

Digitales Wobbeln

In vielen Anwendungsfällen benötigt man auch Größen, die erst durch Umrechnung verfügbar sind (z. B. die Impedanz oder den Welligkeitsfaktor s), oder ein Dynamikbereich von 110 dB ist darzustellen. Dies ist im analogen Wobbeltbetrieb nicht mehr möglich, weil dabei der interne Mikroprozessor ausgeschaltet ist.

Im Normalbetrieb ist der Mikroprozessor des ZPV eingeschaltet. Dabei sind sämtliche mit dem ZPV meßbaren Größen auch ge-

wobbelt darstellbar. An den Ausgängen  liegen Gleichspannungen, die der Anzeige am Display proportional sind und zur Ansteuerung von einem Schreiber oder Speicheroszilloskop dienen. Die zweifache Umwandlung der Eingangssignale – A/D und D/A – sowie die Rechenzeit des Mikroprozessors bewirken eine punktweise Messung und damit einen quasikontinuierlichen Kurvenverlauf. Diese Art des Wobbeltbetriebes ist deshalb etwas langsamer. Eine Gegenüberstellung der Unterschiede zwischen den beiden Wobbeltmöglichkeiten zeigt die Tabelle auf Seite 33.

Da bei dieser Betriebsart sämtliche Meßgrößen ausgelesen und damit aufgezeichnet werden können, empfiehlt sich die Verwendung eines Schreibers oder Speicheroszilloskops.

Grafische Meßergebnisdarstellung mit Schreiber (Gleiches gilt für die Darstellung mit Oszilloskop)

Beim digitalen Wobbeln mit Schreiberaufzeichnung gilt prinzipiell der gleiche Meßaufbau wie beim analogen Wobbeltbetrieb (siehe

Seite 28). Die Ausgänge  dienen zur Ansteuerung des Schreibers. Die Tabelle auf Seite 32 zeigt den Zusammenhang zwischen der Anzeige und den Gleichspannungen an den Schreiberausgängen.

Rohde & Schwarz bietet folgende Schreiber an:

XY-Schreibersystem ZSK 2

Mit dem XY-Schreibersystem ZSK 2 (Datenblatt 290 201) stehen hochwertige Schreiber für XY- und YT-Aufzeichnungen zur Verfügung. Die Geräte zeichnen sich durch hohe Registriergeschwindigkeit, Präzision und Zuverlässigkeit aus.

XYT-Schreiber ZSKT

Der ZSKT (s. Datenblatt 301 901) ist ein genauer und extrem schneller Zweikoordinatenschreiber mit großer Vielseitigkeit und günstigem Preis-/Leistungs-Verhältnis. Er zeichnet sowohl XY- als auch YT-Vorgänge auf und ist mit seinen ausgezeichneten Eigenschaften universell einsetzbar. Das Registrierpapier läuft von einer Rolle und reicht aus für 50 DIN-A4-Diagramme oder für 250 Stunden Registrierdauer. Alle wichtigen Funktionen sind fernsteuerbar, womit er sich vorzüglich zum Systembetrieb eignet.

Modellübersicht	Betriebsart	Bestellnummer
ZSK 2 Modell 02	XY, XT und YT	290.2016.02
04	XY	290.2016.04
06	XY und YT	290.2016.06
08	XY	290.2016.08
ZSKT	XY und YT	301.9010.02

Beim Wobbeln schmalbandiger Meßobjekte ist der T-Ausgang der ZSK 2-Modelle 02 und 06 zum Verstimmen der Meßsenderfrequenz verwendbar.

Beim Einstellen der richtigen Empfindlichkeit des Schreibers ist die 3. und 4. Spalte in der Tabelle auf Seite 32 nützlich.

Beispiele für Schreibereinstellungen

Gewünschte Darstellung	Schreibereinstellung
Spannungsverhältnis B/A, logarithmisch, 5 dB/cm	25 mV/cm (20 dB \pm 0,1 V)
Eingangsreflexionsfaktor s_{11} im Smith- oder Polardiagramm mit einem Radius von 10 cm	50 mV/cm (500 mV \pm r = 1)
Spannung im Kanal A $\dot{U}_A = 100$ mV auf 20 cm Höhe	50 mV/cm (100 mV \pm 1 V)
U = 10 V auf 38 cm Breite (beim Wobbeltbetrieb mit SMLU-Z)	ca. 265 mV/cm

Einstellung ungünstiger Werte

Liegt die Tabelle (Seite 32) einmal nicht vor oder sind ungünstige Werte, z. B. 38 dB auf 16 cm einzustellen, so läßt sich dies mit der Taste  am ZPV einfach und exakt durchführen. Mit dieser Taste sind gespeicherte Referenzwerte jederzeit anzeigbar. Gleichzeitig liegen die zugeordneten Spannungswerte an den Gleichspannungs-Ausgängen des ZPV.

Beispiel

Es ist die Übertragungskurve eines Filters mit einer minimalen Einfügungsdämpfung von 9 dB aufzuzeichnen. Insgesamt sind 38 dB auf 16 cm Höhe darzustellen.

Anleitung zum Kalibrieren des Schreibers

-   drücken
 - Meßsenderfrequenz verstimmen, bis Display –38 dB anzeigt
 - LEVEL REF  drücken
 -  drücken (am Display weiterhin –38 dB)
 -  drücken (Display zeigt jetzt 0 dB)
 -  und  wechselseitig schalten bei gleichzeitiger Änderung der Empfindlichkeit des Schreibers, bis Maßstab stimmt
 - Mit Taste  und dem Drehknopf OFFSET des Schreibers in Y-Richtung die 0-dB-Linie an den oberen Bildrand legen
 -  AUS; Kalibriervorgang am Schreiber ist beendet
- Nach dem Kalibrieren des Schreibers ist der tatsächlich gewünschte Referenzwert, in diesem Beispiel 9 dB, zu speichern.

