingang (SMA-Bu) vom Mainboard
RF_OUT	O	A	9 kHz ... 3,3 GHz -10 ... +23 dBm.	P	X323	RF-Ausgang (SMA-Bu) zur Eichleitung
Steckverbinder X324, X325						
RF_UNMOD	O	A	250 MHz ... 3,3 GHz typ. -4 dBm	P	X324	Ausgang zum IQMOD-Eingang X410 (SMA-Bu)
RF_MOD	I	A	9 kHz ... 1,1 GHz typ. -10 dBm	P	X325	Eingang vom IQMOD-Ausgang X411 [wird nur beim SMV verwendet, nicht SFL-S](SMA-Bu)

Eintrag in der Spalte R (Richtung):

O = Ausgang

I = Eingang

B = Bidirektional

Eintrag in der Spalte A (Art):

A = Analog

D = Digital

P = Power

Eintrag in der Spalte PT:

P = Prüfwert

T = Trimmwert

D = Typprüfwert

E = Einstellwert

Abkürzungen:

LVT:

 $V_{OH} \geq 2V$, $V_{OL} \leq 0.55V$

7.7 Glossar

AF	Audio Frequency, Niederfrequenz
ALC	Automatic Level Control, automatische Pegelregelung
AM	Amplitudenmodulation
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
D/A	digital / analog
DAC	Digital/Analog Converter, D/A-Umsetzer
DC	Direct Current, Gleichspannung/-strom
DTP	Diagnosis Test Point, Diagnosepunkt
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory
GaAs	Gallium Arsenide
ggfs.	gegebenenfalls
HF	Hochfrequenz
HFET	Heterostructure Field Effect Transistor
I	Inphase Signal
IC	Integrated Circuit
I2C	Inter-IC-Bus
FET	Field Effekt Transistor
MMIC	Microwave Monolithic Integrated Circuit
n	Frequenzvervielfachungsfaktor beim OPU3
NOR	Not-OR-Gatter
OpAmp	Operational Amplifier, Operationsverstärker
OPU1	Output Unit 1 GHz, Kurzbezeichnung für das Ausgangsteil 1,2 GHz auf dem SML-Mainboard
OPU3	Output Unit 3 GHz, Kurzbezeichnung für das Ausgangsteil 2 GHz / 3 GHz
PIN	Positive-Intrinsic-Negative
Q	Quadrature Signal
RF	Radio Frequency
RF1200	Umwegleitung um den SRD-Vervielfacher und die Filter (s. Blockschaltbild)
SCL	I2C-Bus Taktsignal
SDA	I2C-Bus Datensignal, bidirektional
SMP	HF-Steckverbindersystem
SRD	Step Recovery Diode
TF	Teilungsfaktor
Überbrückungsleitung	schaltet das Eingangssignal von X322 direkt auf den Ausgang X323

7.8 Index

- +7V-Betriebsspannung 24
- +8V_BRIDGED 8
- 8V_BRIDGED 8
- Abstimmungsspannung 5
- ALC 5, 7, 12, 34, 35
- ALC_INT 7
- ALC_ON 12, 33, 36
- AM-Modulationsfrequenzgang 36
- AM-Modulator 3, 4, 10, 12, 33
- AMSLOW 36
- Arbeitspunkte 38
- Ausgangsstufe 11
- Ausgangstiefpass 11, 34
- Ausgangsverstärker 3, 4
- Aussteuerung AM-Modulator 10
- Bandpassfilter 3, 9, 29
- Baugruppendaten 6
- BLANK 5, 7
- BLANK_ENA 7, 35
- BLANK_NORM 7
- Blockschaltbild 3
- CH10N 32
- CLK 5, 25
- COM1 18
- CVI-Runtime-Engine 17
- D/A-Umsetzer 8
- D_+10V 23, 37
- D_+17V 23, 37
- D_+3V5 23, 37
- D_+4V 23, 37
- D_+7V 23, 24, 37
- D_-8V 23, 37
- D_AMOD 23, 37
- D_DETOUT 23, 35, 37
- D_OFFSET 37
- D_PRESET 23, 31, 37
- D_RFAMOD 23, 37
- D_RFPADRV 23, 37
- D_RFPRESET 23, 37
- D_RFSRD 23, 26, 37
- D_TEMP 7, 23, 37
- D_TUNE_DET 23, 37
- DATA 5, 25
- Datensatz im EEPROM 25
- Datenübertragung 25
- DC/DC-Wandler 5, 29
- DC-Arbeitspunkte 16, 38
- Detektor 11
- Detektor-Linearisierung 8
- Diagnosemultiplexer 5, 7
- Diagnosepunkt 16
- Diagnosepunkte 23, 37
- Diagnosespannung 5
- Diagnostics 20
- Direct Mode 21, 29, 35
- DTP 20
- EECLK_N 5
- EEDATA 5
- EEPROM 6, 25
- Einstellbits 40
- Endstufe 11, 16, 34
- Equalizer 9
- Errors 18
- externe Schnittstellen 42
- Fehlermeldung 18
- Fehlersuche 13, 16, 22
- Filterfrequenzbereiche 4, 9
- Filterfrequenzgang X9-X10 31
- Filterumschaltung 29
- Frequenzschema 4
- GaAs-FET-Schalter 8, 11, 26
- Gerätedaten (DEVICE) 18
- GPIO 17
- HF-Dichtigkeit 14
- HF-Pegel 38
- Hinweise zu Lötbrücken 16
- I/Q-Modulator 3, 4, 9, 10, 13
- IEC625 17
- IEEE488 17
- Installation 17
- IQ_CW 32
- Kalibrierung 5, 11
- Kalibrierwerte 4
- Kammgenerator 26
- Kammspektrum 26
- KLEMM_DOWN 12, 35
- KLEMM_UP 12, 33, 35
- Kühlhilfe 16
- LEV_EXT 5
- LEV_OFF 7, 35
- Linearisierung 11
- Logarithmierung 11
- Lötbrücken 38
- Lötbrücken, Hinweise 17
- Messbuchsen 16
- Meßgeräte und Hilfsmittel 15
- Messung bis 3 GHz 17
- MI_ALC2 5, 7
- Modul Check 19
- Modultest 18
- MS_OPU3_N 5, 25
- Netzwerkanalysator 16
- Nullmodemkabel 18
- Oberwellenabstand 11
- Öffnen der Baugruppe 13
- OPU3_ON 11
- Pegeldetektor 11
- Pegeldynamik 5
- Pegelfehler 38
- Pegelführungswert der ALC 5
- Pegelregelung 5
- PIN_BP1 29
- PIN_BP2 29
- PIN_BP3 29
- PIN-Diode 8, 9, 26, 29, 32, 33
- Prüfbuchsen 16
- Prüfstecker X5 24
- Referenzspannung 10,0 V 24
- Report 19
- RF Preset 10
- RF_IN (X322) 42
- RF_MOD (X325) 10, 42
- RF_OUT (X323) 42
- RF_UNMOD (X324) 10, 42
- RF1200 9, 10, 11
- RF-Pegeltabelle 39
- RF-Preset 3, 31
- Richtkoppler 11, 34
- RS232 17
- Schieberegister 5, 40
- Schließen der Baugruppe 14
- Schnittstellen 42
- SERCLK_N 5
- SERDATA_N 5
- Serviceprogramm 17, 22, 31
- Setup.exe 17

SML**Ausgangsteil**

SML_SERV.EXE 17
SML-Mainboard 3
Spannungsregler 8
SRD 3, 8
SRD-Vervielfacher 28
Steckbrücke X3 33
Step-Recovery-Diode 3, 26
Step-Recovery-Vervielfacher 8
Step-Up-Schaltregler 5
Steuerbits 40
Streifenleitung 9
STROBE_N 5
Stromaufnahme 39
Temperatur 18
Temperaturkompensation 11
Temperatursensor 7
Test Report 19, 20, 22
Testpunkte 16, 20
Tiefpassfilter, 3,5 GHz 5
TUNE_BP 24, 29
TUNE_DET 11, 35
Überbrückungsleitung 3, 5, 26, 34
Überbrückungsleitung RF1200 11
Umwegleitung RF1200 3, 9, 10
V_AMOD 7, 10, 12, 33, 35
V_DETOUT 11, 35
V_DIAG 5, 7
V_LEVEXT 12, 34, 35
V_PRESET 4, 10, 31, 32
V23 34
V66 34
Varicap-Dioden 29, 31
Versorgungsspannungen vom SML-Mainboard 24
Vervielfacher 28
Wärmeabfuhr 16
Windows 17
WR 5, 25
X10 9, 29, 32
X11 34
X3 33
X321 5, 13, 14, 25, 42
X322 8, 13, 14, 26, 42
X323 8, 13, 14, 26, 34, 42
X324 10, 13, 14, 32, 33, 42
X325 10, 13, 14, 33, 42
X5 8, 24
X9 9, 26, 29



ROHDE & SCHWARZ

Service Instructions

Output Unit 2 GHz / 3 GHz

1090.4007.00

Printed in the Federal
Republic of Germany

Contents

7	Output Unit 2 GHz / 3 GHz	3
7.1	Overview.....	3
7.2	Function Description.....	3
7.2.1	Control Interface and 30 V Generator	5
7.2.2	Shift Registers & EEPROM	6
7.2.3	Diagnosis Multiplexer, Temperature Sensor,	7
7.2.4	Voltage Control.....	8
7.2.5	D/A Converter.....	8
7.2.6	GaAs FET Switch	8
7.2.7	SRD Multiplier.....	9
7.2.8	Tunable Bandpass Filter	9
7.2.9	RF Level Preset.....	10
7.2.10	Amplitude Modulator	10
7.2.11	Output Stage	11
7.2.12	Output Lowpass, Directional Coupler	11
7.2.13	Level Detector	11
7.2.14	ALC.....	12
7.3	Opening the Output Unit 2 GHz / 3 GHz	13
7.4	Special Measuring Equipment and Accessories	15
7.5	Troubleshooting	16
7.5.1	Preliminary Remark.....	16
7.1.2	Service Utility Program	17
7.1.3	Start of Troubleshooting	22
7.1.4	Faulty Supply Voltages	24
7.1.5	Errors with Data Transmission (<i>circuit diagram sheet 2</i>)	25
7.1.6	Errors in the Detour line (<i>circuit diagram sheets 7 and 20</i>)	26
7.1.7	Errors in the Comb Generator (<i>circuit diagram sheet 8</i>)	26
7.1.8	Errors in the Bandpass Filters (<i>circuit diagram sheets 9 to 15</i>)	29
7.1.9	Errors with RF Preset (<i>circuit diagram sheet 16</i>)	31
7.1.10	Errors in the AM Modulator (<i>circuit diagram sheets 17 and 18</i>)	33
7.1.11	Errors in the Output Stage (<i>circuit diagram sheets 19 and 20</i>)	34
7.1.12	Errors in the Detector (<i>circuit diagram sheet 21</i>).....	35
7.1.13	Errors in the ALC (<i>circuit diagram sheet 22</i>)	35

Output Unit**SML**

7.6	Tables and Interfaces	37
7.6.1	List of Diagnosis Test Points	37
7.6.2	Working Points and RF Levels of Active RF Components.....	38
7.6.3	Power Consumption	39
7.6.4	Digital Interface	40
7.6.5	External Interfaces	42
7.7	Glossary	43

7 Output Unit 2 GHz / 3 GHz

7.1 Overview

The Output Unit 2 GHz / 3 GHz extends the frequency range of the SML mainboard in the Signal Generators SML, SMV and SFL-S (9 kHz to 1210.5 MHz) by the range 1210.5 MHz to 3300 MHz. The input signal is derived from the frequency range of approx. 600 MHz to 900 MHz from OPU1 on the SML mainboard. The Output Unit 2 GHz / 3 GHz (briefly OPU3) can be bypassed using two GaAs FET switchover ICs for the frequency range from 9 kHz to 1210.5 MHz. The output of the Output Unit 2 GHz / 3 GHz is followed by an electronic attenuator, i.e. a 3.3 GHz attenuator with the Signal Generators SML03, SMV, SFL-S or a 2.2 GHz attenuator with the Signal Generators SML01, SML02.

Model	Use	Remark
SML 02	Use up to 2.2 GHz with 2.2 GHz attenuator	OPU3 completely used
SML 03	Use up to 3.3 GHz with 3.3 GHz attenuator	OPU3 completely used
SMV	Use together with I/Q modulator (model 04) up to 3.3 GHz with 3.3 GHz attenuator	OPU3 completely used
SFL-S	Use together with I/Q modulator (model 02) up to 3.3 GHz with 3.3 GHz attenuator	OPU3 only used up to X324 Output stage is disabled

The following models of the Output Unit 2 GHz / 3 GHz (OPU3) are used:

Modification status	Remark
04.xx	No DC/DC converter to generate the tuning voltage for the baseband filters.
07.xx	Includes a DC/DC converter to generate +30 V for baseband filter tuning.

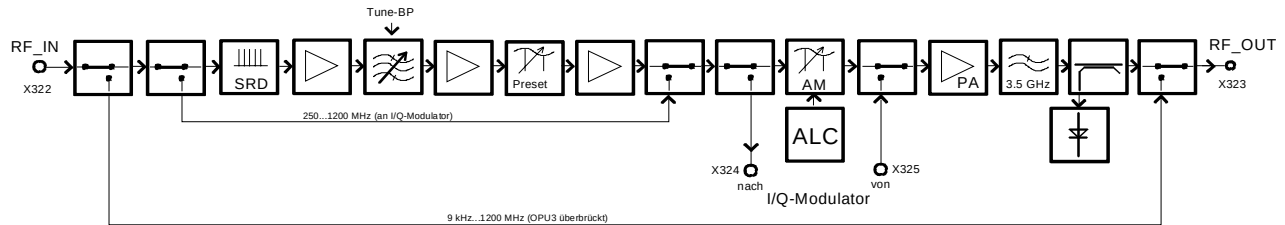
7.2 Function Description

The Output Unit 2 GHz / 3 GHz (briefly OPU3) mainly consists of the function blocks comb generator including step recovery diode (SRD), bandpass filters to filter the desired harmonic, RF preset, AM modulator and 3.3 GHz output amplifier. A series of RF switches provide for bypassing the module for frequencies between 9 kHz and 1210.5 MHz (detour line). The AM modulator and the SRD multiplier can be bypassed if the external I/Q modulator (in the Signal Generators SMV and SFL-S) is connected (detour line RF1200).

The module is addressed by the SML mainboard via the usual serial control interface using the module-select signal.

