

**Programmierbarer Funktionsgenerator mit rechnergestützter  
Funktionserzeugung am IBM-PC  
von Rudolf Nocker und Dieter Stark**

-----

In der Messtechnik werden häufig periodische Signale mit genau definierten spektralen Eigenschaften benötigt. Diese Signale bestehen i. a. aus  $N_h$  Harmonischen mit den Frequenzen  $k \cdot f_0$ , den Amplituden  $U_k$  und den (Null-) Phasenwerten  $\Phi_k$  ( $k=1, 2, \dots, N_h$ ). Die digitale Schaltungstechnik bietet die Möglichkeit, Funktionsgeneratoren für solche Signale mit einer einzigen Standardschaltung zu realisieren (Bild 1).

Aus einem Festwertspeicher wird eine das gewünschte Signal repräsentierende Stützstellenfolge zyklisch mit geeigneter Taktfrequenz ausgelesen und D/A-umgesetzt. Aufwendig ist hierbei die Berechnung und Abspeicherung der Stützstellenfolge. Dies läßt sich jedoch durch geeignete Programmierung eines Tischrechners lösen.

Werden  $p$  Perioden eines auf  $f_s$  bandbegrenzten Signals mit  $N_h$  Harmonischen mit einem Übertragungsfaktor  $\bar{u} = f_a / (2f_s) \gg 1$  abgetastet, so ergeben sich  $N_s = p \cdot 2 \cdot N_h \cdot \bar{u}$  Abtastwerte. Bei zyklischem Auslesen mit der Auslesetaktfrequenz  $f_a$  ergibt sich die Grundfrequenz zu  $f_0 = f_a / (2 \cdot N_h \cdot \bar{u})$ .

Beispielsweise ist für  $p=1$ ,  $N_h=10$ ,  $\bar{u}=10$  und  $f_0=1\text{kHz}$ :  $N_s=200$ ,  $f_a=200\text{kHz}$ . Im Festwertspeicher müssen also 200 Abtastwerte des nachzubildenden Signals abgespeichert und mit einer Taktfrequenz von 200kHz zyklisch ausgelesen werden. Die Überabtastung ergibt den Vorteil, dass das nachgeschaltete Interpolationsfilter einfach zu realisieren ist.