WOBBELBETRIEB

Zusammenhang zwischen Meßgrößen, zugehörigen Meßbereichen und jeweiligen Gleichspannungen an den Schreiberausgängen des ZPV

Meßgrößen (ausgedrückt durch jeweilige Tastenkombination; siehe auch Tabellen S. 24 und 25)

Meßbereiche für Betrag oder Realteil (Anzeigefeld links im Display)

Gleichspannung am Ausgang (Rückseite des ZPV)¹⁾

Gleichspannung am Ausgang (Rückseite des ZPV)

A od. B u. LIN r, φ | ●

A od. B u. LIN/REF (VSWR) r, φ | ●

B/A LIN u. r, φ | ● od. X, Y | ●

B/A LIN/REF (VSWR) u. r, φ | ● od. X, Y | ●

0 ... 0,01/0,03 ... 1 V
+25 %
Bereichsüberlappung

0 ... 1 V
+25 %
Bereichsüberlappung

Für alle Parameter gilt:
30° \triangleq 0,1 V;

Speziell:
0,625 \pm 0,6 V entspricht
 $\varphi = 0 \dots \pm 180^\circ$

Bei Gruppenlaufzeit- und -änderungsmessung:

A od. B u. LOG r, φ | ●

A od. B u. LOG-REF r, φ | ●

B/A u. LOG od. LOG-REF u. r, φ | ●

0 ... ± 125 dB

0,625 \pm 0,5 V
+25 %
Bereichsüberlappung
(20 dB bzw.
20 dB \triangleq 0,1 V)

SET f_0
+0,6kHz 0,625 \pm 0,5 V entspricht
0 ... ± 1 ms
200 μ s \triangleq 0,1 V

SET f_0
+4kHz 0,625 \pm 0,5 V entspricht
0 ... ± 100 μ s
20 μ s \triangleq 0,1 V

S₁₁, S₂₂ od. S₂₁, S₁₂ u. LIN r, φ | ●

S₁₁, S₂₂ od. S₂₁, S₁₂ u. LIN X, Y | ●

S₁₁, S₂₂ od. S₂₁, S₁₂ u. LOG r, φ | ●

0 ... 0,01/
0,03 ... 1

+25 %
Bereichsüberlappung

0,625 \pm 0,5 V
+25 %
Bereichsüberlappung
(20 dB \triangleq 0,1 V)

0 ... $\pm 0,01$ /
0,03 ... ± 1

0 ... ± 125 dB

S₁₁, S₂₂ LIN/REF (VSWR) r, φ | ●

1 ... 6 ... 11

0,625 \pm 0,5 V
+25 %
Bereichsüberlappung
(1 \triangleq 0,1 V)

Z LIN r, φ | ●

Z LIN X, Y | ●

0 ... 10 Ω /
31 Ω ... 1 k Ω

+25 %
Bereichsüberlappung

0,625 \pm 0,5 V
+25 %
Bereichsüberlappung

0 ... $\pm 10 \Omega$ /
31 Ω ... ± 1 k Ω

Y LIN r, φ | ●

Y LIN X, Y | ●

0 ... 0,1/
0,3 ... 100 mS

+25 %
Bereichsüberlappung

0,625 \pm 0,5 V
+25 %
Bereichsüberlappung

0 ... $\pm 0,1$ /
0,3 ... ± 100 mS

¹⁾ Innerhalb eines Meßbereiches stehen grundsätzlich 0 ... 1 V +25 % Bereichsüberlappung (max. 1,25 V) zur Verfügung. Auffinden des richtigen Meßbereiches: r, φ | ● drücken und Senderfrequenz so lange verändern, bis das Maximum der jeweiligen Meßgröße erreicht ist. Anschließend ● | AMPL- und eventuell X, Y | ● drücken. Bereichsstufung in 10-dB-Schritten.

Darstellbare Größen beim digitalen Wobbeln

Komplexe Größe	Polardarstellung	Kartesische Darstellung
Spannung im Kanal A oder B	linear od. logarithm. (evtl. bezogen)	—
Spannungsverhältnis B/A	linear od. logarithm. (evtl. bezogen)	linear
Ein- und Ausgangsreflexionsfaktoren s_{11} und s_{22}	linear	linear
Welligkeitsfaktor s (VSWR)	linear ¹⁾	—
Rückflußdämpfung	logarithmisch	—
Vorwärts- und Rückwärtsübertragungsfaktoren s_{21} und s_{12}	linear	linear
Einfügungsdämpfung	logarithmisch	—
Impedanz	linear	linear
Normierte Impedanz	linear	linear
Admittanz	linear	linear
Normierte Admittanz	linear	linear
Gruppenlaufzeit	linear ²⁾	—
Gruppenlaufzeitänderung	linear ²⁾	—

¹⁾ Zusätzlich liegt die Phasenlage des Reflexionsfaktors vor.

²⁾ Gleichzeitig kann der Betrag von A, B oder B/A angezeigt werden.