Output Unit**SML**

A simplified block diagram is shown below:



7BM3 - Gregor Kleine, 26.10.99

Fig. 7.2 Simplified block diagram of Output Unit 2 GHz / 3 GHz

Note: A detailed block diagram is provided on sheet 1 of the circuit diagram 1090.4007.01S.

The multiplication is realized using a step-recovery diode, whose 2-time, 3-time and 4time harmonic can be used according to the following schedule:

Table 7-1 Frequency schedule of Output Unit 2 GHz / 3 GHz

n	Input frequency	Output frequency
2	605.25 to 909 MHz	1210.5 to 1818 MHz
3	606 to 885 MHz	1818 to 2655 MHz
4	663.75 to 825 MHz	2655 to 3300 MHz

The selection of the desired spectral line is made by means of a tunable, three-stage bandpass filter which can be set to the desired frequency via a D/A converter using calibration data stored in the instrument. This filter suppresses unwanted spurious, i.e. adjacent spectral lines from the step-recovery diode, down to -60 dBc. The filter frequency ranges are specified as follows:

Table 7-2 Filter frequency ranges

Filter	Frequency range
1	1210.5 to 2200 MHz
2	2200 to 2800 MHz
3	2800 to 3300 MHz

A level preset element is connected subsequently which compensates for the level fluctuations; thus, the amplitude modulator that follows can always be operated in its optimum working point. An internal calibration routine LEVEL PRESET determines the setting values of the DAC for the preset element (V_PRESET).

The subsequent modulation stage can be switched over between the internal AM modulator and an external add-on I/Q modulator (IQMOD, 2084.4692.xx or 2084.5218.xx). The internal AM modulator provides a dynamic range of approx. 45 dB as well as low synchronous phase modulation.

The output amplifier must supply a very high output level of up to +27 dBm due to the high insertion loss of the subsequent circuitry (in particular, the external attenuator connected downstream).

Following lowpass filtering with a cutoff frequency of 3.5 GHz, a directional coupler functions as test point for level control (ALC). It is followed by the second GaAs switch of the detour line.

The detector with a linear dynamic of approx. 30 dB in conjunction with an ALC is provided to set the exact output level and generate the AM. The stored calibration data provide for the linear operation of the detector via a D/A converter in dependence of the frequency such that the level is continuously reduced by 25 dB. The command variable for the level (incl. AM modulation signal) is provided by the mainboard of the SML.

7.2.1 Control Interface and 30 V Generator

Circuit diagram 1090.4007.01S, sheet 2

Connector X321 supplies the operating voltages, the digital control signals (see section 7.2.2) and various special control lines for the OPU3.

The five operating voltages are filtered using sufficiently dimensioned chokes and electrolytic capacitors followed by feedthrough filters to suppress the RF.

The digital control signals MS_OPU3_N, STROBE_N, SERDATA_N, EEDATA, SERCLK_N and EECLK_N are described in detail in the following chapter.

The output signal MI_ALC2 is an interrupt signal which has a high logic level (+3.3 V) when the level control (ALC) can no longer maintain the output level.

V_DIAG passes an analog diagnosis voltage of -2.5 V to $+2.5\text{ V}$ to the SML mainboard for further evaluation. The multiplexers D3 and D4 allow selection from 16 different diagnosis test points. Since V_DIAG is a common line for all units in the Signal Generators SML, SMV or SFL-S, only one test point may be through-connected at a time. The other units then connect their diagnosis multiplexers to high impedance.

The BLANK signal allows for faster blanking of the RF output level in case of frequency or RF level variations.

The reference level is input via the LEV_EXT connector in the OPU3 and is used for level setting as well as for AM modulation with an AF bandwidth of 50 kHz. The DC level of LEV_EXT is between 0 V and -5 V.

From modification status 07.00 or higher, the OPU3 is equipped with a 30 V DC/DC converter to provide for a higher tuning voltage for bandpass filter tuning. It consists of the step-up control U4 and is effectively decoupled by the pre- and post-connected LC sections in order to remove noise voltages from the signal processing unit of the OPU3.

7.2.2 Shift Registers & EEPROM

Circuit diagram 1090.4007.01S, sheet 3

The OPU3 settings are made using shift registers. SERDATA_N, SERCLK_N and STROBE_N signals are therefore routed via the 26-pin multi-connector X321 to the board. Since SERDATA_N, SERCLK_N and STROBE_N lead to various external modules of the SML, there is a specific module-select signal MS_OPU3_N which provides for through-connection of the three signals via the NOR gate D2. The signals DATA, WR and CLK pass via the feed-through filters Z4, Z6 and Z8 to the shift registers D8 to D12 and the 12-bit DAC D13.

When applying the module-select signal MS_OPU3_N (low-active) the data are serially read in the shift registers D8 to D12 and in the 12-bit DAC D13 and strobed into the output registers by the signal STROBE_N. Section 7.6.4 lists the bits and their functions in table 7-18.

D1 is the EEPROM which contains the module data (board identification OPU3, serial No., modification status, model and other manufacturing data) and the calibration data. Jumpers X1 and X2 provide for direct access to the EEPROM via I2C bus (SCL and SDA), if necessary. The signal line EEDATA passes the read and write data (bi-directional). The SDA output of the EEPROM is an open-drain output and routes directly to the interface X321. A common pull-up resistor for the EEDATA line is provided on the SML mainboard. SCL is the clock input for clocking in and out data into the component. It is masked via NOR gate D2 by the module-select signal MS_OPU3_N such that a I2C clock signal passes to the EEPROM only with access to OPU3.

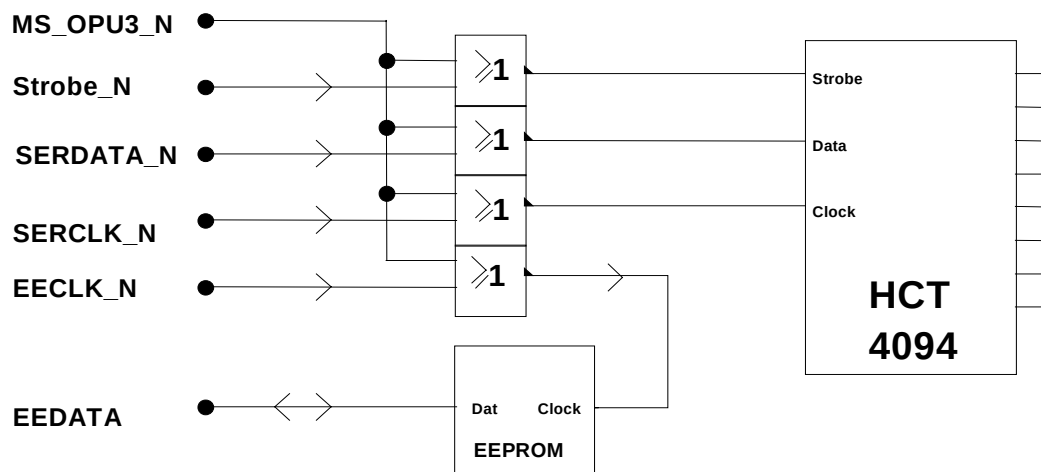


Fig. 7.2.2 Serial data interface of the Output Unit 2 GHz / 3 GHz

7.2.3 Diagnosis Multiplexer, Temperature Sensor, ...

Circuit diagram 1090.4007.01S, sheet 4

The diagnosis multiplexer D3 and D4 selects one out of 16 diagnosis voltages. The DMUX0_ON and DMUX1_ON signals select the corresponding 8-bit multiplexer. The inverters D5 in these lines make it impossible to activate D3 or D4 after power-up and prior to initialization of the shift registers, since all diagnosis voltages - even those of other modules - are routed to the mainboard via line V_DIAGVD. D3 and D4 are operated by the +3.3 V supply and by a negative supply voltage of approx. -2.7 V, which is generated by the Zener diode V46 and the series resistor R246.

The temperature sensor U5 measures the internal temperature of the module and outputs it via D_TEMP at 10 mV/°C. Example: +40 °C corresponds to 0.40 V on D_TEMP.

The logic of BLANK, BLANK_ENA, BLANK_NORM and LEV_OFF provides for carrier switch-off. LEV_OFF switches off the carrier with HIGH level, if BLANK_ENA = 0. If BLANK_ENA = 1, the BLANK input becomes active: with BLANK_NORM = 0 LEV_OFF switches off only if the BLANK input is set to 0. With BLANK_NORM = 1 LEV_OFF switches off only if the BLANK input is set to 1.

Table 7-3 Interaction of the BLANK signals with LEV_OFF and KLEMM_DOWN

BLANK	BLANK_ENA	BLANK_NORM	LEV_OFF	KLEMM_DOWN	Remark
x	0	x	0	0	If BLANK_ENA = 0, then LEV_OFF is immediately effective
x	0	x	1	1	
0	1	0	0	0	If BLANK_ENA = 1 and BLANK_NORM = 0, then LEV_OFF = 1 is effective only if BLANK = 0
0	1	0	1	1	
1	1	0	0	0	
1	1	0	1	0	
0	1	1	0	0	If BLANK_ENA = 1 and BLANK_NORM = 1, then LEV_OFF = 1 is effective only if BLANK = 1
0	1	1	1	0	
1	1	1	0	0	
1	1	1	1	1	

The circuit with comparator U3 is for monitoring the ALC amplitude control loop: if the control voltage V_AMOD (see sheet 22) exceeds +9.4 V, output pin 1 of U3 assumes 0 V and the RC section R102, C8 initiates the interrupt signal ALC_INT with delay via D5. A high level (+3.3 V) indicates the interrupt. If the loop can no longer control the level, a message will be sent to the processor on the SML mainboard via the interrupt.

7.2.4 Voltage Control

Circuit diagram 1090.4007.01S, sheet 5

N11 provides a precise, non-adjusting reference voltage +10.0 V for all internal voltage regulators. After buffering by means of N29 the reference voltage passes to the five regulators for the internal operating and reference voltages. These voltages can be centrally measured at X5. Table 7-7 in section 7.5.4 lists the rated values.

Besides, all of the five supply voltages generated internally can be measured using the diagnosis multiplexer. They are then divided using voltage dividers to the V_DIAG voltage range of -2.5 V to +2.5 V. With display on the SML, however, these divisors are taken into account such that the non-divided voltages are displayed (see section 7.5.1).

The two series resistors R276 and R121 reduce the +24 V at the collector of V106 in order to reduce the thermal load of the transistor. The collector voltage of V106 should always be 1 V to 2 V above the +17.5 V output voltage of the +17 V regulator.

7.2.5 D/A Converter

Circuit diagram 1090.4007.01S, sheet 6

The D/A converters U1, U2 and D13 (see sheet 3) generate the control voltages for the tunable bandpasses (sheets 10 to 15), the detector linearization (sheet 21) and the pin-diode preset element (see sheet 16). Sections 7.5.8, 7.5.12 and 7.5.9 mention the output voltages of these three DAC stages for troubleshooting.

7.2.6 GaAs FET Switch

Circuit diagram 1090.4007.01S, sheets 7 and 20

The GaAs FET switch D15 (sheet 7) and its counterpart D18 (sheet 20) connect the input socket X322 and the output socket X323 via the reverse-biased shorting diodes V83 and V84 to generate a path to the RF output for the frequency range from 9 kHz to 1210.5 MHz. C167 and C170 provide for the necessary DC isolation and are adapted to 50 Ω via L91, L134 or L137, L93. L136 is used to match the diodes V83 and V84.

The control voltages of the RF switches D15 and D18 - measured on the control lines +8V_BRIDGED and -8V_BRIDGED - are +4.2 V and -8.2 V. If one of the lines carries +4.2 V, the other one carries -8.2 V. These potentials change line with switchover. The two voltage values are supplied by the opamps N7 and can be measured at the amplifier outputs: N7.7: +8.0 V, N7.1: -8.2 V.

With operation of the OPU3, the voltage passes via RF1 to the step recovery multiplier (see subsequent section). The PIN diodes V83 and V84 short-circuit the direct path to prevent crosstalk between the RF input X322 and the RF output X323. These shorting diodes are controlled by N24. With *OPU3 bypassed* the voltage measured at C289 is approx. -9.5 V. With *OPU3 active* it is +8.1 V

The input level with *OPU3 active* is approx. +15 dBm, since the 1.2 GHz output unit of the SML mainboard (= OPU1) is clamped to this value.

7.2.7 SRD Multiplier

Circuit diagram 1090.4007.01S, sheet 8

The RF1 signal is either switched to the detour line RF1200 by the PIN diode switch V1, V2, V4 to V7, thus bypassing multipliers and bandpass filters or to the step-recovery diode multiplier by the amplifier N22 and SRD diode V31. Line RF1200 allows for through-connecting 250 MHz to 1210.5 MHz signals to the connectors of the external modulator (2084.4692.xx or 2084.5218.xx) without being subject to multiplication and bandpass filtering.

With multiplier operation, N22 amplifies the input signal (approx. 600 to 900 MHz) to approx. +18 dBm and passes it to the SR diode V31. A highpass filter (... L39, L62, ...) suppresses the fundamental. The equalizer C41/L12 slightly increases the levels of the high multiples to make sure that all frequency lines ($n = 2$, $n = 3$ and $n = 4$) are passed to the bandpasses with similar levels of 0 to +5 dBm. The comb spectrum of V31 can be measured at X9, if X13 is resoldered to 1-4.

The transistor V67 provides the +7 V operating voltage for the MMIC RF amplifiers N22 (SRD multiplier, sheet 8), N19 (AM modulator, sheet 17) and N20 (output stage, sheet 18). This internal operating voltage can be externally measured via D₋+7.

7.2.8 Tunable Bandpass Filter

Circuit diagram 1090.4007.01S, sheets 9 to 15

The comb spectrum is distributed onto the three tunable bandpass filters via the PIN switches V8, V9, ... and V41, V42, The PIN diodes are turned on by the drivers N32. Lines PIN_BP1, PIN_BP2 and PIN_BP3 are connected to the voltages listed in table 7-10 of section 7.5.8 to activate the associated bandpass filter path.

If an error occurs, it is advisable to check the voltages at the PIN diodes, too. A forward-biased diode reveals a voltage drop of approx. 0.7 V between the anode and the cathode, whereas a reverse-biased diode must reveal a reverse voltage of several volts between cathode and anode. Multiples of 0.7 V must consequently occur with cascaded PIN diodes.

The frequency band 2 GHz to 3.3 GHz is distributed onto the three filters as follows:

Table 7-4 Filter frequency ranges

Filter	Frequency range
1	1200 to 2200 MHz
2	2200 to 2800 MHz
3	2800 to 3300 MHz

Each bandpass filter path starts with an equalizer (e.g. L49, C214, L48, C213) which reduces the frequency response of the strip line bandpasses in the respective tuning range. Then, a three-circuit strip-line bandpass is connected which is followed by an amplifier (e.g. N23). This sequence is arranged three times in succession per filter path, the last filter stage being, however, not equipped with an amplifier. Instead, a common amplifier N14 (sheet 16) is connected after the PIN diode switch at the output.

