
Messung von Mehrfrequenz-Wählsignalen mit den Audio Analysatoren UPL oder UPD

Application Note 1GA23_1D

Klaus Schiffner, Tilman Betz, 3/95
Neufassung 8/96

Änderungen vorbehalten

Produkte:

Audio Analyzer UPL

Audio Analyzer UPD



ROHDE & SCHWARZ

1. Zusammenfassung

Im modernen Telefonverkehr wird mehr und mehr das Mehrfrequenzwählverfahren angewendet. Jedes zu übertragende Zeichen wird durch zwei gleichzeitig gesendete Frequenzen codiert, wobei die Einhaltung enger Toleranzen für den störungsfreien Verbindungsaufbau sorgt. Die Überprüfung dieser Wählsignale stellt hohe Anforderungen an das Meßgerät. Die vorliegende Application Note beschreibt die Realisierung dieser Meßaufgabe mit dem Audio Analysator UPD bzw. UPL und stellt ein Meßprogramm hierzu vor.

2. Mehrfrequenz-Wählverfahren

Neben dem bekannten Impulswählverfahren wird im modernen Telefonverkehr immer mehr das Mehrfrequenzverfahren angewendet. Hierbei wird jedes zu übertragende Symbol durch ein kurzes Tonsignal codiert, das aus zwei Frequenzen besteht, die gleichzeitig gesendet werden. Die Bildung der Frequenzpaare geschieht wie auf dem Bild dargestellt. Die Spalten und Zeilen der Telefontastatur sind durch jeweils eine Frequenz charakterisiert, wobei zur Kennzeichnung der Zeilen Frequenzen zwischen 600 Hz und 1 kHz verwendet werden, für die Spaltenkennung liegen die Töne im Bereich zwischen 1,2 und 1,7 kHz. Durch die Kombination von Zeilen- und Spaltenfrequenz wird nun jedes Zeichen eindeutig bestimmt.

Frequenz- codierung der Zeilen	f1 697 Hz	1	2	3	A
	f2 770 Hz	4	5	6	B
	f3 852 Hz	7	8	9	C
	f4 941 Hz	*	0	#	D
		f5 1209 Hz	f6 1336 Hz	f7 1477 Hz	f8 1633 Hz

Frequenzcodierung der Spalten

Um einen störungsfreien Verbindungsaufbau sicherzustellen, muß die Übertragung der Frequenzpaare innerhalb definierter Toleranzen erfolgen. Für Deutschland sind hierzu in der FTZ-Richtlinie 1 TR 2 Teil 2 folgende Angaben zu finden:

- maximal zulässige Frequenzabweichung $\pm 1,8\%$ vom Nennwert
- der Summenpegel (Effektivwert) der beiden Signalfrequenzen beträgt $-4,5$ dBu, mit einer Toleranz von $\pm 2,5$ dB gemessen mit Normabschlußwiderstand.
- die beiden Töne werden mit Preemphase übertragen, d.h. die obere Frequenzgruppe liegt im Pegel um 2 dB höher als die untere (Toleranz $\pm 1,5$ dB).
- der Störabstand des Signals muß besser 26 dB sein (im Frequenzbereich 4...28 kHz).
- der zeitliche Ablauf der Signale besteht aus 80...100 ms Zeichendauer gefolgt von 80...100 ms Pause. Es ist sicherzustellen, daß die minimale Zeichendauer von 40 ms auf keinen Fall unterschritten wird.

In den Bestimmungen zur Telefonübertragung anderer Länder finden sich ähnliche Angaben, so ist z.B. die Länge der Zeichen unterschiedlich definiert. Die obigen Zahlenwerte sollen daher nur als Beispiel dienen.

3. Meßprobleme

Bei der Messung der Wählsignale ist darauf zu achten, daß der Wähloszillator mit der entsprechenden Impedanz abgeschlossen wird. Dies geschieht in der Praxis in aller Regel mit Hilfe einer Telefonnachbildung, an die das Meßgerät angeschlossen ist.

Wie an den obigen Zahlenwerten jedoch unschwer zu erkennen ist, stellt die Messung selbst keine leichte Aufgabe dar. Frequenzen und Pegel müssen mit hoher Genauigkeit gemessen werden, wobei das Signal in der Regel nur einmal erscheint und für weniger als 100 ms ansteht. Die meisten FFT-Analysatoren sind hier überfordert, da die zur Messung zur Verfügung stehende Zeit oftmals nicht ausreicht um genügend Samples für die geforderte Frequenzauflösung aufzunehmen.