Übersichtstabelle der beiden Wobbelmöglichkeiten mit dem ZPV

Analoges Wobbeln

Digitales Wobbeln

Display

keine Anzeige

Anzeige aller Größen

Darstellbare Größen

Spannung (linear) im Kanal A oder B sowie das Spannungsverhältnis B/A einschließlich der Phasenlage

sämtliche am ZPV-Display angezeigten Größen (siehe Tabellen, Seite 24 und 25)

Dynamikbereich

ca. 35 dB

110 dB

Art der Darstellung

schnell, da keine Digitalisierung der Signale erfolgt (Mikroprozessor des ZPV außer Funktion)

langsam, da Signale digitalisiert und vom Mikroprozessor umgerechnet werden

Ausgänge am ZPV

Signale liegen als Gleichspannungen an den Ausgängen



Signale liegen als Gleichspannungen an den Ausgängen



Sichtgeräte zur Meßergebnisdarstellung

Hub <10 MHz: normales Oszilloskop

Speicheroszilloskop

Hub >10 MHz: Speicher-
oszilloskop

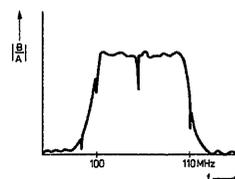
Unterschiede zwischen den beiden Tuner-einschüben ZPV-E2 und -E3 beim Wobbelsbetrieb

	Tuner ZPV-E2	Tuner ZPV-E3
Frequenzbereich	0,1 ... 1000 MHz	0,3 ... 2000 MHz
Haltebereich	0,2 ... 0,4 MHz für $f < 1$ MHz 1 ... 3 MHz für $f = 1 ... 1000$ MHz	0,2 ... 0,4 MHz für $f < 1$ MHz 1 ... 3 MHz für $f = 1 ... 2000$ MHz
Max. Wobbelgeschwindigkeit	0,3 ... 3 MHz/s für $f < 1$ MHz 3 ... 30 MHz/s für $f = 1 ... 1000$ MHz	0,3 ... 3 MHz/s für $f < 1$ MHz 3 ... 30 MHz/s für $f = 1 ... 2000$ MHz

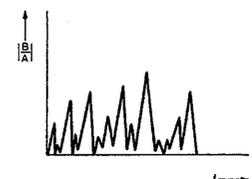
Die richtige Wobbelgeschwindigkeit

Unabhängig von der jeweiligen Wobbelmethode darf eine bestimmte maximale Wobbelgeschwindigkeit nicht überschritten werden, damit der ZPV noch synchronisieren kann. Ist der ZPV auf ein Eingangssignal synchronisiert, so kann man die Senderfrequenz maximal um den Haltebereich verstimmen (max. 2 MHz, siehe Tabelle oben), bevor der ZPV neu synchronisieren muß. Das Neusynchronisieren dauert jedoch nur wenige Millisekunden.

Beim **analogen Wobbeln** ergeben sich am Oszilloskop folgende prinzipielle Kurven (hier z. B. eine Übertragungskurve):



Richtige Wobbelgeschwindigkeit

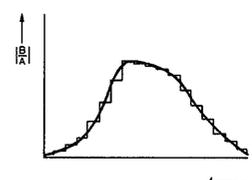
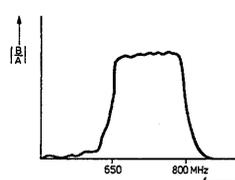


Falsche Wobbelgeschwindigkeit

Neben der eigentlichen, deutlich sichtbaren Meßkurve sind am Bildschirm Nadelimpulse geringerer Helligkeit zu erkennen, die durch das Umsynchronisieren des ZPV entstehen. Ein Abgleich breitbandiger Meßobjekte mit einem Hub >100 MHz ist möglich, da die Nadelimpulse nicht weiter stören. Beim Wobbeln z. B. eines Quarzfilters mit 100 kHz Bandbreite muß der ZPV nicht umsynchronisieren (vgl. Tabelle oben). Das Bild rechts oben zeigt das Ergebnis bei falsch gewählter Wobbelgeschwindigkeit.

Bei **digitalem Wobbeln** erscheinen keine Nadelimpulse am Bildschirm, da diese vom Mikroprozessor unterdrückt werden. Ein Meßwert liegt so lange am Ausgang des ZPV an, bis der Mikroprozessor die Messung und ggf. Umrechnung beim neuen Frequenzschritt abgeschlossen hat.

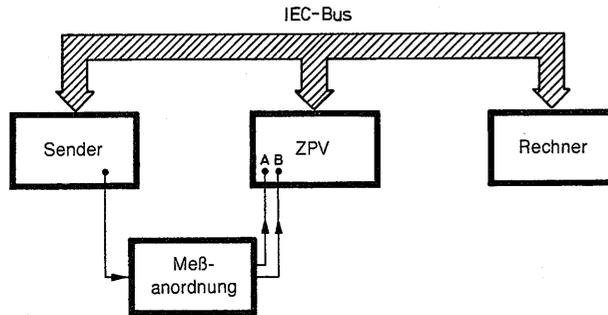
Dies ergibt folgende prinzipielle Kurven:



Übertragungskurve vom ZSK 2 aufgezeichnet; links richtige, rechts falsche Wobbelgeschwindigkeit

AUTOMATISCHE MESSUNGEN

Mit der Option **IEC-Bus-Programmierung ZPV-B1**, einem IEC-Bus-kompatiblen Rechner und Synthesizer ist der Vector Analyzer ZPV zum automatischen Netzwerk-Analysatorsystem erweiterbar. Für den Tischrechner 4051 von Tektronix sind die **Grundsoftware ZPV-K1** (Bestellnummer 292.2113.02) und die **s-Parameter-Korrektursoftware ZPV-K2** (Bestellnummer 292.2213.02) von Rohde & Schwarz lieferbar, die dem Benutzer einfaches Programmieren per Codenummernliste (siehe Ausklappseite) ermöglichen. Mühsames Erlernen einer Programmiersprache entfällt.



