



**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

**PATENT**SCHRIFT A5

11

**644 481**

21 Gesuchsnummer: 7867/79

22 Anmeldungsdatum: 30.08.1979

30 Priorität(en): 29.09.1978 DE 2842521

24 Patent erteilt: 31.07.1984

45 Patentschrift veröffentlicht: 31.07.1984

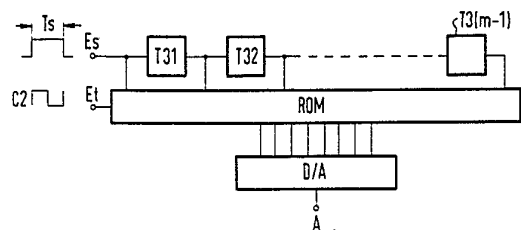
73 Inhaber:  
Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München,  
München 2 (DE)

72 Erfinder:  
Otmar Ringelhaan, München 70 (DE)

74 Vertreter:  
Siemens-Albis Aktiengesellschaft, Zürich

**54 Transversalfilter für digitale Signale.**

57 Das Transversalfilter wird in Übertragungssystemen für digitale Signale zur spektralen Formung dieser Signale eingesetzt. Bekannte derartige Transversalfilter sind wegen der grösseren Anzahl enthaltener digitalen Multiplizierer sehr aufwendig und wegen der geforderten Genauigkeit schlecht integrierbar. Statt der bei den bekannten Transversalfiltern verwendeten digitalen Multiplizierer und der ausserdem benötigten Summierschaltung ist hier ein Festwertspeicher (ROM) vorgesehen, dem eine Verzögerungsleitung mit den Stufen (T31, T32 ... T3(m-1)) vorgeschaltet ist. An diesen Festwertspeicher kann zur Änderung der Ausgangssignalforn ein Digital-Analog-Wandler (D/A) angeschlossen werden. Das dargelegte Transversalfilter ist insbesondere für die Erzeugung trägerfrequenter digitaler Signale geeignet.



## PATENTANSPRUCH

Transversalfilter für digitale Signale mit einer mit dem Signaleingang verbundenen mehrstufigen digitalen Verzögerungsleitung, dadurch gekennzeichnet, dass ein Festwertspeicher (ROM) vorgesehen ist, dessen erster Adresseneingang mit dem Eingang (Es) für die digitalen Signale und dessen weitere Adresseneingänge jeweils getrennt mit Ausgängen einzelner Stufen (T31, T32 . . . T3n) der Verzögerungsleitung verbunden sind und dass an weitere Adresseneingänge wenigstens eine Quelle für Rechtecksignale (C) angeschlossen ist, dass der Ausgang des Festwertspeichers den Ausgang des Transversalfilters darstellt und dass der Festwertspeicher so programmiert ist, dass er Signale mit einer bestimmten spektralen Formung in Abhängigkeit von den an seinen Eingängen anstehenden Signalen abgibt.

Die Erfindung betrifft ein Transversalfilter für digitale Signale mit einer mit dem Signaleingang verbundenen mehrstufigen digitalen Verzögerungsleitung und einem Festwertspeicher.

Ein derartiges Transversalfilter ist aus IEEE Transactions on Communications, Jan. 1976, Seiten 112 bis 118 bekannt. Aus dieser Literaturstelle ist bekannt, lineare und nichtlineare synchrone Datensignale durch Digital-Echomodulation in einem zeitveränderlichen Transversalfilter zu erzeugen. Zur Erläuterung dieses bekannten Standes der Technik sei auf die Figur 1 verwiesen, die ein bekanntes Transversalfilter für analoge oder digitale Signale in seinem grundsätzlichen Schaltungsaufbau zeigt. Das Filter nach der Figur 1 enthält eine Verzögerungsleitung, die aus einzelnen Stufen T11, T12 . . . T1n, einem Satz von Multiplikatoren M11, M12 . . . M1n sowie einer Summierschaltung  $\Sigma 1$  besteht. Im vorliegenden Fall, in dem nur digitale, insbesondere binäre Signale verarbeitet werden sollen, wird man die Verzögerungsleitung durch ein getaktetes Schieberegister realisieren. Die Höhe der Taktfrequenz richtet sich – aufgrund des Abtasttheorems – nach der Bandbreite, innerhalb derer das Spektrum am Ausgang des Filters definiert sein soll. Aus praktischen Gründen ist eine Taktfrequenz zweckmässig, die einem Vielfachen der Schrittgeschwindigkeit der zu verarbeitenden digitalen Signale entspricht. So ist in obengenannter Literaturstelle beispielsweise die vierfache Schrittgeschwindigkeit als Taktfrequenz gewählt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sei im folgenden die doppelte Schrittgeschwindigkeit gewählt; die Verzögerungszeit der einzelnen Stufen T11, T12 . . . T1n beträgt dann die Hälfte einer Taktperiode des digitalen Signals, die gleich der Dauer der einzelnen Impulse ist.

