Die digitale, zeitmultiplexe Gesprächs-Durchschaltung in Telefonzentralen

Autor(en): **Blaser, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **74 (1983)**

Heft 19

PDF erstellt am: **30.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-904868

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die digitale, zeitmultiplexe Gesprächs-Durchschaltung in Telefonzentralen

H. Blaser

Am Beispiel der Haustelefonzentrale GFX 1 wird gezeigt, wie in modernen Telefonzentralen die Verbindungen zeitmultiplex durchgeschaltet werden. Dadurch entfallen aufwendige Koppelnetzwerke, und das System erhält eine übersichtliche, klare Architektur. Die Digitalisierung der Sprache nach dem Prinzip der kompandierten Deltamodulation und die darauf folgende zeitmultiplexe Vermittlung werden erläutert.

A l'exemple du central domestique GFX 1 l'auteur montre comment, dans les centraux téléphoniques modernes, les liaisons sont commutées en multiplex de temps. Ainsi les champs de couplage traditionnels disparaissent. Le système repose sur une architecture transparente. La digitalisation de la parole selon le principe de la modulation delta compandée et la commutation en multiplex de temps sont expliquées.

Adresse des Autors
Hans Blaser, Ingenieur HTL, Gfeller AG, 3018 Bern.

1. Einführung

Mikrocomputer und hochintegrierte schnelle Schaltkreise prägen die moderne Digitaltechnik und ermöglichen Lösungen, dort wo die Analogtechnik an physikalischen Grenzen ansteht. Man denke in diesem Zusammenhang beispielsweise an die digitale Schallplatte (compact disc), deren hervorragende Eigenschaften (Dynamik, Unempfindlichkeit gegen Verschmutzung, Reproduzierbarkeit ohne Qualitätsverlust, keine Abtastverzerrungen usw.) bei der bekannten schwarzen Rillenscheibe nicht einmal zu erträumen sind.

Die Nachrichtentechnik bietet viele Möglichkeiten der Umstellung auf die digitale Technologie, wobei sich dann vielfach neben neuen Leistungsmerkmalen auch interessante wirtschaftliche Effekte ergeben. Ein Beispiel ist die Telefongespräch-Vermittlungstechnik.

Eine Telefonzentrale hat die Aufgabe, eine in beiden Richtungen wirkende Sprachverbindung von einem Teilnehmer zu einem beliebigen andern durchzuschalten. Man erinnert sich vielleicht noch an das Fräulein vom Amt, das mit Hilfe eines Kabels, der «Schnur», die gewünschte Verbindung von Teilnehmer zu Teilnehmer steckte. Mit Hilfe von Relais, Suchern, Koordinatenwählern wurde dann der Vorgang rationalisiert, doch blieb das Prinzip das gleiche: der Sprechweg wurde als zweidrähtige Leitung von einem zu einem andern Teilnehmer durchgeschaltet. Auch moderne, mikroprozessorgesteuerte elektronische Systeme verwenden noch vielfach das konventionelle Prinzip der analogen Durchschaltung, bei der die Sprachsignale unverändert über mehr oder weniger komplizierte Stromkreise (elektronische Koppelpunkte, Reedkontakte) von Teilnehmer zu Teilnehmer geschaltet werden.

Erst die digitale Vermittlung bringt die Symbiose zwischen dem Funktionsprinzip und den heute zur Verfügung stehenden Hochleistungs-Bauelementen der digitalen Schaltungstechnik.

Das Ziel dieses Artikels ist nun, das Prinzip der modernen zeitmultiplexen Vermittlungstechnik zu erklären. Als Beispiel dient die Haustelefonzentrale GFX 1 von Gfeller. Dabei genügt es, die Phase der wechselseitigen Sprachübertragung in einer bestehenden Verbindung zu betrachten, um die prinzipielle Funktionsweise zu erkennen.