Prinzipieller Meßaufbau für automatische Messungen

IEC-Bus-Anschluß erweitert die Einsatzmöglichkeiten des ZPV

Sämtliche mit dem ZPV durchführbare Messungen können mit Rechner auch automatisch ablaufen. Das System mißt sehr schnell, da die gewünschten Parameter vom Mikroprozessor des ZPV ermittelt werden, so daß der externe Rechner wesentlich entlastet wird. Deshalb empfiehlt sich der Einsatz des ZPV besonders in der Endkontrolle. Die Systemfähigkeit des ZPV bringt gegenüber manuellen Messungen noch zusätzliche Vorteile:

- Mit dem Befehl „SH“ kann die Meßgeschwindigkeit des ZPV gesteigert werden.
- Im „LEARN MODE“ ist der Zustand des ZPV über den IEC-Bus abfragbar.
- Der ZPV kann den Programmablauf unterbrechen („SERVICE REQUEST“), wenn z. B. der Pegel in Kanal B zu groß ist.
- Über den Eingang ADC/10 V (ZPV-Rückseite) sind Gleichspannungen bis 10 V meßbar.
- Meßergebnisse können über Drucker oder Hardcopy-Einheit protokolliert werden.

Meßsender-Übersicht

Als Meßsender ist jeder IEC-Bus-kompatible Synthesizer mit entsprechendem Frequenzbereich verwendbar. Rohde & Schwarz bietet folgende fernsteuerbare Meßsender an (vgl. auch Tabelle Seite 9):

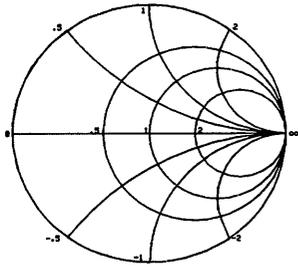
Geräte	Bestellnummer	Frequenzbereich
Signalgenerator SMS	302.4012.02	0,4 ... 520 MHz
+ Option IEC-Bus SMS-B4	335.0916.02	
+ evtl. Option 1,04-GHz-Frequenzerweiterung SMS-B2	335.0016.02	0,4 ... 1040 MHz
Leistungs-Meßsender SMLU	200.1009.03	25 ... 1000 MHz
+ Frequenzkontroller SMLU-Z3	242.5019.92	
+ Code-Konverter PCW	244.8015.92	
+ Codierplatte PCW-Z für SMLU	245.2610.02	
Dekadischer Generator SMDS	154.8723.52	10 kHz ... 1000 MHz
+ Code-Konverter PCW	244.8015.92	
+ Codierplatte PCW-Z für SMDS	245.2810.02	
Automatischer Empfängermeßplatz SMPU	239.0010.54	50 kHz ... 500 MHz
+ evtl. Option Generatorerweiterung 1 GHz SMPU-B1	240.7014.02	50 kHz ... 1000 MHz

Die Kombination des ZPV mit dem Signalgenerator SMS ergibt eine besonders preisgünstige Lösung. Der Leistungs-Meßsender SMLU ist mit dem Wobbelzusatz SMLU-Z (243.3010.92) zum Breitbandwobbeln geeignet. Einen besonders komfortablen HF-Meßplatz ergeben der ZPV und der automatische Empfängermeßplatz SMPU, da letzterer alle für Empfängermessungen nötigen Meßmittel enthält.

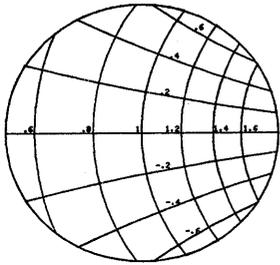
AUTOMATISCHE MESSUNGEN

Übersicht der direkt aufrufbaren Diagramme

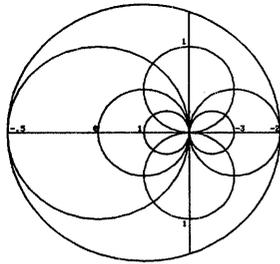
(Der Maßstab wird automatisch ermittelt)



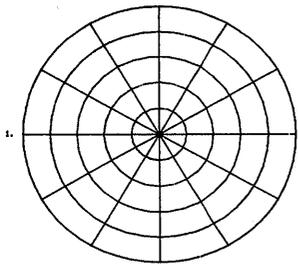
Smith-Diagramm (0 dB),
Aufruf über GOSUB 85



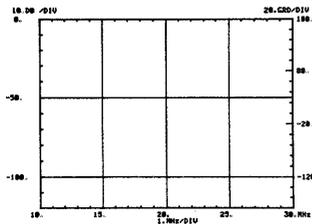
Smith-Diagramm (+10 dB),
Aufruf über GOSUB 86



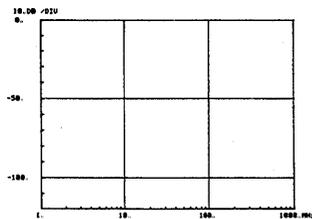
Smith-Diagramm (-10 dB),
Aufruf über GOSUB 87



Polar-Diagramm
(Radius beliebig),
Aufruf über GOSUB 88



Kartesisches Diagramm
(Frequenzachse linear),
Aufruf über GOSUB 90



Kartesisches Diagramm
(Frequenzachse
logarithmisch),
Aufruf über GOSUB 91

Die Zeit zum Aufbau der Diagramme am Bildschirm ist sehr kurz. Das Abbilden des Smith-Diagramms beispielsweise dauert nur etwa 2 Sekunden.