Mit dem Eingang ES für das digitale Signal und mit dem Ausgang jeder Stufe ist ein Signaleingang eines Modulators M11, M12 . . . M1n verbunden, dem über die Anschlüsse a0, a1, a2, A1n das Taktsignal zugeführt wird. Mit dieser Anordnung lassen sich also, wie auch in der zitierten Literaturstelle ausgeführt, modulierte, d.h. in einem vorgegebenen Frequenzbereich bandbegrenzte digitale Signale erzeugen.

Bei der Anordnung nach der Figur 1 wird eine Verzögerungsleitung mit einer verhältnismässig hohen Anzahl  $n - 1$  an Stufen und  $n$  Abgriffen und eine entsprechend hohe Anzahl  $n$  an Modulatoren benötigt. Da die eingegebenen Nachrichtenimpulse aber nur die Hälfte einer Schrittperiode beanspruchen, ist von diesen Modulatoren auch immer nur die Hälfte in Betrieb. Mit der Einschränkung  $n$  geradzahlig, ergibt sich aus dieser Erkenntnis ein Transversalfilter nach Figur 2 mit beträchtlich verringertem Aufwand, da nur noch die halbe Anzahl der ursprünglich verwendeten Modulatoren benötigt wird. Die Dauer der Nachrichtenimpulse entspricht

jetzt der Taktperiode, die gleich der Schrittperiode ist; die verbliebenen Modulatoren werden innerhalb dieser Periode auf zwei Bewertungsfaktoren umgeschaltet. Die Verwendung von Modulatoren in einer vergleichsweise immer noch grossen Anzahl führt jedoch zu einem Aufwand, der in vielen Fällen auch nicht zu vertreten ist. Ausserdem sind im Hinblick auf die geforderte Genauigkeit sehr genaue digitale Multiplizierer notwendig.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht also darin, ein Transversalfilter der eingangs genannten Art zu schaffen, das durch möglichst weitgehenden Verzicht auf die als Modulatoren verwendeten digitalen Multiplizierer einen geringeren Aufwand erfordert.

Erfindungsgemäss wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass ein erster Adresseneingang des Festwertspeichers mit dem Eingang für die digitalen Signale und weitere Adresseneingänge jeweils getrennt mit Ausgängen einzelner Stufen der Verzögerungsleitung verbunden sind und dass an weitere Adresseneingänge wenigstens eine Quelle für Rechtecksignale angeschlossen ist, dass der Ausgang des Festwertspeichers den Ausgang des Transversalfilters darstellt und dass der Festwertspeicher so programmiert ist, dass er Signale mit einer bestimmten spektralen Formung in Abhängigkeit von den an seinen Eingängen anstehenden Signalen abgibt.

Von diesem erfindungsgemässen Transversalfilter wird ein bandbegrenzttes digitales Signal abgegeben, das auch in digitaler Form vorliegt. Zur Erzeugung einer analogen Form ist mit dem Ausgang des Festwertspeichers ein Digital-Analog-Wandler verbunden; die von diesem abgegebenen digitalen Signale weisen die Form  $\sin x/x$  auf, es handelt sich also um Signale in analoger Form.

Neben der Verwendung als Modulator ist das erfindungsgemässe Transversalfilter besonders günstig als Basisbandfilter für digitale Signale verwendbar, wobei die digitalen Signale in der ursprünglichen Frequenzlage verbleiben. Eine derartige spektrale Formung digitaler Signale wird beispielsweise bei der sogenannten Roll-Off-Erzeugung benötigt, bei der das Signal frequenzmässig so umgeformt wird, dass Nyquist-Flanken entstehen.

Die Erfindung soll im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert werden. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 ein bekanntes Transversalfilter,

Fig. 2 ein bekanntes Transversalfilter mit Mehrfachausnutzung der Modulatoren und

Fig. 3 ein Transversalfilter nach der Erfindung.

Die Anordnungen nach den Figuren 1 und 2 sind bei der Besprechung des Standes der Technik bereits erläutert worden, so dass an dieser Stelle auf weitere Ausführungen verzichtet wird. Das in der Figur 3 dargestellte Transversalfilter ist mit seinem Eingang Es an eine Quelle für digitale Signale angeschlossen, wobei die Impulsdauer dieser Signale  $T_s$  beträgt. Mit dem Eingang Es ist der Signaleingang einer Verzögerungsleitung verbunden, die aus den einzelnen Stufen T31, T32 . . . T3(m - 1) besteht, wobei im vorliegenden Falle  $m$  zu 6 gewählt wurde. Mit dem Eingang Es für die digitalen Signale ist ausserdem der erste Adresseneingang des Festwertspeichers ROM verbunden, dessen weitere Adresseneingänge jeweils getrennt mit den Ausgängen der Stufen T31 . . . T3n der Verzögerungsleitung verbunden sind. Ausserdem wird dem Festwertspeicher ROM über einen weiteren Adresseneingang Et ein Rechtecksignal zugeführt, dessen Frequenz der Bitfolgefrequenz der digitalen Signale entspricht. In dem Festwertspeicher ROM ist für jede mögliche Kombination der Signale an den einzelnen Adresseneingängen des Festwertspeichers ein digitales Ausgangssignal vorgesehen, das in Form eines Codewortes mit 8 Bit auftritt und parallel an den acht Anschlüssen des Signalausgangs des Festwertspeichers ansteht. Mit diesen Signalanschlüssen sind die Eingangsans-