2. Die Digitalisierung der Sprache

Die digitale Durchschaltung verlangt am Eingang zur Zentrale die Digitalisierung der Sprachsignale. Die digitalen Sprachinformationen werden dann von einem Datenverarbeitungs-System übernommen, zur Ausgangsschaltung des Gesprächspartners geleitet und dort wieder in das analoge Sprachsignal rückverwandelt.

Es müssen sicher triftige Gründe vorliegen, dass der Aufwand sich lohnt, die Sprache vor der Durchschaltung zu digitalisieren und nachher wieder in die hörbaren Schwingungen zurückzuverwandeln. Die wichtigsten sind:

1. Zur Verarbeitung der digitalen Sprachinformationen kann die hochintegrierte Datenverarbeitungstechnik eingesetzt werden.
2. Es handelt sich um eine platzsparende, wirtschaftliche Lösung (Fig. 1).
3. Steuer- und Sprachsignale können genau gleich behandelt werden.

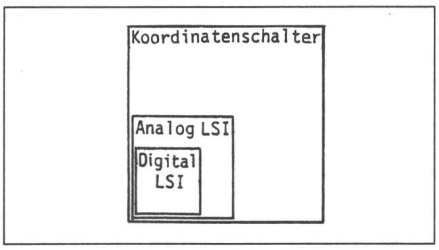

Fig. 1 Verhältnis des Flächenbedarfs von Vermittlungszentralen verschiedener Technologie

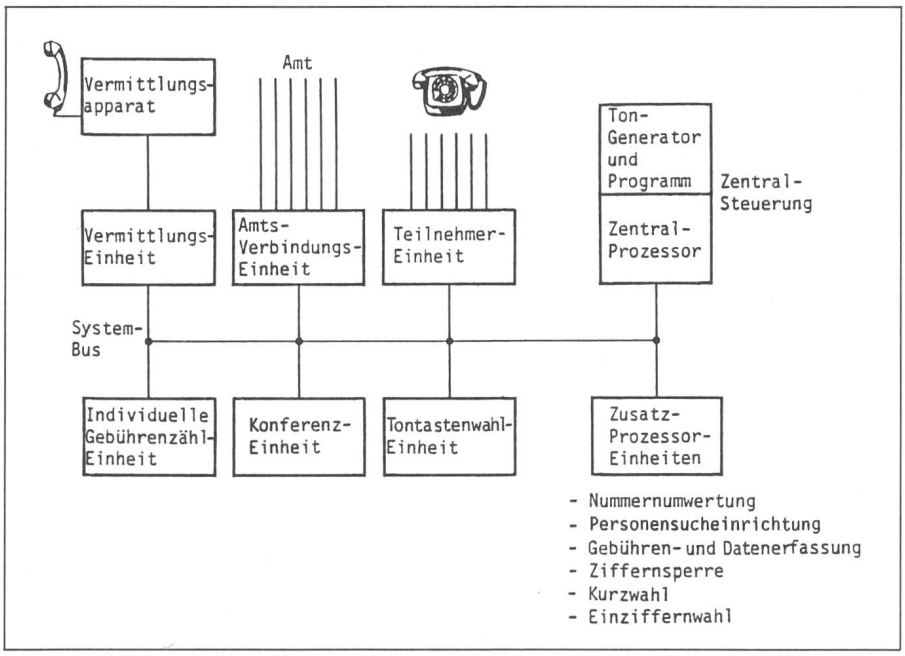

Fig. 2 Blockschema der Haustelefonzentrale GFX 1

4. Das Bus-orientierte System hat eine sehr einfache Architektur (Fig. 2).

5. Das System ist geeignet, schnelle digitale Daten zu übertragen und bietet deshalb im Hinblick auf zukünftige Aufgaben alle Möglichkeiten.

3. Die Deltamodulation

Die analogen Sprachsignale, erzeugt vom Mikrofon des Teilnehmers, sind also gleich am Eingang in die Telefonzentrale in digitale Werte mit den beiden Begriffen «0» und «1» umzuwandeln. Dies kann auf verschiedene Arten erfolgen. Beim GFX 1 wird die sog. kompandierte Deltamodulation angewendet. Das Blockschema Figur 3 dient dem Verständnis des Funktionsprinzipes.