The amplifiers of the currently selected filter path are switched on, respectively, via the transistors V71, V70.... Measuring the DC voltage at the output of the two MMIC amplifiers in the filter path reveals, which of the filter paths is switched on: if switched on, approx. +3 V to +3.5 V can be measured at chokes L70, L68, ... of these MMICs. If the filter path is switched off, the voltage at these chokes is 0 V.

The characteristic of the three bandpass filters and the correct tuning to the frequency set on the SML can be measured via SMP sockets X9 and X10, if the jumper X13 (sheet 8) is soldered to 2-3 and X14 (sheet 16) to 1-4.

7.2.9 RF Level Preset

Circuit diagram 1090.4007.01S, sheet 16

The PIN-diode control V54/V57 functions as a variable attenuator with a dynamic range of approx. 20 dB. The temperature-stabilized current supplied by the current source V40 is distributed to the PIN modulator and to the diode V52 using the difference amplifier V73 depending on the voltage V_PRESET. The preset element is used to operate the AM modulator (sheet 17) always in its optimum working point in relation to the frequency in spite of level variations of the individual comb frequency lines and varying amplifications in the three bandpass filter paths. Calibration values stored internally set the voltage V_PRESET via the above-mentioned DAC such that the dynamic range of the AM modulator is always about 14 dB below its minimum attenuation. The level preset stage then sets the level in this working point such that the desired RF output level of the signal generator is obtained.

The preset element is voltage-controlled via V_PRESET which is obtained from the 12-bit DAC D13 (sheet 3) and the opamp N1 (sheet 6) connected for level shifting. The voltage range of V_PRESET is between +2.5 V and +4.5 V (see section 7.2.9).

Following the PRESET element, the detour line RF1200 is connected again into the signal path via PIN switches V81, V82, ... and allows for bypassing the multiplier stage and the subsequent bandpass filter (see block diagram). It routes the signals with the frequencies between 250 MHz and 1210.5 MHz to X324 and, in the Signal Generators SMV and SFL-S, to the IQ modulator (2084.4692.xx or 2084.5218.xx) (see sheet 17 of circuit diagram) where the IQ-modulator input is connected.

7.2.10 Amplitude Modulator

Circuit diagram 1090.4007.01S, sheets 17 and 18

The PIN modulator V153 - V158 is used as a variable attenuator with a dynamic range of approx. 45 dB. The temperature-stabilized current supplied by current source V39 is distributed to the PIN modulator and to the diodes V48 - V50 depending on the voltage V_AMOD by means of the difference amplifier V75. A pair transistor array (BC857) is used to keep the temperature effect of the difference amplifier as low as possible - similar to PRESET.

The low-noise amplifier N8 (sheet 18) increases the level which is considerably low following the AM modulator due to the working point and the additional insertion loss. The dynamic range of the AM modulator is preselected by the PRESET element such that it is operated approx. 12 to 15 dB below the minimum insertion loss, thus allowing for trouble-free AM modulation.

The PIN switches V105/V152 and V159/V160 (sheet 18) allow for removing the AM modulator from the signal path and connecting an external I/Q modulator (2084.4692.xx or 2084.5218.xx) via the sockets RF_UNMOD (X324) and RF_MOD (X325).

If an error occurs, the AM modulator can also be checked via the RF sockets X324, RF_UNMOD, and X325, RF_MOD using a network analyzer. Solder the solder straps X6 and X4 in position 2-3 and - acc. to sheet 18 - X7 to 4-3 and X8 to 2-3. Section 7.5.10 shows the associated plot in Fig. 7.5.9.

7.2.11 Output Stage

Circuit diagram 1090.4007.01S, sheet 19

NOTE: The output stage of the Signal Generator SFL-S is not used and is, therefore, disabled.

The 3.3 GHz output stage consists of the 3-stage amplifier N20, V66 and V23, which amplifies the level to max. +27 dBm. The output stage is preceded by an equalizer containing C257/L4, which compensates for the amplification drop of output lowpass and external attenuator at high frequencies.

The output stage as well as numerous other amplifiers can be switched off via the OPU3_ON line, in order to minimize power consumption with operation below 1210.5 MHz, if required. V65 and V28 switch off the voltage supply to the output stage. V55 in conjunction with the Zener diode V59 prevent the output stage from being switched on when the negative supply voltage fails, since, otherwise, the GaAs FETs V66 and V23 would receive the maximum drain-source current, which could damage the amplifiers. Also note the warning at the beginning of section 7.5 on operation of the output stage in the case of troubleshooting.

7.2.12 Output Lowpass, Directional Coupler

Circuit diagram 1090.4007.01S, sheet 20

NOTE: The output stage of the Signal Generator SFL-S is not used and is, therefore, disabled.

The output stage is followed by a harmonic lowpass filter with a cutoff frequency of 3.4 GHz in order to adhere to the required harmonics suppression of at least 30 dBc. It consists of printed structures, parts of the lines assuming the functions of inductors and sectors serving as capacities of the lowpass filter. In conjunction with R322, R406 and R476, the directional coupler T1 decouples a signal of approx. -12 dB for the level detector. The second GaAs FET switch D18, which allows for optionally connecting the detour line of OPU3 (signal RF0) to the output, is connected next. C171 functions as DC isolating capacitor which is adapted to the 50 Ω system via line sections L103 and L104.

The insertion loss of output lowpass, directional coupler and GaAs FET switch IC is 3 dB at low frequencies (e.g. 100 MHz) and increases to max. 5 dB at 3.3 GHz.

7.2.13 Level Detector

Circuit diagram 1090.4007.01S, sheet 21

NOTE: The level detector of the Signal Generator SFL-S is not used.

The detector diode V35 plus C165 rectify the output level. The second half of the diodes V35 is used for temperature compensation. For low carrier frequencies, the FET V56 allows for switching the capacity C110 parallel with the load capacitor of the rectifier.

The log amplifier N6 which is temperature-compensated via V36 and V37 is provided for linearization of the rectifying voltage. The useful linear dynamic of the detector is approx. 30 dB (error < 1 dB).

The linearization is calibrated as a function of frequency using the tuning voltage TUNE_DET (sheet 6) via the bias current of the diodes V35. The DAC values DET0 to DET7 are determined in the final test by individual measurement of the RF levels of two signals, e.g. +15 dBm and -5 dBm. Then, the output voltage V_DETOUT at the lower level must be exactly one tenth (= -20 dB) of the voltage at the high level. The frequency-dependent DAC values thus obtained are stored as calibration values in the non-volatile memory of the SML mainboard.

7.2.14 ALC

Circuit diagram 1090.4007.01S, sheet 22

NOTE: The ALC of the Signal Generator SFL-S is not used and is, therefore, disabled.

ALC control is effected via the opamp N5. Its feedback path can be switched to various configurations via the CMOS switches D47 and D52. The signal V_LEVEXT which is generated by the SML mainboard as a DC voltage in the range from -5 V to 0 V is used as an external control voltage for the output level. With AM modulation, the AF signal is superimposed on this DC voltage.

N5 functions as the control amplifier for the ALC, whose loop is closed via the level detector and the AM modulator (control voltage V_AMOD). The switches D52 are provided for switchover between 3 different bandwidths via the PI controller N5.

The CMOS switch D47 can switch over the controller to an inverting amplifier in ALC_OFF mode (ALC_ON bit = 1). Then, the output level is set via the voltage V_LEVEXT. Being subject to the negative amplification $-(R313/R312)$ it assumes the function of the control voltage V_AMOD.

The KLEMM_DOWN signal maximally reduces the level via the AM modulator (e.g. in the case of frequency changes) by applying a high positive voltage to N5 via V218 and R230. KLEMM_DOWN may either be activated by the external BLANK line or by the LEV_OFF bit from the shift register (see table 7-3 in section 7.2.3).

The KLEMM_UP signal clamps the output level to a high value (approx. +13 dBm at the output of the instrument), by applying a high negative voltage to the control amplifier via R227. V_LEVEXT is switched off in this state. KLEMM_UP is supplied by the shift register (see circuit diagram, sheet 3).

7.3 Opening the Output Unit 2 GHz / 3 GHz



Caution!

Strictly adhere to the instructions of the following sections in order to prevent the instrument from being damaged and avoid any danger for persons. Please take also notice of the general safety instructions at the beginning of this manual.

To open the output unit proceed as follows:

- | | |
|------------------------------|--|
| Opening the instrument | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Place the instrument upend on the two handles and undo the four screws in the instrument feet.
Remove the instrument feet. ➤ Carefully lift the housing off to the top. The instrument is now open. |
| Removing the module | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Disconnect the multiconnector X321 on the module. ➤ Unscrew RF cable from X322 / X323. ➤ Unscrew RF cable from X324 / X325, if applicable. ➤ Undo the fixing Phillips or Torx screws on the output unit 2 GHz / 3 GHz.
<i>Note: On the Signal Generators SMV and SFL-S, the module is fitted piggyback to the I/Q modulator.</i> ➤ The module can now be removed. |
| Opening the module | <ul style="list-style-type: none"> ➤ The screening covers of the module can be unscrewed using an appropriate Torx screwdriver. Make sure that the glued pieces of heat-conducting foil remain in place. ➤ The module can be operated outside the SML chassis for troubleshooting. Reconnect the flat cables and, if required, replace the RF cables by flexible cables or lengthen them. |
| Operation of the open module | <ul style="list-style-type: none"> ➤ When operating the open module, make sure to adhere to the instructions given at the beginning of section 7.5. |

Output Unit**SML**

To close the output unit proceed as follows:

- | | |
|------------------------|---|
| Closing the module | <ul style="list-style-type: none">➤ When putting the milled screening covers back in place, make sure that the heat-conducting foils are complete and at their correct positions. The cut-to-fit foils must not come between the outer seating of the covers and the board, since, otherwise, the RF shielding can no longer be guaranteed.➤ After correct closing of the covers, each Torx screw must be tightened by a torque of 60 Ncm (HVC-2000: M2.5) |
| Installing the module | <ul style="list-style-type: none">➤ Proceed in the reverse order as described above. The module OPU3 is again fitted piggyback to the I/Q modulator in the Signal Generators SMV and SFL-S.➤ Connect coaxial cable to X322 and X323 (and to X324 and X325, if applicable) and reconnect flat cable X321 |
| Closing the instrument | <ul style="list-style-type: none">➤ Place the instrument upend on the two front handles.➤ Carefully push the housing over the chassis from the top. Make sure neither to jam nor to crimp cables on the top or bottom sides.➤ Fit the four instrument feet again and tighten them by means of the four screws. |

7.4 Special Measuring Equipment and Accessories

A list of measuring equipment and accessories frequently used for the SML is appended to this manual. The equipment listed in the table below is particularly required for testing the output unit 2 GHz/3 GHz.

Table 7-5 Measuring equipment and accessories

Item	Type of equipment, accessories	Required specifications	Suitable R&S instrument	Order No.	Application in Section
1	Circuit diagram	-	-	1090.4007.01S	
2	Component layout plan	-	-	1090.4007.01S	
3	Digital multimeter	1 mV to 100 V 0.1 mA to 1 A	-		
4	Storage oscilloscope	DC to 100 MHz, <0.1V/Div ≥ 2 channels	-	-	e.g. 7.5.5
5	Spectrum analyzer	100 Hz to 5 GHz	FSB FSBA	848.0020.52	e.g. 7.5.7
6	Twoport test assembly	300 kHz to 3.3 GHz	-		e.g. 7.5.8
7	Power meter	9 kHz to ≥2200 MHz	NRVS plus NRV-Z51	1020.1809.02 857.9004.02	e.g. 7.5.7
8	RF sensor with DC blocker	9 kHz to 3.3 GHz	-		
9	Controller (PC)	Interface IEC-625-1	-	-	
10	Service utility program			1090.3500.02	e.g. 7.5.2

7.5 Troubleshooting

Caution!



When the cover of the Output Unit 2 GHz / 3 GHz is open, the heat dissipation is no longer guaranteed at the output stage V66/V23. This is a hazard to the GaAs FETs and may cause continuous damage to the transistors which cannot be detected immediately, thus leading to long-term failure. Therefore remove jumper X11 on the OPU3 whenever you perform work that does not involve the output stage, thus disconnecting the output stage from the power supply.

When performing work on the output stage V66/V23, make sure not to take much time or use a temporary cooling aid (clamped sheet or alike).

7.5.1 Preliminary Remark

Prior to actual troubleshooting on the Output Unit 2 GHz / 3 GHz make sure that all supply voltages are applied correctly (see section 7.2.4).

The DC voltages at the test points referred to by D_XXXXXXX (e.g. D_TEMP) can be displayed on the SML. Activate the test point display in the **Utilities/Diag/Tpoint** submenu and enter the desired diagnosis test point (see table 7-14 *Diagnosis test points* in section 7.6.1). The diagnosis test points in the Output Unit 2 GHz / 3 GHz begin with DTP No. 500.

Whenever you begin or end troubleshooting, perform a check according to the service utility program described in section 7.5.2 to make sure that all functions of the Output Unit 2 GHz / 3 GHz are restored completely after repair.

Notes regarding the use of solder straps

The following sections describe troubleshooting based on signal tracking through the individual stages of the Output Unit 2 GHz / 3 GHz by means of a spectrum analyzer and on checks using a twoport tester. If the service utility program already indicates that there is no signal from a certain stage onwards or if the signal is not OK after this stage (level fault), troubleshooting should be continued with the relevant section of this chapter. First, verify the DC operating points given in table 7-15, section 7.6.2, in the vicinity of the circuit stages concerned. The circuit sections such as the tunable bandpass filters or the output stage are then checked using a network analyzer.

To enable sections of the signal path to be measured with the correct impedance, the Output Unit 2 GHz/3 GHz has test sockets which are implemented in the form of SMP sockets at the points required for module adjustment. They are looped into the signal path with the correct impedance by changing the position of solder straps. Quadruple soldering points mean that the test socket can be used both as an output for the preceding section and as an input for the subsequent stages.