schlüsse eines nachgeschalteten Digital-Analogwandlers D/A verbunden, der in bekannter Weise mittels des in digitaler Form vorliegenden Eingangssignals ein in analoger Form vorliegendes Ausgangssignal erzeugt, das die Form einer angenäherten  $\sin x/x$ -Schwingung aufweist. Allgemein entstehen bei

einer zeitdiskretgesteuerten Anordnung neben dem erwünschten Signalspektrum noch meist unerwünschte Seitenbänder, die durch einen nachgeschalteten analogen Tiefpass unterdrückt werden können.

FIG 1

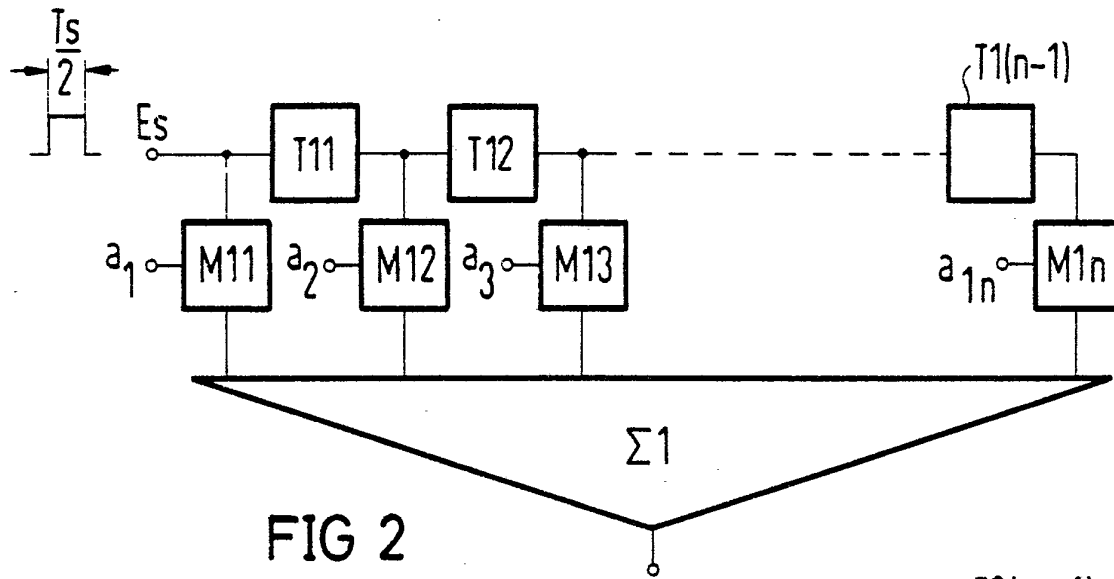


FIG 2

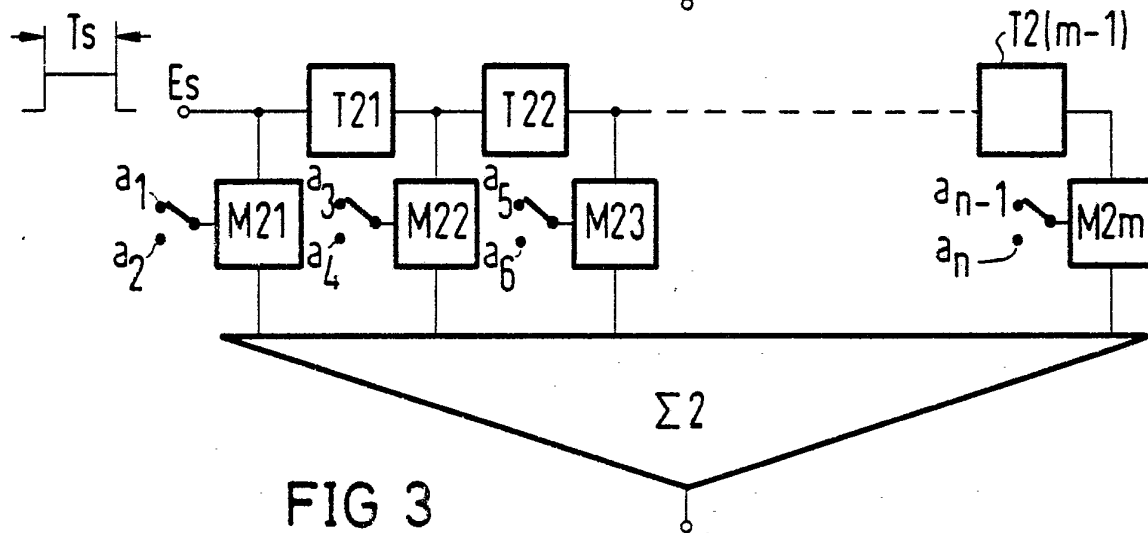


FIG 3