4. Lösungsmöglichkeit mit den Audio Analysatoren UPD und UPL

Mit Hilfe der Audio Analysatoren UPD und UPL kann das Meßproblem gelöst werden. Der beim Start des Wählsignals auftretende Pegelsprung wird zur Triggerung des Analysators verwendet, eine Signaldauer des Doppeltons von > 40 ms reicht aus, um die Meßwerte für eine 1k-FFT aufzunehmen. Hiermit erhält man jedoch nur eine Frequenzauflösung von ca. 47 Hz, also viel zu grob um die Frequenzen genau genug bestimmen zu können. Der UPD/UPL verfügt aber über spezielle Interpolationsverfahren der FFT-Analyse die es ermöglichen, Signale in Frequenz und Pegel weit genauer zu bestimmen. Unter der Voraussetzung, daß es sich bei dem Signal um einzelne Sinuslinien handelt, und unter Verwendung von HANN- bzw. Rife-Vincent-Windows können in einem definierten Frequenzabschnitt mehrere FFT-Linien für die Berechnung des Maximums herangezogen werden. Diese Voraussetzungen sind hier gegeben. Das Interpolationsverfahren erlaubt es nun, Pegelgenauigkeiten von besser 1% zu erreichen, die Frequenz wird auf 0,1 Hz genau bestimmt (typische Werte). Die Anforderungen zur Messung der Wählsignale werden damit weit übertroffen.

5. Realisierung mit dem Selbststeuerprogramm DTMF.BAS

Zur Überprüfung von Multifrequenzwählsignalen steht das Applikationsprogramm DTMF.BAS zur Verfügung, das auf dem Audio Analyzer UPD/UPL unter Verwendung der als Option erhältlichen Selbststeuerung UPD-K1 bzw. UPL-B10 abläuft. Das Programm muß hierzu nach Umschalten auf die Ablaufsteuerung mittels der F3 Taste unter BASIC geladen und gestartet werden. Anschließend wird das Setup DTMF.SAC geladen, und das Programm wartet auf das Wählsignal.

Sobald das Wählsignal gestartet wird läuft die Messung folgendermaßen ab:

- mit Hilfe der Triggerfunktion "START COND LEV TRG CH1" wird der Analysator durch das ankommende Wählsignal gestartet. Es wird einmalig eine FFT-Analyse durchgeführt (512 Punkte, Zoomfaktor 2, Meßzeit ca. 28 ms) unter Verwendung des Rife-Vincent-2-Windows.
- anschließend, d.h. ohne daß das Wählsignal weiter anliegt, wird die Auswertung gestartet.
- im Frequenzbereich 600 bis 1000 Hz wird das erste Maximum gesucht und mittels Interpolation in Pegel und Frequenz exakt bestimmt.
- analog hierzu wird danach das zweite Maximum im Bereich 1,2 bis 1,7 kHz ermittelt.
- anhand der beiden Frequenzen wird nun das übertragene Zeichen angezeigt.
- die Frequenzabweichung zu den Sollwerten wird errechnet und in % angezeigt.
- die beiden Pegelwerte werden angezeigt.
- aus den Ergebnissen der FFT können nun der Summenpegel des Frequenzpaares sowie die Preemphase errechnet werden und zusammen mit deren Abweichungen vom Sollwert angezeigt werden.
- aus den FFT-Ergebnissen wird der Gesamt-RMS-Wert ohne die beiden Signalanteile bestimmt, zum Wählsignal in Bezug gesetzt und als Störabstand angezeigt. Hierbei ist zu beachten, daß der S/N-Wert auf den Frequenzbereich 200 Hz...22 kHz bezogen ist.

Nach der Auswertung der Ergebnisse wartet das Programm auf das nächste Wählsignal um sofort eine weitere Messung zu starten.

Mit der Tastenkombination Ctrl-Break kann das Programm beendet werden.

Das Ablaufprogramm samt zugehörigem Setup erhalten Sie bei Ihrer örtlichen Rohde & Schwarz-Niederlassung.

Am zweckmäßigsten legen Sie im UPD/UPL die Directory C:\TELEPHON an und kopieren Programm und Setup in dieses Verzeichnis. Anderenfalls muß im Setup die Zeile "WORK DIR" entsprechend geändert werden.