The following must be observed when working with solder straps:

- Always de-energize the module before starting work on the circuitry. To do so, switch off the signal generator using the power switch. After having repositioned the solder straps/coupling capacitors, switch the unit on again and wait until it has powered up. The service utility program may have to be restarted.
- There are solder straps which are factory-fitted with 0 Ω resistors of the 0603 type. To simplify the production process, these straps are mechanically inserted and may be replaced by tin-solder straps in the event of repair.
- The solder straps should be soldered with the soldering iron set to a low temperature.
- Excess solder tin can be removed using desolder braid.
- Do not connect the test socket to the incoming and outgoing signal path at the same time. This will falsify the measurements.
- Make sure that the contact of the test socket does not remain connected to the signal path after the measurement has been completed.
- Inadvertent connections to the decoupled signal path also corrupt the measurement result. Therefore, in the case of insufficient gain values, use a magnifying glass to check the solder straps at the test sockets used. If necessary, resolder using a little tin solder so that the inadvertently connected pads separate.

Notes regarding measurements up to 3 GHz

When performing measurements in a frequency range up to 3 GHz, the properties of the test cables used must be taken into consideration. For this reason, calibrated test assemblies are normally used. This means that the cable attenuation which increases as the frequency increases is measured and stored using a calibration standard. As a result, the test assembly can then calculate the correct level or frequency response.

If a calibrated test assembly is not available, relatively short cables should be used. Depending on the quality of the test cables, attenuation up to several decibels (dB) may occur at frequencies up to 3 GHz. This must be taken into account during measurements and corrected accordingly.

7.5.2 Service Utility Program

The SML service utility program facilitates fault diagnosis and module check. It allows the internal control bits to be operated and the available diagnosis test points to be read out. In addition, the service utility program can also be used to transmit basic remote control commands. The program runs under Windows (95, 98, NT and 2000). The instrument is remotely controlled via the IEC/IEEE bus (GPIB / IEC625 / IEEE488) or the RS232 interface.

To install the program, insert the installation disk supplied with the service kit into the disk drive and call up the "setup.exe" file. Follow the instructions given by the installation program. The service utility program requires the CVI Runtime Engine from LabWindows (National Instruments). This software is installed automatically if it is not already available on your system.

To start the program, left-click on the item "SML_SERV" in the Start menu. The path in the Start menu depends on the information entered during installation. Alternatively, you can also call up the "sml_serv.exe" file in the program directory.

When the program is started, the system asks you to specify the desired type of connection to the SML, SMV or SFL-S. You can choose between the IEC/IEEE bus (GPIB) and the RS232 interface. To configure the IEC/IEEE-bus interface you simply have to enter the IEC/IEEE-bus address set at the

instrument. Before confirming with "OK", make sure that the connecting cable between the PC and the SML is connected correctly.

The COM1 port is used for communication via the RS232 interface. The Signal Generators SML, SMV or SFL-S are connected to the PC using a null modem cable. The configuration values set at the unit are queried by the program.

Fig. 7.5-1 shows the main window of the service utility program. Apart from the basic data (*Device*) of the signal generator, the main window also contains the installed *Modules* together with their models and amendment indices. The internal temperatures are displayed in the box below. Finally, the *Errors* box contains all current error messages.

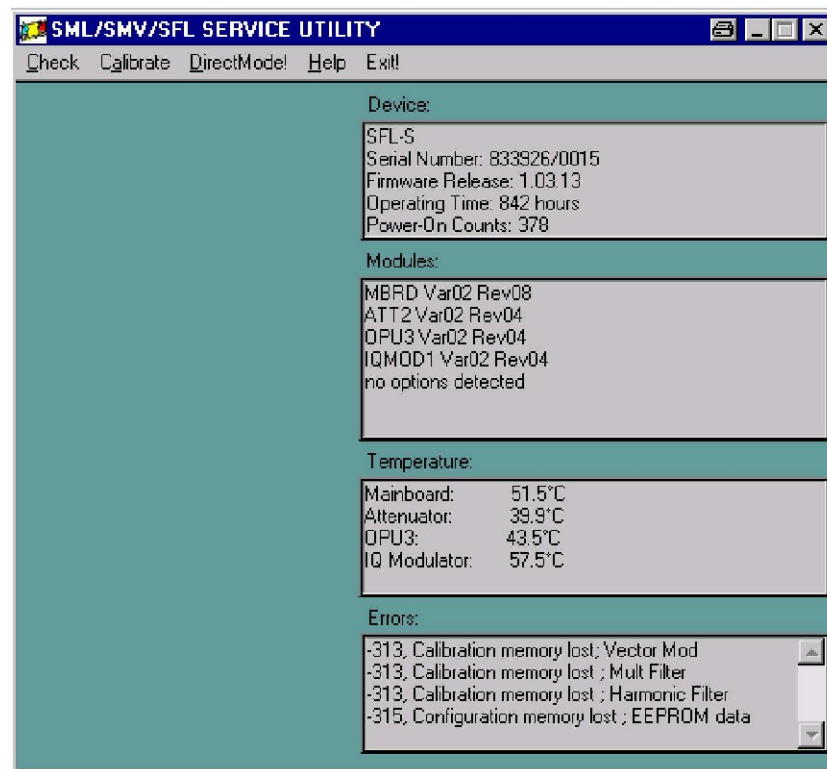


Fig. 7.5-1: Main window of service utility program

Clicking on *Check Output Unit 3* (**Fig. 7.5-2**) displays the Output Unit 2 GHz / 3 GHz in the form of a block diagram (Fig. 7.5-3). The diagram shows test points which are checked during the module check and switched to red in the case of errors. If the voltage at the test point in question is OK, the associated field is switched to green. The areas in which a fault exists are indicated immediately as the test progresses. The block diagram of the Output Unit 2 GHz / 3 GHz in the service utility program makes it possible to detect whether there are breaks or insufficient gain along the signal path. This, in turn, provides information as to which stage is faulty. Most of the peripheral equipment, such as voltage regulators and D/A converters, is also checked by the module check in the service utility program.

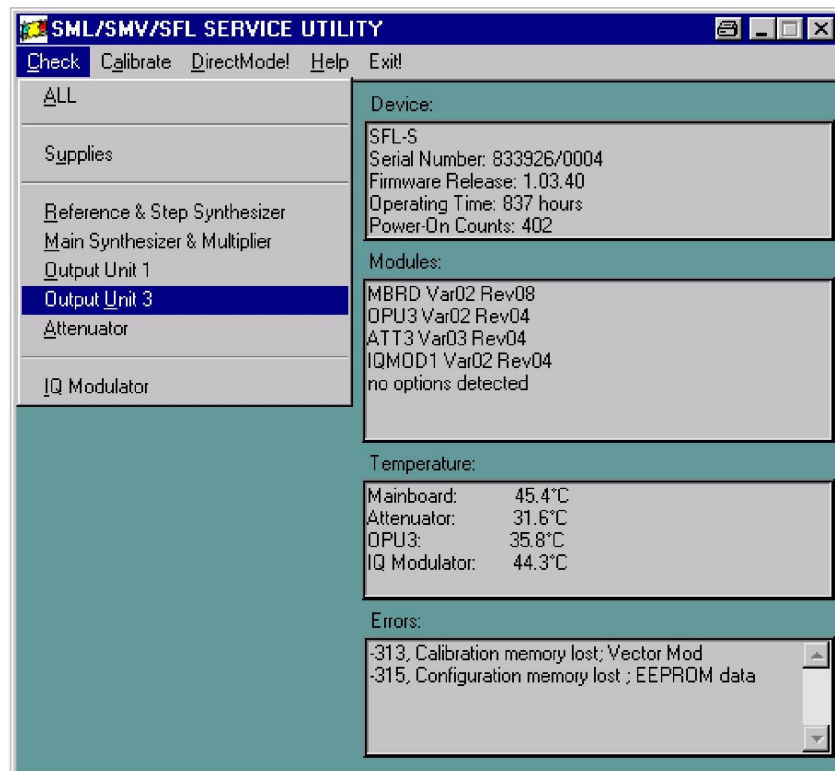


Fig. 7.5-2: Calling up module check

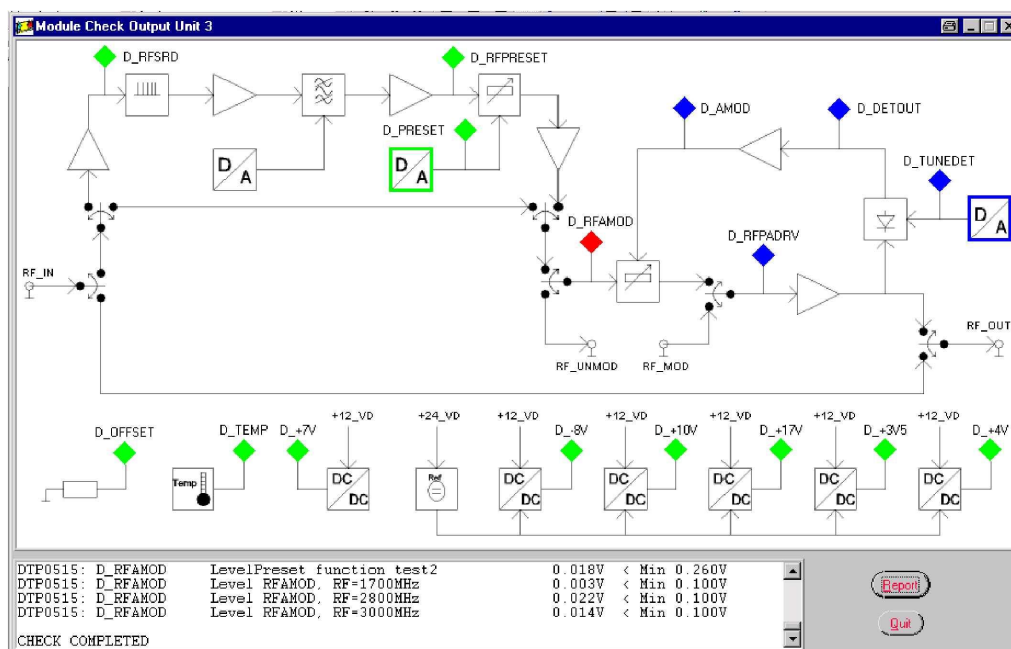


Fig. 7.5-3: Block diagram in module check for Output Unit 2 GHz / 3 GHz

The results of the module check can be clearly displayed in tabular form as a *Test Report* (Fig. 7.5-4). The position of the individual measured voltage value is indicated by an asterisk in square brackets. Voltages below minimum values and above maximum values are clearly indicated. Function tests which were not performed successfully are identified by *failed*.

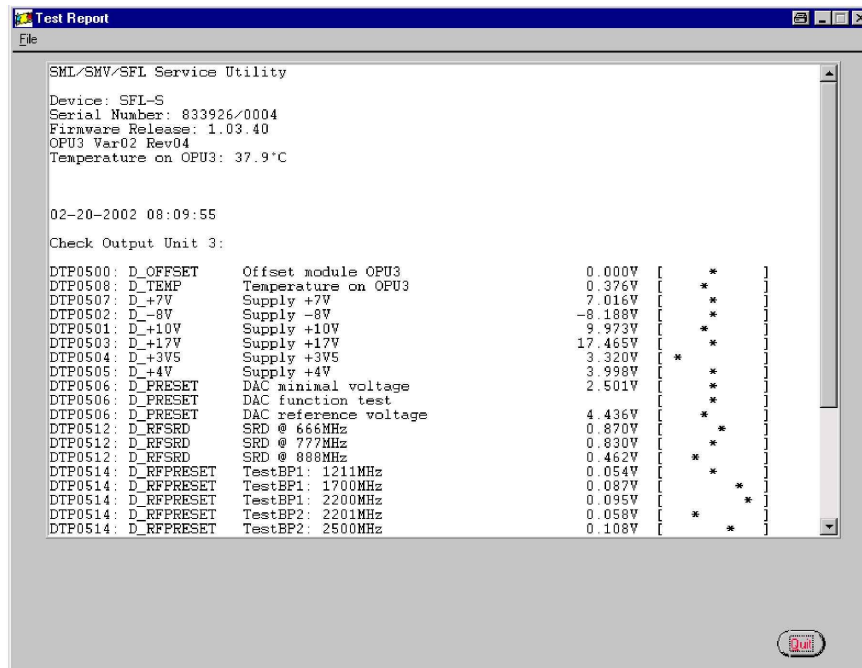


Fig. 7.5-4: Test report as result of module check

Settings for individual control bits or D/A converters can be made in *Direct Mode* (Fig. 7.5-5). However, you must bear in mind that changed settings do not become effective in the Signal Generator SML, SMV or SFL-S until the Send button is clicked.

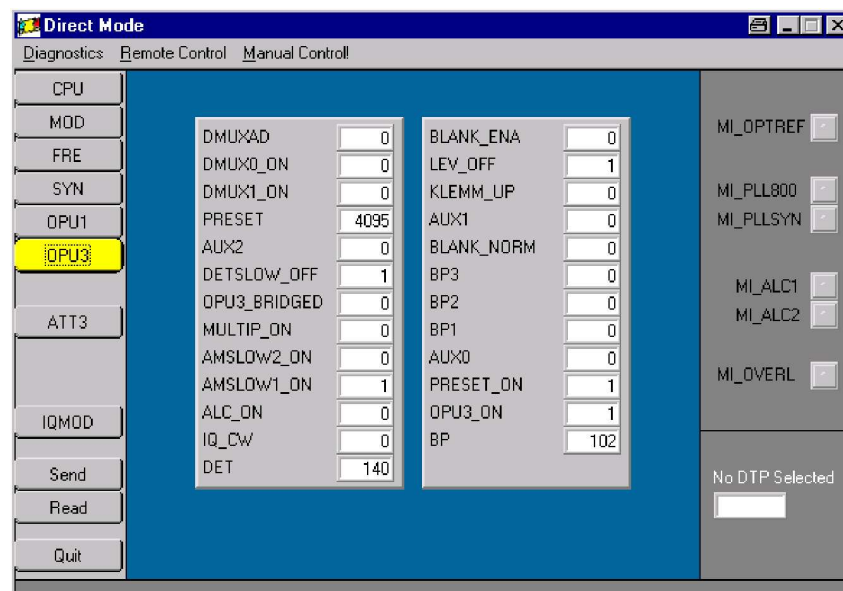


Fig. 7.5-5: Direct Mode of service utility program

Individual test points can be monitored using the menu item *Diagnostics* in *Direct Mode* (Fig. 7.5-5). When a test point (DTP = diagnosis test point) has been selected, the continuously updated measured values appear in the bottom right-hand corner of the *Direct Mode* window.