An den beiden Eingängen eines Komparators (Vergleichers) stehen zwei Signale an. Am Plus-Eingang liegt die zu digitalisierende Sprachschwingung $x(t)$, am Minus-Eingang das von einem Integrator herrührende Signal $y(t)$. Durch den Vergleich der beiden Spannungswerte entsteht am Ausgang des Komparators ein logisch «1», wenn das Analogsignal x grösser ist. Umgekehrt entsteht ein logisch «0», wenn das Integrator-Ausgangssignal y grösser ist.

Diese «0» und «1» werden nun einerseits dem eigenen und anderseits über das Vermittlungssystem des Telefonautomaten dem Integrator des Gesprächsempfängers zugeleitet (Deltabit-Strom, in Anlehnung an die Deltamodulation).

Erhalten die Integratoren beispielsweise ein «1», weil der Analogwert am Eingang des Komparators höher als die Integrator-Ausgangsspannung ist, so wird letztere stetig mit einer bestimmten Steilheit angehoben. Durch diesen Regulierkreis wird somit die Integratorspannung $y(t)$ dem Analogsignal $x(t)$ angenähert nachgebildet.

Da der Gesprächsempfänger schliesslich die Nachbildung y zu hören bekommt, sei noch auf einige Faktoren bzw. Massnahmen, die die Qualität beeinflussen, hingewiesen.

Figur 4 zeigt die Angleichung der Integrator-Ausgangssignale an die Kurve des Analogsignals. Je häufiger der Vergleich der beiden Spannungen stattfindet, um so genauer ist die Anpassung. Im Automaten GFX 1 wird in der Sekunde 56 000mal abgetastet (in Figur 3 durch einen Kontakt dargestellt). Das heisst, in der Sekunde entstehen 56 000 «0» oder «1».

Figur 4 lässt zudem erkennen, dass die Angleichung der beiden Kurven noch besser gelingen würde, wenn die Steilheit der Integrator-Ausgangsspannung variabel der Steilheit des Analogsignales angepasst würde. Tatsächlich kann bei der *kompandierten* Deltamodulation, wie sie im GFX 1 angewendet wird, die Steilheit der Integratorkurve in acht Stufen gewählt werden. Der Integrator erhöht die Steilheit seiner linear ansteigenden oder abfallenden Ausgangsspannung automatisch um eine Stufe, wenn er hintereinander mehrere «1» bzw. «0» erhält, und zwar nach dem vierten, sechsten, achten, ... Bit. Die Steilheit wird dagegen um eine Stufe erniedrigt, wenn abwechselnd «0» und «1» auftreten, und zwar ebenfalls nach dem vierten, sechsten, achten, ... Bit. In Figur 5 ist dargestellt, wie die Integratorspannung sich nun besser dem steil ansteigenden Sprachsignal anzupassen vermag.

Die Zacken im oberen Kurvenverlauf werden übrigens durch ein dem Integrator nachgeschaltetes Tiefpassfilter eliminiert (Fig. 3).