Die Programmerstellung

Allgemeine Hinweise

Wie bei anderen Grundsoftware-Programmen von Rohde & Schwarz wurde auch bei der Grundsoftware ZPV-K1 folgender Aufbau beibehalten:

Zeile 1 ... 99 Grundsoftware
Zeile 100 ... 8999 frei für Benutzerprogramm
Zeile 9000 ... 18000 Grundsoftware

Dem Anwender stehen also die Zeilen 100 ... 8999 und ab 18000 zur Verfügung. Weiterhin können die Zeilen 4, 8, 12 ... 80 für die Tasten „USER DEFINABLE“ des Tischrechners 4051 von Tektronix benutzt werden. Beim Programmieren mit der Grundsoftware ZPV-K1 ist darauf zu achten, daß die Größen Q, W, X, Z, Y und Kombinationen derselben nur im Zusammenhang mit der Codenummernliste im Benutzerprogramm verwendet werden dürfen.

In der Grundsoftware sind unter anderem folgende Größen gespeichert (Näheres siehe Beschreibung zu ZPV-K1):

Z (1) = Aktuelle Frequenz
Z (2) = Aktueller Pegel
Z (7) = Wobbelstartfrequenz
Z (8) = Wobbelstopfrequenz
Z (9) = Wobbelschrittweite
Z (23) = Wahl des Senders
Z (25) = Multiplikationsfaktor für linkes Anzeigefeld
Z (26) = Multiplikationsfaktor für rechtes Anzeigefeld
Z (30) = Anzahl der Marken

werden festgelegt
über die Wobbelroutine
GOSUB 9 ... 11

(1 = SMPU, 2 = SMLU, 3 = SMDS, 4 = SMS)

Hieraus ist ersichtlich, daß bei verschiedenen, hintereinander durchzuführenden Messungen z. B. die Wobbelroutine nicht jeweils neu zu programmieren ist.

Das Meßergebnis wird grundsätzlich über die Größen X1 (linkes Anzeigefeld am ZPV-Display) und X2 (rechtes Anzeigefeld) ausgelesen.

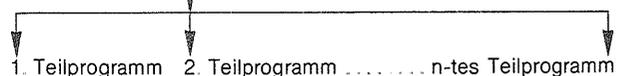
Hinweis: Über die Grundsoftware wird automatisch „OFF SRQ“ (SERVICE REQUEST AUS, Zeile 9210) und „TE“ (TRIGGER EXTERN, vgl. Seite 40) gegeben.

Beispiele zur Programmerstellung

Bei den folgenden Programmbeispielen wird vorausgesetzt, daß der Meßaufbau vorher manuell kalibriert wurde (z. B. für Impedanz- oder Gruppenlaufzeitmessung). Dieses Verfahren ist in der Praxis durchaus üblich.

Programmanfang (Prinzip)

- Grundeinstellung am Rechner
- Grundeinstellung am Sender
- PegelEinstellung am Sender



AUTOMATISCHE MESSUNGEN

Am Anfang eines Programms stehen die Befehle (Zeilennummer nicht vergessen!).

Beispiel:

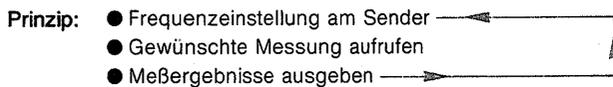
```

100 INIT — Grundeinstellung am Rechner 4051 von Tektronix
110 Y=4 — (oder 1, 2, 3) Grundeinstellung am
120 GOSUB 1 — Sender, hier SMS
130 Y=0 — Pegelinstellung, z.B. 0 dBm
140 GOSUB 3 —
150 END — Ende der Grundeinstellung
    
```

Programmstart über RUN 100

Nun erst beginnt das eigentliche Hauptprogramm. Drei prinzipielle Möglichkeiten werden unterschieden:

1. Die Einzelmessung



Beispiel 1:

```

200 Y=10 — Meßfrequenz 10 MHz
210 GOSUB 2 —
220 GOSUB 55 — Messung von B/A nach Betrag u. Phase
230 GOSUB 33 — Ausgabe der Meßergebnisse am
240 END — Bildschirm des Rechners 4051
    
```

Programmstart über RUN 200

```

10.00000  -3.90000  2.39200
    
```

Meßergebnis am Bildschirm

Beispiel 2:

```

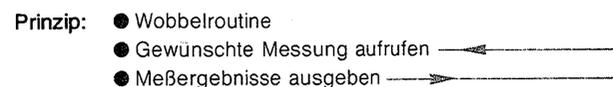
300 Y=60 — Meßfrequenz 60 MHz
310 GOSUB 2 —
320 GOSUB 18 — Impedanz im 75-Ω-System
330 GOSUB 19 — Messung mit Richtkoppler
340 GOSUB 66 — Messung des Welligkeitsfaktors s (VSWR)
350 GOSUB 34 — Ausgabe an Drucker (da die Größen H1, H2, L1 und L2 – vgl. Codenummernliste – nicht festgelegt wurden, stehen sie noch auf Null)
360 END — Ende des Programms
    
```