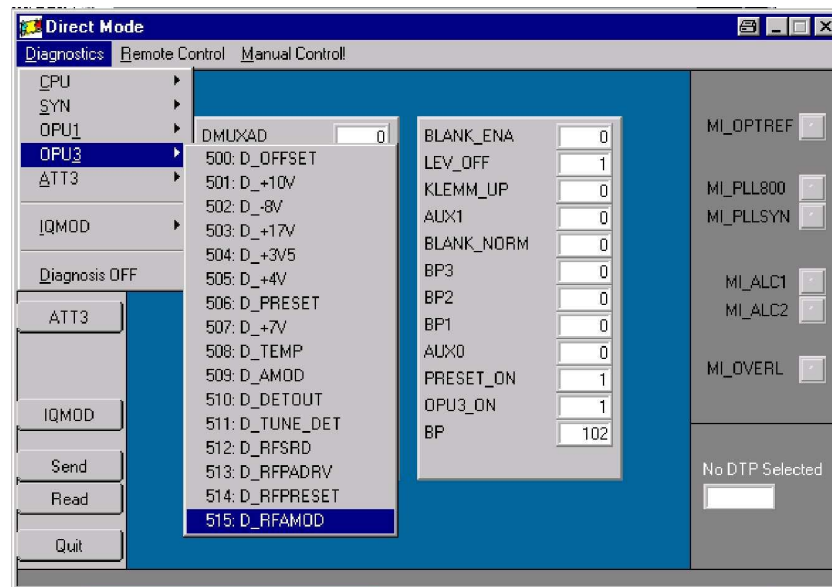


Fig. 7.5-6: Selecting a diagnosis test point under *Diagnostics*

Operations at the front panel of the signal generator (e.g. frequency changes or level settings) can be made by selecting *Manual Control* in the title bar of the *Direct Mode* (**Fig. 7.5-6**). Operation via the front panel is activated by pressing the Local button on the signal generator. The desired setting can then be made. Click on OK to return to the *Direct Mode*.

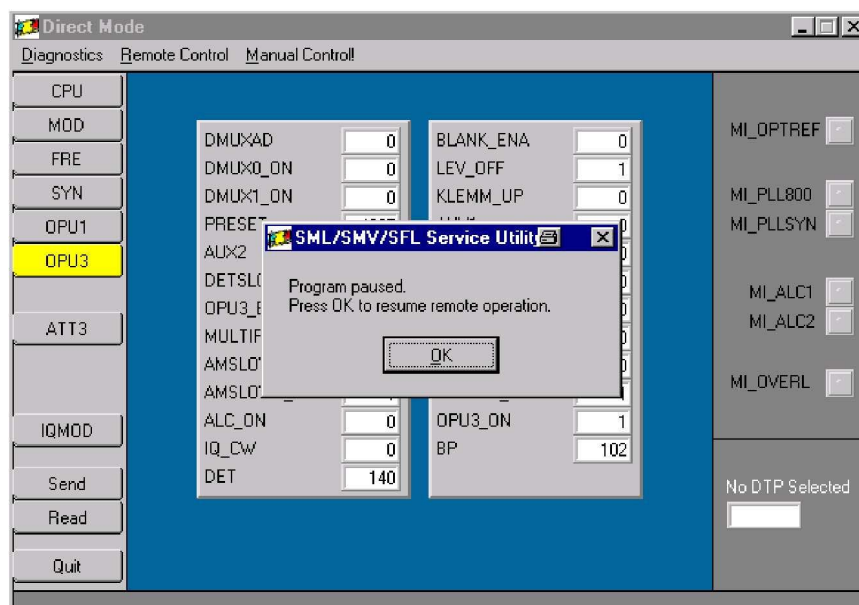


Fig. 7.5-7: Manual operation using *Manual Control*

A more convenient option is to use *Remote Control* under *Direct Mode* to make settings on the instrument without interrupting IEC/IEEE-bus operation (**Fig. 7.5-8**).

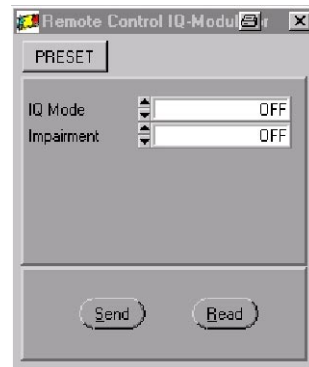


Fig. 7.5.8 Remote Control

7.5.3 Start of Troubleshooting

A complete test of all test points on the Output Unit 2 GHz / 3 GHz can be performed using the service utility program SML_SERV.EXE (see section 7.5.2). Any error occurring can be localized quickly and easily. The block diagram of the Output Unit 2 GHz / 3 GHz contained in the service utility program allows any interrupts or insufficient amplifications in the signal path to be immediately detected so that the faulty stage can be identified. Even the peripherals such as voltage control and D/A converter are checked by the module check of the service utility program.

To test the Output Unit 2 GHz / 3 GHz the service utility program is started and the module is checked via Check / Output Unit 3. The Report button generates an error report showing the test points that are out of tolerance. The table 7-6 below indicates the possible error sources as well as the section of this chapter to which the user should refer when continuing troubleshooting. The errors should be dealt with in the sequence given in table 7-6 since out-of-tolerance messages further down may be caused by an error at the top of the list.

Table 7-6 Troubleshooting using the module check of the service utility program

Test point out of tolerance	Circuit diagram, sheet	Troubleshooting
D_+10V	5	Reveals the value of the 10 V reference voltage Check the supply voltages acc. to section 7.5.4
D_-8V	5	Reveals the value of the internal -8 V supply voltage Check the supply voltages acc. to section 7.5.4
D_+17V	5	Reveals the value of the internal +17 V supply voltage Check the supply voltages acc. to section 7.5.4
D_+3V5	5	Reveals the value of the internal +3.5 V supply voltage Check the supply voltages acc. to section 7.5.4
D_+4V	5	Reveals the value of the internal +4 V supply voltage Check the supply voltages acc. to section 7.5.4
D_+7V	8	Reveals the value of the internal +7 V supply voltage Check the supply voltages acc. to section 7.5.4
D_TEMP	4	Module temperature in 10 mV/°C Check the sensor
D_PRESET	6	Indicates the value of the DAC output voltage V_PRESET Check the DAC, see section 7.5.9
D_TUNEDET	6	Indicates the value of the DAC output voltage TUNE_DET Check the DAC, see section 7.5.12
D_RFSRD	8	Output level of the SRD driver Check the comb generator acc. to section 7.5.7
D_RFPRESET	16	Output level after bandpass filtering Check the bandpass filters acc. to section 7.5.9
D_RFAMOD	17	Output level of the AM modulator driver N19 Check the AM modulator acc. to section 7.5.10
D_RFPADRV	18	Output level following the output stage driver Check the output stage acc. to section 7.5.11
D_DETOUT	21	Output voltage of detector Check detector acc. to section 7.5.12
D_AMOD	22	Output voltage of the ALC Check the ALC acc. to section 7.5.13

7.5.4 Faulty Supply Voltages

Preliminary remark: All supply voltages are provided by the SML mainboard. The +10 V reference voltage is derived from the +24V supply.

Note: *If the voltage supply for the diagnosis converter on the mainboard is faulty, you must repair it prior to taking any other measures, and then go again through the checklist.*

First, the supply voltages provided by the SML mainboard should be checked to +5 V, +3.3 V, +12 V, -12 V and +24 V. These measurements can be performed at the feedthrough filters fitted on the component side. Table 7-7 below indicates the necessary voltages and permitted tolerances:

Table 7-7 External operating voltages of Output Unit 2 GHz / 3 GHz

Feedthrough filter	Z12	Z10	Z11	Z13	Z6
Nominal voltage	+24 V	+12 V	-12 V	+5 V	+3.3 V
Tolerance	+/-1 V	+/-0.5 V	+/-0.5 V	+/-0.2 V	+/- 0.2 V

The internally generated operating voltages are collected at test connector X5 where they can be measured. As a prerequisite for the correct height of the individual voltages, the value of the +10.00 V reference voltage from which the other voltages are derived must be correct. This reference voltage is derived from the +24 V supply which must be provided correctly by all means.

Table 7-8 indicates the test points at X5, reference names in the circuit diagram and voltage values as well as the tolerances of these internally generated operating voltages:

Table 7-8 Internal operating voltages of the Output Unit 2 GHz / 3 GHz

Test point	X5.1	X5.2	X5.3	X5.4	X5.5	X5.6	X5.7
Voltage	Ground	+10.00 V	+4V_REFVD	+3V5_REFVD	+17V_REFVD	+10V_REFVD	-8V_REVVD
Rated value	0 V	+10.0 V	+4.0V	+3.32 V	+17.5 V	+10.0 V	-8.2 V
Tolerance	-	+/-20 mV	+/-0.1 V	+/-0.1 V	+/-0.1 V	+/-50 mV	+/-0.1 V

Check other internally generated auxiliary voltages:

-2.7 V are generated via the Zener diode V46 as negative supply voltage of the diagnosis multiplexer D3/D4 (circuit diagram sheet 4). The voltages can be measured at pins 7 of D3 and D4

Sheet 8 of the circuit diagram illustrates the generation of the +7 V operating voltage for the MMIC amplifiers N22 and N19 (sheet 17) and N20 (sheet 18). The voltage at the emitter must amount to +6.6 V, which can also be checked via the diagnosis line D_+7V (diagnosis test point 507).

If the 30 V generator U4 (circuit diagram sheet 2) is fitted, it must be checked, too: its output voltage is +30.0 V and can be measured at the feedthrough filter Z14. The range for the TUNE_BP DAC may then amount up to approx. +25 to +28 V (see section 7.5.8).

7.5.5 Errors with Data Transmission *(circuit diagram sheet 2)*

Preliminary remark: The transmission of data to the Output Unit 2 GHz / 3 GHz consists of the serial signals for the shift registers and the I2C signals for reading and writing to the onboard EEPROM. When the Signal Generators SML, SMV or SFL-S are booting, the module is identified via this EEPROM. If the access to the OPU3 (e.g. to diagnosis test points) is denied following switch-on, check the I2C interface and the flat cable at X321.

Note: *If diagnosis test points on the OPU 3 (diagnosis test points 500 and higher) can be addressed via the menus of the signal generator (see table 7-14 in section 7.6.1). and if at least some of the measured values make sense, correct functioning of data transmission can be assumed.*

If the Output Unit 2 GHz / 3 GHz cannot be addressed after switching on the signal generator, check the data transmission and the flat cable at X321.

The EEPROM contains a data set for identification of the OPU3 module. If this data set is absent or deleted, the SML mainboard cannot identify the OPU3. In this case, first check the input signals of the NOR gates D2 using a storage oscilloscope which is to be triggered to the MS_OPU3_N signal (circuit diagram, sheet 3).

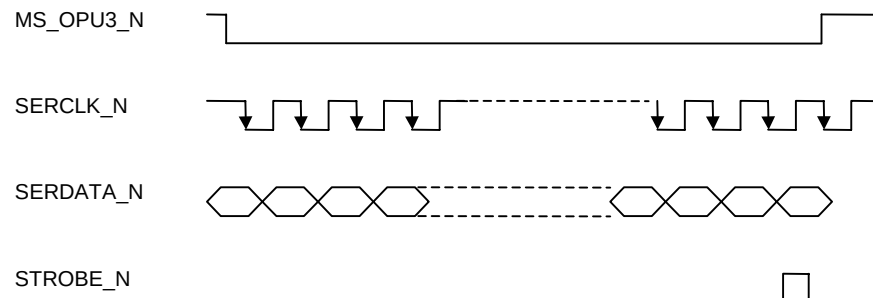


Fig. 7.5.4 Pulse timing diagram of the digital interface of the OPU3

Subsequently, the output signals of D2 (CLK, DATA, WR) are checked. The latter are the inverted signals of those illustrated in Fig. 7.5.4. The feedthrough filters Z5, Z4 and Z8 are appropriate test points for these three signals. These filters are accessible after removing the top cover. If the signal considerably deviates from the ideal waveform, component D2 must be checked and replaced, if necessary.

7.5.6 Errors in the Detour line *(circuit diagram sheets 7 and 20)*

If the Signal Generators SML, SMV or SFL-S are set to frequencies below 1210.5 MHz, the OPU3 is bypassed by means of the switches D15 and D18. The transmission loss which can be determined by a twoport test set is 1.5 dB at 100 MHz and increases to 2 dB at 1210.5 MHz. The measurable return loss (S11 and S22) at the RF connectors X322 and X323 is above 20 dB in the range from 10 kHz to 1210.5 MHz.

If an error occurs in the detour line, first check the DC values in the control of switches D15 and D18 and of opamp N4 (pin 8) according to table 7-15 in section 7.6.2. Moreover, check the reverse voltage of approx. -9 V of the shorting diodes V83 and V84 when the detour line is activated. If the detour line is deactivated (frequency > 1210.5 MHz), the voltage at diodes V83 and V84 must be +0.7 V.

If the attenuation in the detour line increases in spite of correct DC working points, look for bad soldering points or defective SMD components. If no errors can be found and the diodes V83 and V84 are reacting correctly as regards their DC working points for frequencies below 1210.5 MHz and above 1210.5 MHz, the error must be caused by the GaAs FET switches D15 and /or D18.

7.5.7 Errors in the Comb Generator *(circuit diagram sheet 8)*

First, check the DC working points according to table 7-15 in section 7.6.2 with OPU3 being activated. Correct functioning of the driver N22, which initiates the step-recovery diode V31 generating the comb spectrum, can be checked via D_RFSRD (diagnosis test point 512).

If the signal at N22 is absent, the DC working points of the RF switch V1, V2, ... should be checked. The path V2, V4, V5 must be through-connected if the frequency on the SML, SMV or SFL-S is more than 1210.5 MHz. This is evident from a voltage drop of 0.7 V at each of these PIN diodes. The other switch path (V1, V6, V7) is connected to a reverse voltage exceeding -5 V (measured at the anode of V7). Errors occurring in the control of the PIN diodes indicate a faulty driver N4 (pin7, see sheet 16 of the circuit diagram).