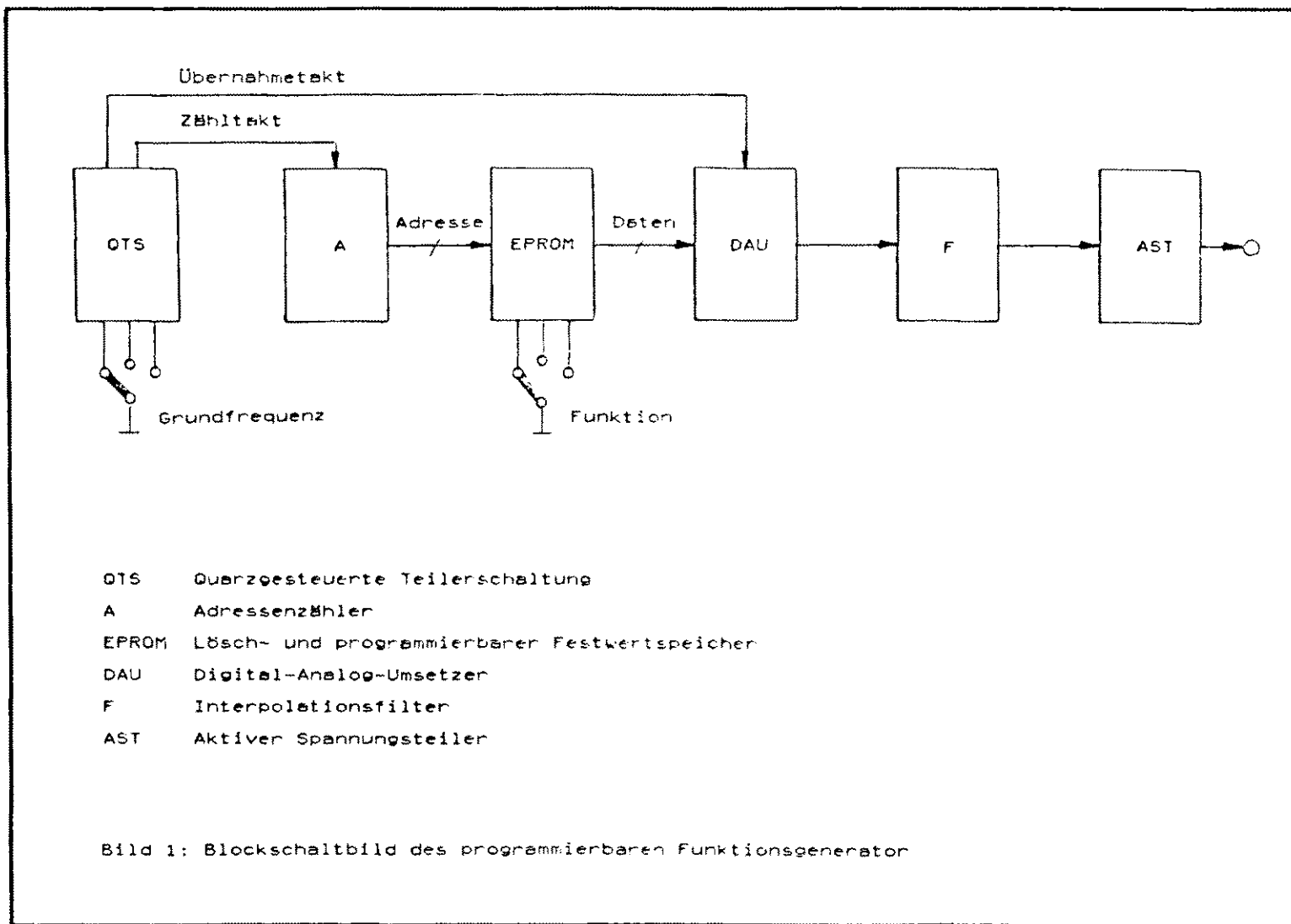
Die Software wurde in Turbo-Pascal 3.0 geschrieben. Sie besteht aus selbstständigen Modulen, die sich gegenseitig aufrufen. Die Datenübergabe zwischen den Modulen erfolgt durch Zwischenspeicherung auf Diskette oder Plattenlaufwerk. Der Benutzer wird menügeführt.

Die Grundfunktionen des Programms sind:

- o Eingabe oder Ausgabe von Zeitfunktionen (Stützstellenfolgen),
- o Eingabe oder Ausgabe von einseitigen Frequenzspektren,
- o Berechnung des Frequenzspektrums (Fourieranalyse),
- o Berechnung der Zeitfunktion (Fouriersynthese),

Die Ausgabe von Zeitfunktionen oder Frequenzspektren kann jeweils numerisch oder graphisch auf Bildschirm oder Drucker erfolgen. die graphische Auflösung ist durch die verwendete alphanumerische Darstellung eingeschränkt (Bild 2).

Die Hardware zeichnet sich durch einen geringen Aufwand aus (Bild 1). Die Takterzeugung besteht aus einer quarzgesteuerten Teilerschaltung und dem Adressenzähler. Die Umschaltung der Auslesetaktfrequenz ergibt eine stufenweise Änderung der Signalfrequenz des Generators. Je nach Speichergröße des EPROM's können eine oder mehrere Funktionen abgespeichert werden. Die Datenausgänge des EPROM's sind mit dem Digital-Analog-Umsetzer verbunden. Der DAU gibt einen dem Datenbyte entsprechenden Spannungswert aus. Aufgrund des zyklischen Auslesens der abgespeicherten Stützstellenwerte entsteht ein periodisches, quantisiertes PAM-Signal. Mit dem Interpolationsfilter wird das Nutzsignalband herausgefiltert; alle höherfrequenten Modulationsprodukte werden unterdrückt. Bei geringen Anforderungen an die spektrale Reinheit des Nutzsingnals und einem entsprechend hoch gewählten Überabtastfaktor kann das Interpolationsfilter auch entfallen. Der aktiv ausgeführte Spannungsteiler zur stufenweisen Signaldämpfung liefert ein Ausgangssignal mit definiertem Innenwiderstand.