Programmstart über RUN 300

```

60.0000  2.03  Ergebnisausdruck
    
```

2. Wobbelmessungen ohne Diagrammausgabe



Beispiel:

```

400 Y=10 — Startfrequenz, hier 10 MHz
410 GOSUB 9 —
420 Y=20 — Stopfrequenz, hier 20 MHz
430 GOSUB 10 —
440 Y=2 — Schrittweite 2 MHz
450 GOSUB 11 —
460 GOSUB 55 — Messung von B/A nach Betrag und Phase
470 GOSUB 35 — Meßergebnisausgabe am Bildschirm
480 END — Ende des Programms
    
```

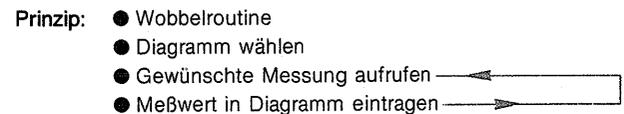
Programmstart über RUN 400

```

10.00000  2.40300  -4.00000
12.00000  2.42500  -7.80000
14.00000  2.46000  -11.50000
16.00000  2.49700  -15.20000
18.00000  2.52500  -18.80000
20.00000  2.54700  -22.40000
    
```

Meßergebnis am Bildschirm

3. Wobbelmessungen mit Diagrammausgabe



Bei der Wobbelmessung mit Diagramm ist zu beachten, daß die GOSUB-Routinen in der richtigen Reihenfolge ablaufen:

- Schritt 1 Wobbelroutine (GOSUB 9 ... 11)
- Schritt 2 +Diagramm (GOSUB 85 ... 92)
- Schritt 3 +Einzelmessung (GOSUB 45 ... 84)
- Schritt 4 +Meßergebnisdarstellung im Diagramm (GOSUB 96 ... 98)

=Vollständige Meßkurve am Bildschirm

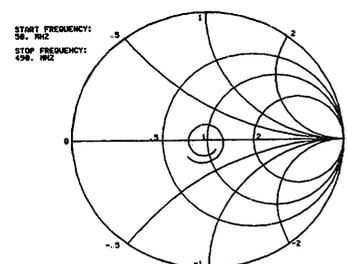
Der Meßwert (Schritt 3) kann erst dann in das Diagramm eingetragen werden (Schritt 4), wenn dieses vorliegt. Die Wobbelroutine (Schritt 1) hat vor dem Diagrammaufruf zu erfolgen, weil sonst z. B. die Beschriftung der Frequenzachse im kartesischen Diagramm nicht möglich ist. Soll eine zweite Meßkurve in das gleiche Diagramm eingetragen werden (doppelte Skalierung über GOSUB 89 und GOSUB 92), so müssen die Schritte 2, 3 und 4 neu aufgerufen werden.

Beispiel:

```

500 Y=50 — Wobbelroutine mit
510 GOSUB 9 — Startfrequenz 50 MHz
520 Y=490 — Stopfrequenz 490 MHz
530 GOSUB 10 — Wobbel-schrittweite 10 MHz
540 Y=10 —
550 GOSUB 11 —
560 GOSUB 85 — Smith-Diagramm 0 dB
570 GOSUB 63 — Reflexionsfaktor nach Real- und Imaginärteil
580 GOSUB 96 — Darstellung der Meßergebnisse im Diagramm
590 END — Ende des Programms
    
```

Programmstart über RUN 500



Meßergebnis im Smith-Diagramm

AUTOMATISCHE MESSUNGEN

Spezielle Meßprobleme

Mit der Grundsoftware ZPV-K1 sind natürlich nicht alle Meßprobleme direkt mit der Codenummernliste lösbar. Nachfolgend werden einige dieser in der Praxis öfters vorkommenden Fälle behandelt.

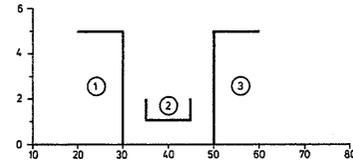
Eintragen von Toleranzlinien oder speziellen Frequenzmarken in Diagramme

Der Aufbau der Grundsoftware gestattet das Eintragen von Toleranzlinien oder speziellen Frequenzmarken ohne zusätzliche Umrechnung direkt in die Diagramme. Man kommt dabei mit drei Programmierbefehlen aus:

- MOVE X_1, Y_1 die Leuchtmarke (CURSOR) springt auf den über X_1 und Y_1 festgelegten Koordinatenwert
- DRAW X_2, Y_2 es wird eine Linie zwischen dem Anfangspunkt mit den Koordinaten X_1 und Y_1 und dem Endpunkt (X_2, Y_2) gezogen
- HOME Leuchtmarke kehrt in die linke obere Ecke des Bildschirms zurück (Grundeinstellung)

Beispiel 1:

In nebenstehendes Diagramm sollen drei Toleranzlinien eingetragen werden



MOVE 20,5
DRAW 30,5
DRAW 30,0 | Toleranzlinie ①

MOVE 35,2
DRAW 35,1
DRAW 45,1
DRAW 45,2 | Toleranzlinie ②

MOVE 50,0
DRAW 50,5
DRAW 60,5 | Toleranzlinie ③

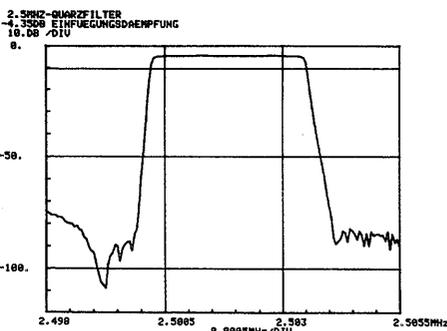
HOME Grundeinstellung der Leuchtmarke

Beispiel 2: Ein Filter hat eine Mittenfrequenz von 2,50064 MHz. Gesucht sind die Übertragungskurve (B/A) und die beiden Punkte, an denen der Dämpfungsanstieg 6 dB beträgt.

```

100 INIT ----- Grundeinstellung am Tischrechner 4051 von Tektronix
110 Y=1 ----- Grundeinstellung am Sender, hier SMPU
120 GOSUB 1 -----
130 Y=0 ----- PegelEinstellung am Sender, hier 0 dBm
140 GOSUB 3 -----
150 Y=2.50064 ----- Einstellung auf Mittenfrequenz (2.50064 MHz)
160 GOSUB 2 -----
170 GOSUB 50 ----- Messen der Einfügungsdämpfung bei Mittenfrequenz
180 A=X1 ----- Bezugswert von Zeile 170 speichern
190 Y=2.498 ----- Wobbelroutine mit
200 GOSUB 9 ----- Startfrequenz 2,498 MHz
210 Y=2.5055 ----- Stopfrequenz 2,5055 MHz
220 GOSUB 10 ----- Schrittweite 50 Hz
230 Y=5.0E-5 -----
240 GOSUB 11 -----
250 Y1=-120 ----- Kartesisches Diagramm mit Überschrift
260 Y2=0 -----
270 S$="DB" -----
280 T$=" 2.5MHZ-QUARZFILTER" -----
290 GOSUB 90 -----
300 IMAGE 3D,2D,"DB EINFUEGUNGSDAEMPfung" ----- Formatangabe für Ausdruck
310 PRINT USING 300:A ----- Ausdruck der Einfügungsdämpfung bei Mittenfrequenz
320 GOSUB 50 ----- Messung von B/A (logarithm.) = Einfügungsdämpfung
330 GOSUB 97 ----- Darstellung der Meßergebnisse im kartesischen Diagramm
340 MOVE Z(7),A-6 ----- Sprung der Leuchtmarke auf den Punkt mit den Koordinaten Z (7), A-6
350 DRAW Z(8),A-6 ----- Linie von Punkt Z (7), A-6 zu Punkt Z (8), A-6
360 HOME ----- Grundstellung der Leuchtmarke
370 END ----- Ende des Programms
    
```

Programmstart über RUN 100



Ergebnis:
Ausgabe von der Hardcopy-Einheit

AUTOMATISCHE MESSUNGEN

Beispiel 3: Messungen an einem Meßobjekt mit langen Einschwingzeiten

Abhängig vom verwendeten Sender werden zwischen Zeile

12650 und | SMPU 12830 und | SMDS
12660 12840

12780 und | SMLU 12844 und | SMS
12790 12846

eine oder mehrere GOSUB 39 (Warteschleifen) eingefügt.

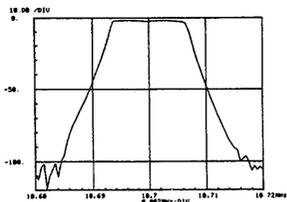
Beispiel 4: Automatische Fehlerkorrektur (das Programmbeispiel kann auch zum Vergleich zweier Meßobjekte verwendet werden). Es wird davon ausgegangen, daß maximal 100 Werte nach Betrag und Phase oder nach Real- und Imaginärteil gespeichert werden sollen.

```

100 INIT
110 PAGE
120 DIM P$(1000)
130 Y=1
140 GOSUB 1
150 DATA 10.68,10.72,5.0E-4
160 RESTORE 150
170 READ Z(7),Z(8),Z(9)
180 I=1
190 A=100*(Z(8)-Z(7))
200 B=100*Z(9)
210 M=INT(A/B+1.0E-4)+1
220 N=M*10
230 DIM P$(N),A1(M),A2(M),A3(M)
240 P$=""
250 GOSUB 58
260 FOR Y=Z(7) TO Z(8) STEP Z(9)
270 A1(I)=Y
280 I=I+1
290 GOSUB 12600
300 PRINT @26:"PCLR"
310 INPUT @26,9:R$
320 P$=P$&R$
330 NEXT Y
340 PRINT "CONNECT TEST ITEM"
350 PRINT "PUSH RETURN TO CONTINUE"
360 INPUT A$
370 Y1=-120
380 Y2=0
390 S$="DB"
400 GOSUB 90
410 GOSUB 59
420 I=1
430 K=1
440 FOR Y=Z(7) TO Z(8) STEP Z(9)
450 GOSUB 12600
460 R$=SEG(P$,I,10)
470 I=I+10
480 PRINT @26:"TR"
490 PRINT @26:R$
500 INPUT @26,3:X1,X2
510 A2(K)=X1*Z(25)
520 A3(K)=X2*Z(26)
530 K=K+1
540 NEXT Y
550 MOVE A1(1),A2(1)
560 DRAW A1,A2
570 END