The comb spectrum can be checked at test point X9 as follows: first, solder the jumper X13 to position 1-4 such that connector X9 is connected to R449/C41. Then, the comb spectrum can be checked as to form and level using a spectrum analyzer:

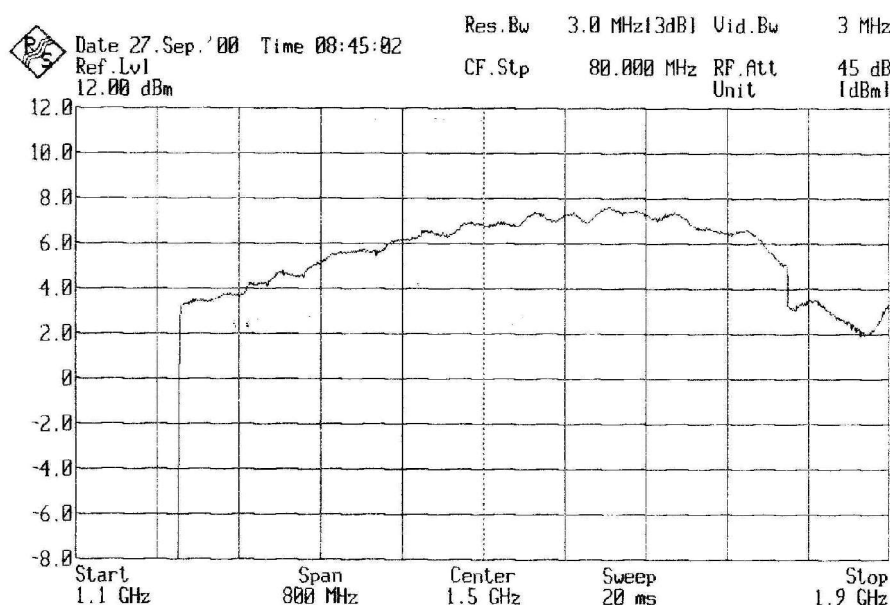
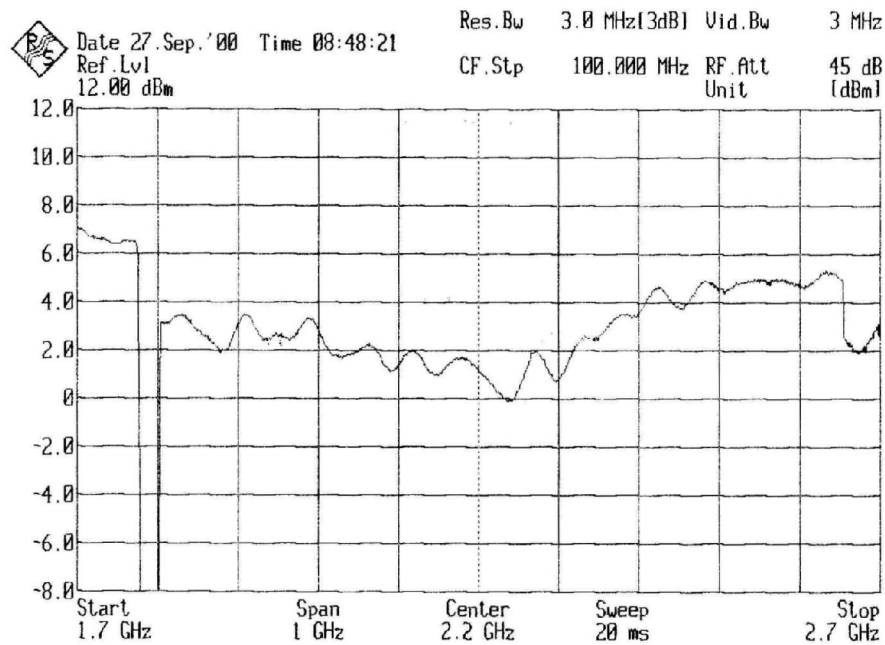
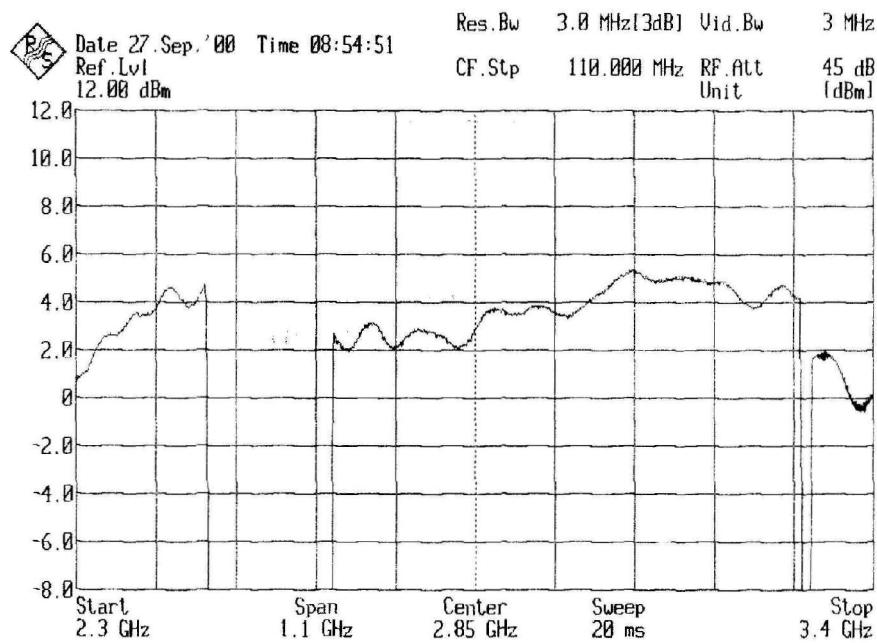


Fig. 7.5.6a Comb spectrum at test point X9, $n = 2$, $f_{in} = 600$ to 900 MHz

Fig. 7.5.6b Comb spectrum at test point X9, $n = 3$, $f_{in} = 600$ to 885 MHzFig. 7.5.6c Comb spectrum at test point X9, $n = 4$, $f_{in} = 663.75$ to 825 MHz

Output Unit**SML**

The comb lines $n = 2$, $n = 3$ and $n = 4$ according to the equation $f_{out} = n * f_{in}$ must be retained for frequency setting between 1210.5 MHz and 1815 MHz with level variation of ± 3 dB. They must not tear off. Noise bands must not occur at the bottom of the lines.

Table 7-9 Level data for the lines $n = 2$ to $n = 4$ of the comb spectrum

Frequency-setting	1215 MHz	1300 MHz	1500 MHz	1650 MHz	1800 MHz
Input frequency	607.5 MHz	650 MHz	750 MHz	825 MHz	900 MHz
Level $n = 2$	+3.2 dBm	+4.5 dBm	+6.7 dBm	+7.2 dBm	+5.0 dBm
Level $n = 3$	+3.3 dBm	+2.5 dBm	+0.4 dBm	+4.6 dBm	+5.5 dBm
Level $n = 4$	+1.3 dBm	+2.8 dBm	+3.9 dBm	+4.2 dBm	(+1.5 dBm)
Tolerance	± 3 dB				

Note: *The cable loss that may be several dB depending on the cable length must be taken into consideration when performing spectrum analyzer measurements at these high frequencies. The values were measured using a cable one meter in length.*

To ensure correct functioning of the SRD multiplier, the input level at X322 must be approx. +15 dBm to +16 dBm. N22 amplifies the level to approx. +18 dBm. If an RF signal is detected at N22.3 which can also be detected by the service utility program (module test) by means of correct voltages at detector D_RFSRD, badly soldered joints or defective SMD components around the SRD diode V31 must be the source of the error. Replace V31, if required and check for correct spectrum.

After checking the comb spectrum and, if required, eliminating errors in the comb generator, solder the jumper X13 to operating position 1-2, again.

7.5.8 Errors in the Bandpass Filters *(circuit diagram sheets 9 to 15)*

First check whether the three filter paths are correctly through-connected. This can be achieved by measuring the driver voltages at output pins 14, 7 and 8 of N32:

Table 7-10 Filter switching voltages at N32

Test point =>		N32.14	N32.7	N32.8
Filter	Frequency to be set	PIN_BP1	PIN_BP2	PIN_BP3
1	e.g. 1500 MHz	-8.8 V	+9.2 V	-7.9 V
2	e.g. 2500 MHz	+9.2 V	-8.8 V	-7.9 V
3	e.g. 3000 MHz	+10.2 V	+10.2 V	+9.0 V

Subsequently, the voltage drops at the PIN diodes V8, V9, ...and V41, V42, ... are checked. Begin with the chokes L15/L64 and L16/L65 and continue along the through-connected filter path. The absolute value of the DC voltage must increase by approx. 0.7 V with each PIN diode. It depends on the polarity of the diode whether the sign is positive or negative. Filter paths which are not through-connected reveal high reverse voltages across the PIN diodes.

The DC working points of the MMIC amplifiers in the bandpass filter paths are indicated in table 7-15, section 7.6.2. Note that only the desired bandpass filter path is switched on (see section 7.2.8). The other amplifiers are connected to 0 V

Furthermore, check correct functioning of the tuning voltage generation by means of the D/A converter U1 and opamp N3. The subsequent DC voltages must be measurable at N3, pin 1, and at the cathodes of **each** varicap in the bandpass filters (e.g. V87 and V91, pin 1, see sheet 10 of the circuit diagram) depending on the DAC setting (30 and 255) which can be entered in the *Direct Mode* of the OPU 3 via the service utility program:

Table 7-11 Voltage range for TUNE_BP

TUNE_BP	
N3, pin 1	
30	255
+22 V	+3.2 V

Note: If the 30 V DC/DC converter U4 (sheet 2) is fitted, the TUNE_BP voltage exceeds +22 V and amounts to approx. +25 V to + 28 V with DAC setting 0 (see also sections 7.2.1 and 7.5.3).

If the voltage at N3, pin 1, is correct but is absent at various varicaps, check the voltage supply across the RF filter ahead of the varicaps for badly soldered joints or defective SMD components.

Finally, correct functioning of the bandpass filters including the PIN diode switches on the input and output side can be controlled by means of a network analyzer. To this end, loop the test sockets X9 and X10 into the signal path by solder straps X13 (sheet 8) to 2-3 and X14 (sheet 16) to 1-4. Port 1 of the network analyzer is then connected to X9 and port 2 to X10. The three plots below show the bandfilters being tuned to low, medium and high frequencies:

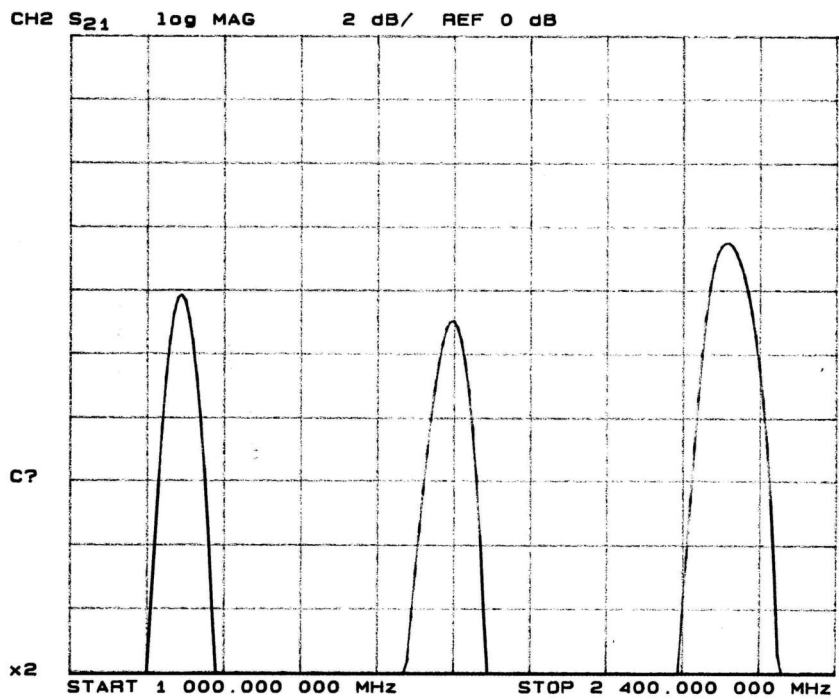


Fig. 7.5.7a Passband frequency response X9-X10 for filter 1 (1200 / 1700 / 2200 MHz)

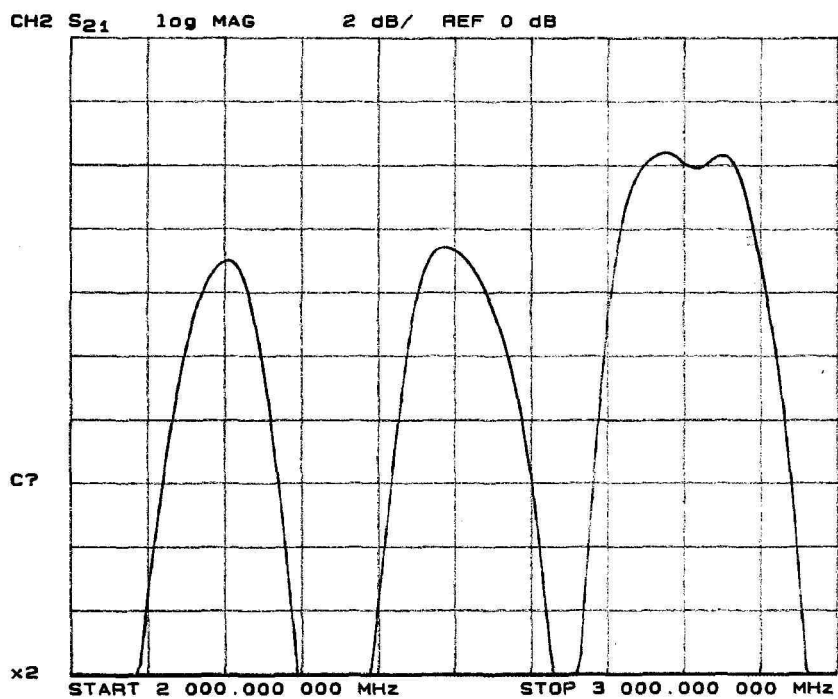


Fig. 7.5.7b Passband frequency response X9-X10 for filter 2 (2200 / 2500 / 2800 MHz)

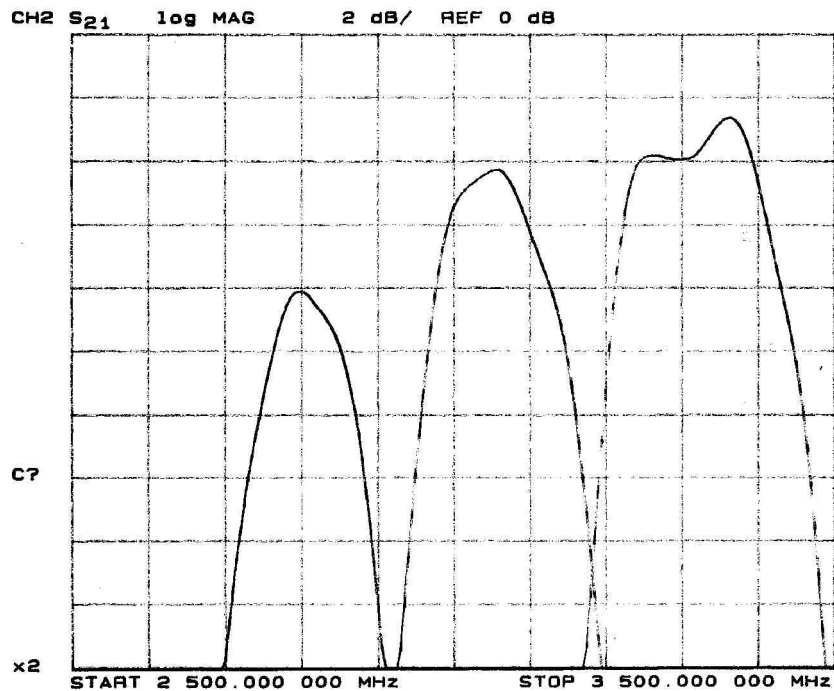


Fig. 7.5.7c Passband frequency response X9-X10 for filter 3 (2800 / 3050 / 3300 MHz)

If unexpectedly high insertion loss occurs in contrast to the above traces, first check the soldered joints of the varicaps again. Soldering problems rarely occurred due to the small design and the small dimensions of the pads on the PC board.