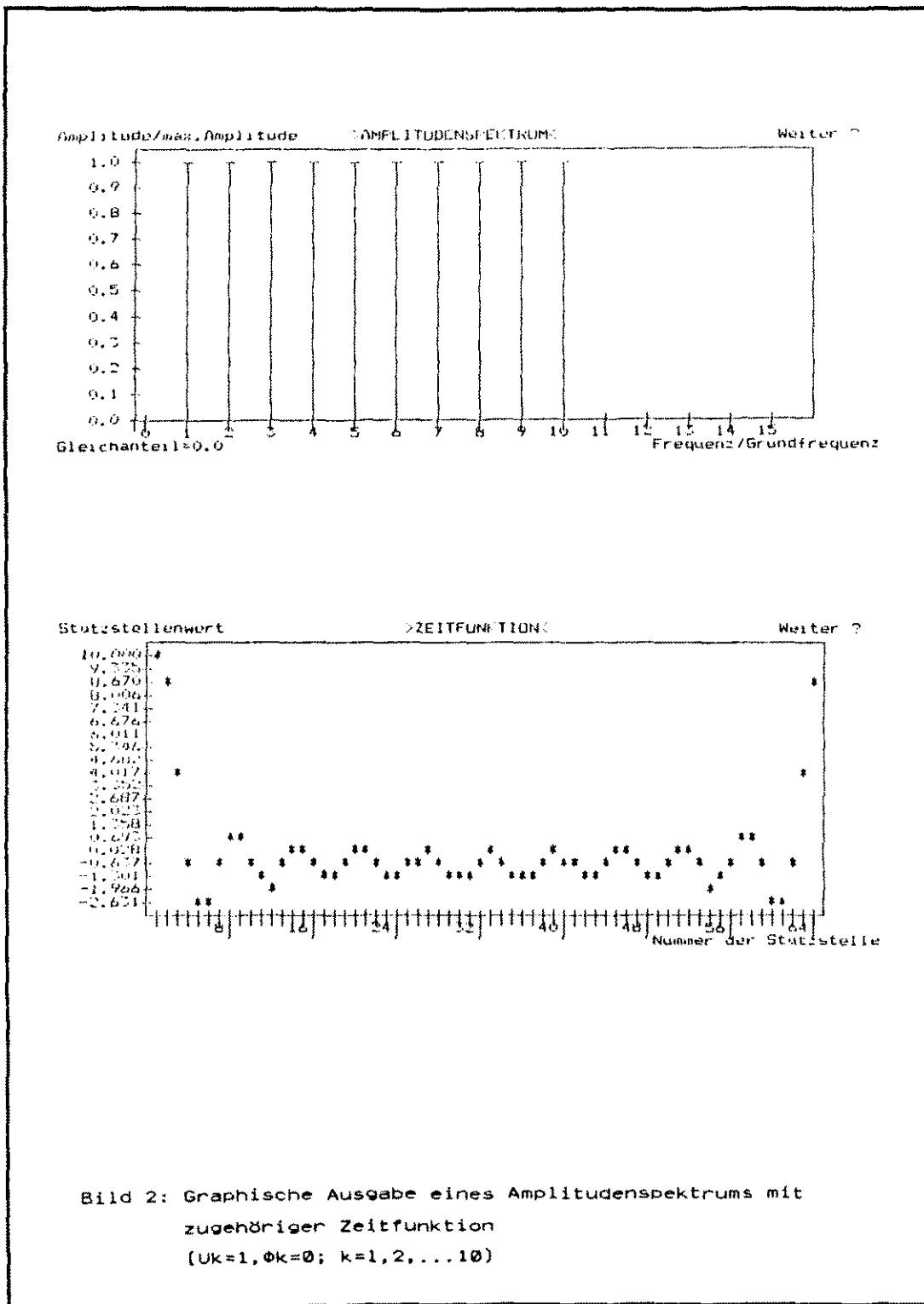


Bild 2: Graphische Ausgabe eines Amplitudenspektrums mit  
zugehöriger Zeitfunktion  
(UK=1, 0k=0; k=1,2,...10)