```

Grundeinstellung des Rechners 4051 von Tektronix
 Rechnerbildschirm löschen
 Dimensionierung einer STRING-Variablen mit max. 100 X 10 ASCII-Zeichen (ausreichend für
 Grundeinstellung des Senders (hier SMPU) 100 Phasen- u. Amplitudenwerte)
 Identisch mit der Wobbelroutine; Startfrequenz 10,68 MHz;
 Stopfrequenz 10,72 MHz; Wobbelschrittweite 500 Hz
 Ermittlung der Anzahl der Meßpunkte
 Multiplikation mit 10 (da jeder Referenzwert aus 10 ASCII-Zeichen besteht)
 Richtige Dimensionierung der Vektoren
 P\$ auf Null setzen
 Messen von B/A nach Betrag und Phase
 Messen von B/A ohne angeschlossenes Meßobjekt
 Zeile 290: Frequenzeinstellung am Sender
 Zeile 300: Kalibrieren
 Zeile 310: Referenzwert über die
 Sekundäradresse 9 einlesen
 Meßobjekt anschließen
 Kartesisches Diagramm
 Umschalten des ZPV auf Messung von B/A logarithmisch, auf Referenzwert bezogen
 Messung mit Meßobjekt; vor jeder Messung wird der entsprechende
 Referenzwert in den ZPV eingegeben (Zeile 460 .. 490)
 Zeile 500: Einlesen des korrigierten Meßwertes
 Meßkurve aufzeichnen
 Ende des Programms



Ergebnis:
Ausgabe von der Hardcopy-Einheit

AUTOMATISCHE MESSUNGEN

Programmieren ohne Grundsoftware ZPV-K1

Allgemeines

Es gibt auch Anwendungsfälle, bei denen z. B. extrem kurze Meßzeiten gefordert werden. In solchen Fällen ist es notwendig, entweder die Grundsoftware zu modifizieren oder ohne diese zu programmieren. Dem Bild auf der Ausklappseite rechts oben ist zu entnehmen, mit welchen Zeichen die einzelnen Tasten des ZPV anzusprechen sind. Zum besseren Einprägen der Befehle wurde auf eine logische Zuordnung geachtet. So bedeutet beispielsweise:

CA (CHANNEL A):
Zeichen zum Ansprechen von Taste 

CL (CALIBRIEREN):
Zeichen zum Ansprechen von Taste 

XY (XY-KOORDINATENSYSTEM):
Zeichen zum Ansprechen von Taste 

Folgende Zeichen werden häufiger benutzt:

SH (SPEED HIGH): hohe Meßgeschwindigkeit; es erfolgt nur eine einzige Messung; keine Mittelwertbildung; die Schreiberausgänge sind abgeschaltet.

SL (SPEED LOW): normale Meßgeschwindigkeit; Mittelwertbildung

TE (TRIGGER EXTERN): der ZPV benötigt zur Messung einen externen Triggerimpuls; dieser wird gegeben z. B. durch LR @ oder durch eine Sekundäradresse wie @ 26,1, @ 26,2 oder @ 26,3

TI (TRIGGER INTERN): wie im manuellen Betrieb erfolgt laufend Messung

SR (SET REFERENCE): Referenzwerte können als ASCII-Zeichen in den Rechner eingelesen werden (vgl. Programmbeispiel Seite 39, Zeile 310)

TR (TAKE REFERENCE): die über SR eingelesenen Referenzwerte werden vor jeder Messung in den ZPV eingegeben (vgl. Programmbeispiel Seite 39, Zeile 480)

LR @ (Meßstart, linkes und rechtes Anzeigefeld); das Zeichen @ wird vom ZPV erst dann aufgenommen, wenn er die Messung vollständig durchgeführt hat

Beispiel 1:

pri @ 26: „LR@“
pri @ 28: ... (Änderung der
Frequenz am
Sender SMS)

richtig

Beispiel 2:

pri @ 26: „LR“
pri @ 28: ... (Änderung der
Frequenz am
Sender SMS)

falsch

Programmbeispiel 2 stellt nicht sicher, daß der ZPV die Messung durchgeführt hat, **bevor** der Sender verstimmt wird.

Ab Werk ist der ZPV auf die Adresse 26 eingestellt. Zusätzlich stehen 9 Sekundäradressen zur Verfügung.

Beispiel für „freie“ Programmierung

Oberflächenwellenfilter mit einer Mittenfrequenz von 38,9 MHz; Gewünscht: Verhältnis B/A und/oder Gruppenlaufzeit bei 10 verschiedenen Frequenzwerten; Ergebnisse bezogen auf Werte bei 38,9 MHz; Meßzeit einschließlich Soll-/Istwert-Vergleich ca. 2 Sekunden

Programm und Ergebnisausdruck siehe rechte Seite →

Verwendung anderer Meßsender

Zur Verwendung von Synthesizern, die nicht von Rohde & Schwarz stammen, stehen dem Benutzer in der Grundsoftware ZPV-K1 besondere Zeilen zur Verfügung (siehe nachfolgendes Beispiel).

Beispiel: Ein Sender, dessen Pegel und Frequenz fernbedienbar sind, soll über Y = 7 in die Grundsoftware einbezogen werden. Hierzu sind folgende Änderungen vorzunehmen:

Grundeinstellung am gewünschten Sender, z. B. 10 MHz, 0 dBm, Modulation AUS

NEU 9155 if Y<>7 then 9160

NEU 9156 pri @ ... : ... Grundeinstellung
am Sender

12470 GOSUB Z(23) of
12490, 12550,
12480, 12582,
12584, 12585,
12586

NEU 12586 pri @ ... : ... Pegeleinstellung
am Sender

NEU 12587 RETURN

12610 GOSUB Z(23) of
12640, 12670,
12830, 12842,
12660, 15610,
18100

NEU 18100 pri @ ... : ... Frequenzeinstellung
am Sender

NEU 18110 RETURN

Hinweis: Die Größe Z(23) in Zeile 9100 wird entsprechend der Senderwahl festgelegt.