After checking the filter frequency responses and eliminating any error in the filter path, the solder straps X13 and X14 must be resoldered to operating position 1-2. The check in the service utility program can be executed once again.

7.5.9 Errors with RF Preset *(circuit diagram sheet 16)*

If an error is assumed to have occurred in the RF preset stage, the control voltage V_{PRESET} should first be checked. It is generated by the 12-bit DAC D13 and the two operational amplifiers N1 and must attain the following voltage values at the range limits (DAC settings 0 and 4095 decimal):

Table 7-12 Voltage range V_{PRESET}

V_{PRESET}	
N1, Pin 1	
0	4095
+2.5 V	+4.5 V

The DAC D13 can be set in the direct mode of the OPU3 via the service utility program. V_{PRESET} can also be checked indirectly via the diagnosis test point 506 (D_{PRESET}) in the diagnosis menu of the SML, SMV or SFL-S.

Output Unit**SML**

As V_PRESET increases, the voltage at the PIN diodes V54 and V57 must also increase.

The working point of amplifier N12 is checked using table 7-15 in section 7.6.2.

Another source of error in the RF preset area may be the PIN diode switch V81, V82, This switch is checked (as explained in section 7.5.7 for the RF switch V1, V2 ...) via the control voltage CH10N and the 0.7 V voltage drops at the conducting PIN diodes or the reverse voltage at reverse-biased PIN diodes.

The signal path X10 - X324 can finally be measured using a network analyzer. To this end, the test socket X10 has to be configured as signal input, by soldering the jumper X14 (sheet 16) to 2-3. X324 is configured as an output by setting the IQ_CW bit to 0 using the service utility program in the direct mode. Port 1 of the network analyzer is then connected to X10 and port 2 to X324. The plot below shows the frequency response of the preset stage for three different settings of the DAC V_PRESET:

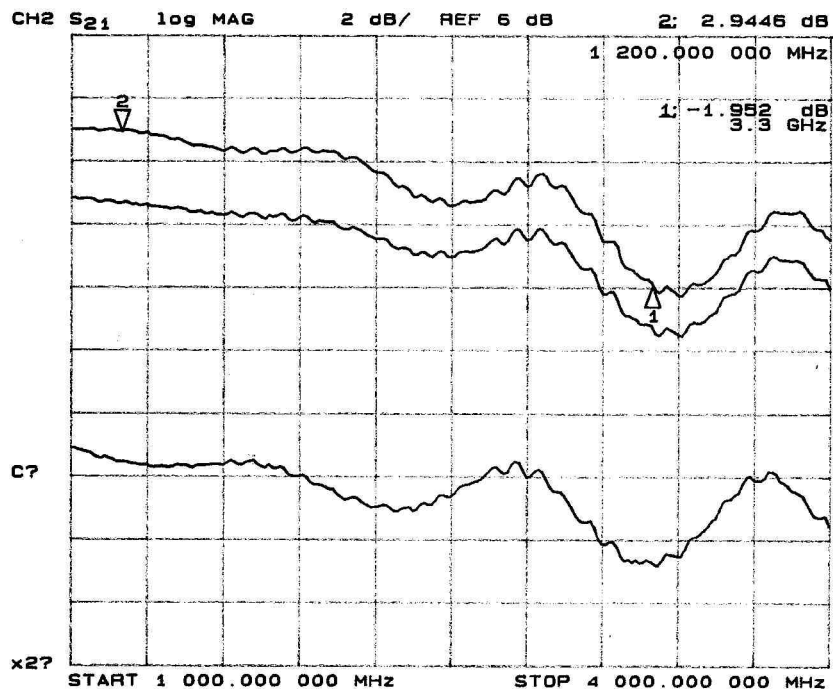


Fig. 7.5.8 Frequency response of the preset stage for PRESET
DAC = 4095 (top), 1500 (center) and 500 (bottom)

If considerable deviations occur, the signal path must be checked for defective SMD components. Make sure that the DAC V_PRESET is working correctly. If required, check the data transmission according to section 7.5.5.

Finally, resolder the solder strap X14 to position 1-2.

7.5.10 Errors in the AM Modulator *(circuit diagram sheets 17 and 18)*

Note: The AM modulator of the Signal Generator SFL-S is not used but is enabled during bandfilter calibration.

If an error is assumed in the AM modulator, first check the working points of N19 and N8 according to table 7-15 in section 7.6.2.

The next step is to check the PIN diodes V145, V153, ... V157. With KLEMM_UP operation, voltage drops of 0.7 V each can be measured at the forward-biased diodes

Subsequently, the correct level of the control voltage V_AMOD must be checked. Refer to section 7.5.13 for more information.

Correct functioning of the AM modulator can finally be checked using a network analyzer. To this end, the female I/Q modulator connectors X324 and X325 must be configured as input and output for the AM modulator: Solder the straps X6 and X4 to position 2-3, X7 (sheet 18) to 4-3 and X8 to 2-3. Port 1 of the network analyzer is then connected to X324 and port 2 to X325. Finally, remove jumper X3 and apply a positive DC voltage to X3, pin 2 (positive pole), ground at X3, pin 3, as a substitute for V_AMOD. The following figure illustrates the frequency responses for V_AMOD DC voltages of -5 V (top), -4.5 V (center) and -4 V (bottom) for this operating state of the OPU3. This measurement must be performed in the ALC-OFF mode (ALC_ON bit = 0).

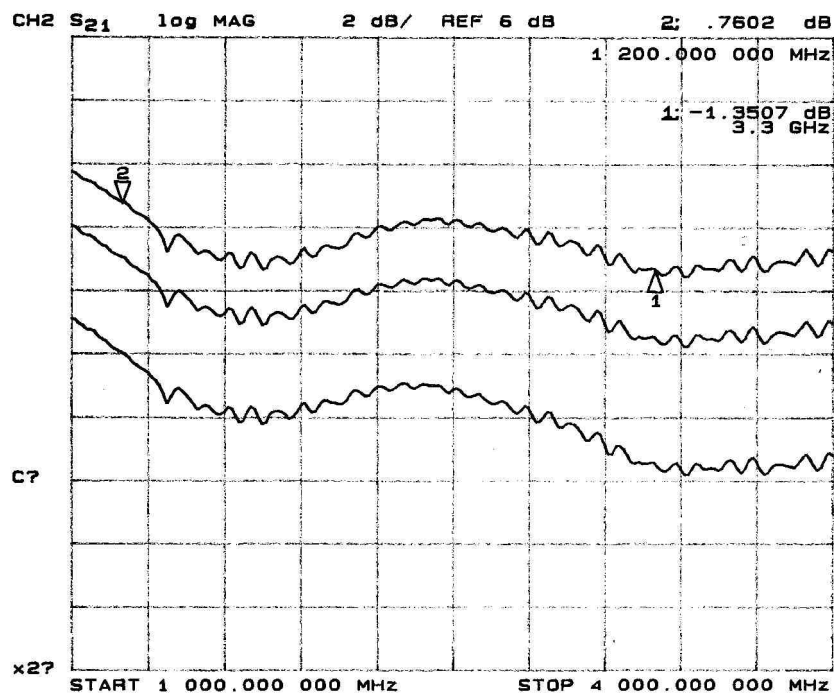


Fig. 7.5.9 Frequency response of AM modulator for V_AMOD = -5 V, -4.5 V and -4 V

Finally, the solder straps X6, X4, X7 and X8 must be resoldered to position 1-2.

7.5.11 Errors in the Output Stage *(circuit diagram sheets 19 and 20)*

Note: The output stage transistors V66 and V23 are exposed to thermal hazard when they are operated without cover for some time. Therefore adhere to the instructions at the beginning of section 7.5!

Note: The AM modulator of the Signal Generator SFL-S is not used but is enabled during bandfilter calibration.

The most important step with troubleshooting in the output stage is the measurement of the DC working points of V66 and V23. They are indicated in table 7-15 in section 7.6.2. A current measurement can be performed in addition at X11, when the jumper is removed. This measurement must reveal a quiescent current of approx. 280 mA. With considerably higher current, check the transistors V116 and V115 which set the power consumption of the MOSFETs via the gates of the MOSFETs (DC control circuit).

If the entire output stage remains dead even with plugged-in jumper X11, check the switching circuit V28, V65, V55. When a high voltage (+3.3 V) is applied to line OPU3_ON, V65 must be connected to ground, when the negative operating voltage -12V is applied at the Z diode V59. V55 causes forced switch-off of the output stage via V65 and V28, if the negative supply voltage is insufficient (approx. -8 V), in order not to destroy or damage the transistors V66 and V23 of the output stage.

Finally, the components of the output lowpass and the directional coupler T1 can be checked for fractures or badly soldered joints. Correct functioning of the RF switch D18 of the detour line on the output side can be assured by performing the checks described in section 7.5.6.

If no RF signal with the expected frequency and level is available at output X323, check at test socket X17 whether the output stage V66 and V23 is working correctly and the error is in the output lowpass, the directional coupler T1 and the switch D18: the output level at V23 can be examined using a spectrum analyzer at X17, if X16 is resoldered to 1-4. This interrupts the ALC circuit, and the AM modulator supplies the maximum output level to the output stage. The level can be reduced in the ALC-OFF mode by setting V_LEVEXT via the service utility program (under OPU1 in direct mode). To do so, activate the direct mode of the 1 GHz Output Unit OPU1 (part of the SML mainboard). MOD_OPU1G_N must be set to 1 (= OPU1 is not controlled) and MOD_OPU2G_N to 0 (= ALC control via OPU3). V_LEVEXT in OPU3 can be set with RFLEV between 0 and 4095.

If X16 is soldered to position 2-3, the path to the output socket X323 can also be checked. Depending on the frequency, the insertion loss is 3 dB at 100 MHz and 6 dB at 3.3 GHz.

Finally, solder strap X16 must be resoldered to position 1-2.

7.5.12 Errors in the Detector *(circuit diagram sheet 21)*

Note: The detector is not used in the Signal Generator SFL-S.

To eliminate errors in the detector, first check the control voltage TUNE_DET at N75 (circuit diagram sheet 6). It is generated by the 8-bit DAC U2 and DC-level-shifted by the opamp N75. Table 7-13 indicates the typical values of the DAC settings 0 and 255, which can be entered via the service utility program in the direct mode of OPU3:

Table 7-13 Voltage range TUNE_DET

TUNE_DET	
N75, pin 1	
0	255
+4.7 V	+7.5 V

The DC voltages at the detector diode V35 must be examined as next. They are only several hundred millivolts around 0 V. If a deviation of several volts occurs, there must be a failure of the DC current somewhere between R316, R324, V35 R209, V36 R195 and R314.

The output voltage V_DETOUT, which can be measured via the diagnosis voltage D_DETOUT, must increase as the output level increases. This can be checked via diagnosis test point 510 (see table 7-14 in section 7.6.1) using the diagnosis menu of the signal generator.

When the RF signal is absent, the voltage V_DETOUT must decrease to a few 10 mV. If the voltage obtained considerably deviates from this value, refer to the linearization illustrated at the bottom of page 21 (N6, pins 5 to 7). The output voltage of the opamp N6 at pin 7 is only a few hundred mV.

7.5.13 Errors in the ALC *(circuit diagram sheet 22)*

NOTE: The ALC is not used in the Signal Generator SFL-S.

The ALC stage with the central opamp N5 offers numerous switching alternatives realized by means of the CMOS switches D47 and D52.

For troubleshooting, check the voltage V_LEVEXT first, which is provided as buffered voltage at N5, pin 7. It is also provided at R313 in ALC-ON mode and with clamping switched off. The summing junction at pin2 of the ALC opamp N5 must be 0 V with settled control (virtual ground). Clamping (KLEMM_UP and KLEMM_DOWN) is switched off when the three bits BLANK_ENA, LEV_OFF and KLEMM_UP are set to 0. (see circuit description in section 7.2.3, table 7-3).

If BLANK_ENA = 0, LEV_OFF = 1 and KLEMM_UP = 0, the ALC is clamped to small RF level. The KLEMM_DOWN signal is active (= high) and outputs high positive potential to the integrator N5 via the MOSFET V218. The output voltage V_AMOD of N5 must therefore assume a small value

By setting BLANK_ENA = 0, LEV_OFF = 0 and KLEMM_UP = 1 via the direct mode of the service utility program, the ALC is clamped to a high RF level. The KLEMM_UP signal switches off the level voltage V_LEVEXT via D47, pins 14 to 16, and applies a high negative voltage to the ALC integrator N5 via D47, pins 6 to 8. The voltage V_AMOD must assume high positive values in this case.

0 V is obtained at N5, pin 2, if the ALC is OFF, since R313 and R312 in conjunction with N5 form an inverting amplifier. V_AMOD must then assume approx. 2.7 times the value of the voltage V_LEVEXT in the form of a positive DC voltage. V_LEVEXT is always negative between -5 V and 0 V.

The CMOS switches D52 are provided for switching over the integrator time constant (bits AMSLOW1_ON and AMSLOW2_ON). They are used for improving the AM modulation frequency response. If required, the function of these switches can be checked by means of an AC signal superimposed onto the DC control voltage V_LEVEXT: if AMSLOW_x_ON (x = 1 or / and 2) is active, no AC signals are available at D52, pin 6, or D52 pin 3, since the CMOS switches connect them to the virtual ground of the integrator N5. If AMSLOW_x_ON is not active (low), the switches block and, thus, measurable AC voltages are applied to the above-mentioned pins.

Note that AM modulation is only performed in the ALC-ON mode and that the control voltage V_AMOD indicates a more or less distorted sine, due to the non-linear PIN diode characteristic, when performing sinewave AM modulation via V_LEVEXT.

If the balanced state with virtual ground at pin 2 of opamp N5 is not obtained, check whether one of the switches that trigger clamping to high or low levels is still through-connected. Besides, the feedback coupling path of N5 could be interrupted.

The ALC circuit can be interrupted at jumper X3, if necessary. V_AMOD can be measured immediately at pin 1. Pin 3 allows for externally applying V_AMOD to the AM modulator (see section 7.5.10).

7.6 Tables and Interfaces

7.6.1 List of Diagnosis Test Points

The following diagnosis test points can be called via the SML display. The voltages given refer to the measured line (e.g. -8 V). The potential on the associated diagnosis line (D_-8 V in this example) has been divided down to the input voltage range of the A/D converter on the mainboard by means of a power divider. The input voltage range is -2.5 V to +2.5 V. The divisors (D) are between 2 and 11 and can be calculated using the equation

$$D = 1 + R_{\text{upper}} / R_{\text{lower}}$$

Table 7-14 Diagnosis test points

Diagnosis test point	Test point	Min.	Max. (V)	Remark
500 D_OFFSET	Module offset 1 kΩ	-0.01 V	+0.01 V	
501 D_+10V	Supply voltage +10 V	+9.9 V	+10.1 V	
502 D_-8V	Supply voltage -8 V	-8.0 V	-8.5 V	
503 D_+17V	Supply voltage +17 V	+17.2 V	+17.8 V	
504 D_+3V5	Supply voltage +3.5 V	+3.3 V	+3.8 V	
505 D_+4V	Supply voltage +4 V	+3.8 V	+4.5 V	
506 D_PRESET	Tuning voltage preset element	+2.5 V	+4.5 V	
507 D_+7V	Supply voltage +7 V	+7.0 V	+7.3 V	
508 D_TEMP	Temperature (+10mV/°C)	-0.5 V	+1.0 V	e.g. +45 °C = +0.45 V
509 D_AMOD	Control voltage AM modulator	0 V	+9 V	
510 D_DETOUT	Linearized det.-rectifying voltage	0 V	+10 V	
511 D_TUNE_DET	Tuning voltage for the detector	0 V	+10 V	
512 D_RFSRD	Level detector at SRD driver	0 V	+0.5 V	
513 D_RFPADRV	Level detector preceding output stage	0 V	+0.5 V	
514 D_RFPRESET	Level detector preceding preset	0 V	+0.5 V	
515 D_RFAMOD	Level detector preceding AM modulator	0 V	+0.5 V	

7.6.2 Working Points and RF Levels of Active RF Components

The given settings must be made in the PRESET state of the instrument. The components are listed in the same order as they occur in the RF path.

The DC working points of the switches and amplifiers connected in the signal path are specified. The voltages given are approximate values only and can deviate by some 100 mV with each individual Output Unit 2 GHz / 3 GHz.

Table 7-15 DC working points (measured without RF input signal)

Component	Pin	DC working point	Remarks
D15	4 / 5	+4.2 V / -8.2 V	Frequency < 1210.5 MHz
D15	4 / 5	-8.2 V / +4.2 V	Frequency > 1210.5 MHz
N7	7	+8.0 V	
N7	1	-8.2 V	
N4	8	-9.6 V	Frequency < 1210.5 MHz
N4	8	+8.5 V	Frequency > 1210.5 MHz
N22	3	+4.1 V	
N23 / N2 / N31	6	+3.2 V	Only in the active bandpass,. All other pins 0 V
N13 / N9 / N27	6	+3.2 V	
N14	6	+3.8 V	
N12	6	+3.2 V	
N19	3	+4.1 V**	
N8	6	+3.2 V**	
N20	3	+4.0 V*	
V66	3	+9.2 V*	
V23	3	+9.0 V*	
D18	4 / 5	-8.2 V / +4.2 V	Frequency < 1210.5 MHz
D18	4 / 5	+4.2 V / -8.2 V	Frequency > 1210.5 MHz

* Disabled in the Signal Generator SFL-S, i.e. no voltage is applied to the circuit section (0 V).

** Disabled in the Signal Generator SFL-S (0 V), briefly active only during OPU3 calibration.

The RF levels specified for the various test points in the OPU3 refer to the existing conditions. The test point must be connected to the signal path by resoldering various solder straps. After measurement, the jumper must be soldered to the position given in table 7-16 again.

The RF level is measured using a spectrum analyzer. The data have to be considered as approximate values only, due to transmission loss at high frequencies. They may slightly differ (a few dB) from the given values. Following successful troubleshooting, it must be possible, however to calibrate the RF output level of the SML, SMV or SFL-S. The service utility program may no longer indicate any level error.

Table 7-16 RF level

Test point	Solder strap in measuring position	Solder strap in operating position	Frequency setting on the SML	RF level	Remarks
X9	X13: 1-4	X13: 1-2	see Table 7-9 in Section 7.5.7		
X10	X14: 1-4	X14: 1-2	1500 MHz	-2.8 dBm +/-3 dB	The appropriate filter and the correct TUNE_BP setting must be available in direct mode $f_{in} = 750 \text{ MHz}$
X10			2250 MHz	-4.0 dBm +/-3 dB	
X10			3000 MHz	0 dBm +/-3 dB	
X324	X6: 1-2	X6: 1-2	1500 MHz	-1.6 dBm +/-5 dB	IQ_CW = 0, ALC_ON = 0 PRESET = 2000dec
X325*	X7: 3-4 X8: 2-3	X7: 1-2 X8: 1-2	1500 MHz	-8 dBm +/-5 dB	IQ_CW = 1, ALC_ON = 0 PRESET = 2000dec V_LEVEXT = -3.5 V
X17*	X16: 1-4	X16: 1-2	1500 MHz	+21 dBm +/-5 dB	IQ_CW = 1, ALC_ON = 0 PRESET = 2000dez V_LEVEXT = -3.5 V
X323*	-	-	1500 MHz	+17 dBm +/-5 dB	IQ_CW = 1, ALC_ON = 0 PRESET = 2000dez V_LEVEXT = -3.5 V

* Not used in the Signal Generator SFL-S.

7.6.3 Power Consumption

The power consumption of the Output Unit 2 GHz / 3 GHz at connector X321 is indicated in the following table. The values apply under the assumption that the output unit is active i.e. a frequency exceeding 1210.5 MHz is set on the SML, SMV or SFL-S.

Table 7-17 Power consumption

Voltage	+24 V	+12 V	+5 V	+3.3 V	-12 V
typical	15 mA	660 mA	310 mA	6 mA	65 mA
tolerance	+/- 5 mA	+/- 50 mA	+/- 50 mA	+/- 3 mA	+/-10 mA

7.6.4 Digital Interface

The following table shows the meanings of the control bits. The bit setting can mainly be checked at the shift register outputs. The pin assignment is indicated in the circuit diagrams.

Table 7-18 Control bits

Byte	Bit	IC	Line	Meaning	Function
(6)	3	D13	PRESET11	12-bit preset DAC	Control voltage for PRESET
	2	D13	PRESET10	D13	V_PRESET (DAC 8143: MSB first)
	1	D13	PRESET9		(see Table 7-12 in Section 7.5.9)
	0	D13	PRESET8		
5	7	D13	PRESET7		
	6	D13	PRESET6		
	5	D13	PRESET5		
	4	D13	PRESET4		
	3	D13	PRESET3		
	2	D13	PRESET2		
	1	D13	PRESET1		
	0	D13	PRESET0		
4	7	D9	AUX2	free	
	6	D9	DETSLOW_OFF	Detector load C switchover	0 = Load C high, 1 = Load C low
	5	D9	OPU3_BRIDGED	switches detour line	0 = OPU3 active, 1 = detour line active
	4	D9	MULTIP_ON	SRD multiplier on	0 = multiplier off, 1 = multiplier on
	3	D9	AMSLOW2_ON	AM bandwidth 2	0 = normal, 1 = narrow
	2	D9	AMSLOW1_ON	AM bandwidth 1	0 = normal, 1 = narrow
	1	D9	ALC_ON	Level control	0 = off, 1 = ALC on
	0	D9	IQ_CW	switches IQ mod. on	0 = IQ modulator, 1 = AM modulator
3	7	D11	DET7	8-bit Det. Tune DAC	Tuning voltage TUNE_DET for
	6	D11	DET6	U2	detector linearization
	5	D11	DET5		(see Table 7-13 in Section 7.5.12)
	4	D11	DET4		
	3	D11	DET3		
	2	D11	DET2		
	1	D11	DET1		
	0	D11	DET0		
2	7	D8	BLANK_ENA	Activate BLANK signal	0 = deactivated, 1 = activated
	6	D8	LEV_OFF	Level lowering	0 = normal level, 1 = to min. level
	5	D8	KLEMM_UP	Level clamping	0 = normal level, 1 = +13 dBm

SML**Output Unit**

Byte	Bit	IC	Line	Meaning	Function
	4	D8	AUX1	free	
	3	D8	BLANK_NORM	Polarity of BLANK signal	0 = inverted, 1 = normal
	2	D8	BP3	Selection of bandpass 3	1 = BP 2.8 to 3.3 GHz active, 0 = off
	1	D8	BP2	Selection of bandpass 2	1 = BP 2.2 to 2.8 GHz active, 0 = off
	0	D8	BP1	Selection of bandpass 1	1 = BP 1.2 to 2.2 GHz active, 0 = off
1	7	D12	AUX0	free	
	6	D12	PRESET_ON	Power supply PRESET	0 = standby, 1 = active
	5	D12	OPU3_ON	General power supply	0 = standby, 1 = active
	4	D12	DMUX1_ON	DMux selection MUX0 (D3)	0 = MUX0 off, 1 = MUX0 active
	3	D12	DMUX0_ON	DMux selection MUX1 (D4)	0 = MUX1 off, 1 = MUX1 active
	2	D12	DMUXAD2	DMux addressing (MSB)	Mux address 2
	1	D12	DMUXAD1	DMux addressing	Mux address 1
	0	D12	DMUXAD0	DMux addressing (LSB)	Mux address 0
0	7	D10	BP7_1	8-bit BP Tune DAC	Tuning voltage TUNE_BP for the
	6	D10	BP6_1	U1	bandpass filters
	5	D10	BP5_1		(see Table 7-11 in Section 7.5.8)
	4	D10	BP4_1		
	3	D10	BP3_1		
	2	D10	BP2_1		
	1	D10	BP1_1		
	0	D10	BP0_1		

7.6.5 External Interfaces

Table 7-19 External interfaces

Signal	D	T	Value range	TF	Connector	Remark
Connector X321						
Ground	B	A	0 V	-	X321.1	
+24VM	I	P	+24 V +/-0.2 V	C	X321.2	
Ground	B	A	0 V	-	X321.3	
+12VM	I	P	+12 V +/-0.1 V	C	X321.4	
Ground	B	A	0 V	-	X321.5	
-12VM	I	P	-12 V +/-0.1 V	C	X321.6	
Ground	B	A	0 V	-	X321.7	
+5VM	I	P	+5 V +/-0.1 V	C	X321.8	
Ground	B	A	0 V	-	X321.9	
+3VM	I	P	+3.3 V +/-0.1 V	C	X321.10	
MS_OPU3_N	I	D	LVT	-	X321.11	Module select
STROBE_N	I	D	LVT	-	X321.12	Load pulse shift register
SERDATA_N	I	D	LVT	-	X321.13	Shift register input
EEDATA	I	D	LVT	-	X321.14	EEPROM I2C Data
SERCLK_N	I	D	LVT	-	X321.15	Shift register clock
EECLK_N	I	D	LVT	-	X321.16	EEPROM I2C clock
ALC_INT	O	D	LVT	-	X321.17	ALC interrupt
V_DIAG	O	A	-2.5 V to +2.5 V	-	X321.18	Diagnosis voltage
BLANK	I	D	LVT	-	X321.19	Blanking
LEV_EXT	I	A	-6 V to 0 V, 0 to 50 kHz	-	X321.20	Level reference input
n.c.	-	-	-	-	X321.21	(with IQMOD: IQMOD_MS1_N)
n.c.	-	-	-	-	X321.22	(with IQMOD: IQMOD_MS2_N)
-12VM	I	P	-12 V +/-0.1 V	C	X321.23	
n.c.	-	-	-	-	X321.24	(with IQMOD: BB_CN)
+12VM	I	P	+12 V +/-0.1 V	C	X321.25	
+12VM	I	P	+12 V +/-0.1 V	C	X321.26	
Pin-and-socket connectors X322, X323						
RF_IN	I	A	9 kHz to 1.1 GHz -9 to +24 dBm, typ. +15.5 dBm	C	X322	RF input (SMA socket) of mainboard
RF_OUT	O	A	9 kHz to 3.3 GHz -10 to +23 dBm	C	X323	RF output (SMA socket) to attenuator
Pin-and-socket-connectors X324, X325						
RF_UNMOD	O	A	250 MHz to 3.3 GHz typ. -4 dBm	C	X324	Output to IQMOD input X410 (SMA-Bu)
RF_MOD	I	A	9 kHz to 1.1 GHz typ. -10 dBm	C	X325	Input from IQMOD output X411 [only used with SMV, not used with SFL-S](SMA socket)

Entry in column D (Direction):

O = Output

I = Input

B = Bidirectional

Entry in column T (Type):

A = Analog

D = Digital

P = Power

Entry in column CT:

C = Test value

T = Fact.-sel. value

D = QM accept. test value

S = Setting value

Abbreviations:

LVT:

 $V_{OH} \geq 2V, V_{OL} \leq 0.55V$

7.7 Glossary

AF	Audio frequency, low frequency
ALC	Automatic level control
AM	Amplitude modulation
CMOS	Complementary metal oxide semiconductor
D	Divisor
D/A	Digital / analog
DAC	Digital/analog converter
DC	Direct current, direct voltage
Detour line	Switches the input signal of X322 directly to the output X323
DTP	Diagnosis test point
EEPROM	Electrically erasable programmable read only memory
GaAs	Gallium Arsenide
HFET	Heterostructure field effect transistor
I	Inphase signal
IC	Integrated circuit
I2C	Inter-IC bus
FET	Field effect transistor
MMIC	Microwave monolithic integrated circuit
n	Frequency multiplication factor with OPU3
NOR	Not OR gate
OpAmp	Operational amplifier
OPU1	Abbreviation for the 1.2 GHz output unit on the SML mainboard
OPU3	Abbreviation for the 2 GHz / 3 GHz output unit
PIN	Positive-intrinsic-negative
Q	Quadrature signal
RF	Radio frequency
RF1200	Detour line around SRD multipliers and filters (see block diagram)
SCL	I2C-bus clock signal
SDA	I2C-bus data signal, bidirectional
SMP	RF multiconnector system
SRD	Step recovery diode