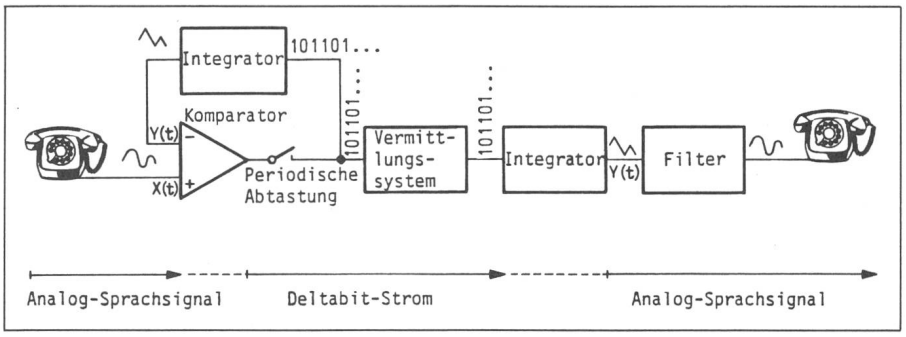

Fig. 3 Digitalisierung des Sprachsignals

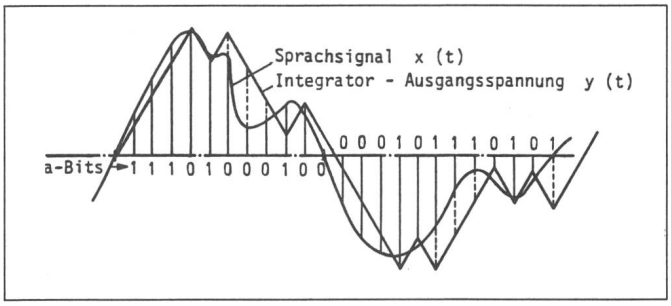

Fig. 4 Sprachsignal und Integrator-Ausgangsspannung

Aus dem Vergleich der beiden Kurven entstehen die Deltabit, welche auf die Integratorspannung rückwirken.

Fig. 5
Angepasste Steilheit der Integratorspannung

Der hörende Teilnehmer wird nicht feststellen können, dass die Sprache seines Gesprächspartners in digitaler Form durch die Telefonzentrale geführt wurde. Die Qualität der Übertragung entspricht vollauf den Normen für eine gute Telefonverbindung.

4. Das zeitmultiplexe Vermittlungssystem

Über die Haustelefonzentrale GFX 1, deren Anschlusskapazität übrigens 760 Teilnehmer und 96 Amtslinien beträgt, können gleichzeitig 140 Gespräche geführt werden. Für jede dieser 140 gleichzeitigen Verbindungen muss die Zentrale 56 000 bit/s in beiden Richtungen transportieren können, was immerhin über 15 Mbit/s ausmacht.

4.1 Das Busprinzip

Alle Teilnehmer sind an einer Sammelschiene, dem Bussystem, angeschlossen. Über dieses Bussystem erfolgt der Austausch der Impulse von Teilnehmer zu Teilnehmer. Während 300 ns steht z. B. der Bus der Verbindung zwischen den Teilnehmern A1 und B1 zur Verfügung. A1 und B1 benützen während dieser kurzen Zeitspanne den Bus für den Austausch von je 3 Deltabit. In den nächsten 300 ns erfolgt der gleiche Bitaustausch einer zweiten Gesprächsverbindung usw.

Nach 54 µs ist wieder die Verbindung A1–B1 an der Reihe. Nun ist leicht zu errechnen, dass in diesen 54 µs von den Teilnehmerschaltungen A1 und B1 gerade wieder je drei Deltabit (56 000 pro s) produziert und für die Übertragung bereitgestellt worden sind.

4.2 Die Zentralsteuerung

Die Regelung des Datenverkehrs auf dem Bus obliegt dem zentralen Computersystem. Dieses bestimmt also, welches Teilnehmerpaar in den laufenden 300 ns seine aufgestapelten drei Deltabit über den Bus austauschen darf. Voraussetzung hierfür ist natürlich, dass die Zentralsteuerung die Adressen (Teilnehmernummern) der an einer Verbindung beteiligten Teilnehmer kennt. Nachfolgend soll, unter Zuhilfenahme der Figur 6, die Steuerung des Bit-Austausches durch die Zentralsteuerung etwas vereinfacht erläutert werden.

Die Zentralsteuerung besitzt als Arbeitsspeicher einen Umlaufspeicher, d. h. ein zu einem Kreis geschlossenes Schieberegister (Ringschieberegister). Der ganze Kreis ist in 174 Bereiche, auch Zeitschlitze genannt, eingeteilt, wovon deren 140 für Gesprächsverbindungen bestimmt sind.

Die Kapazität eines Bereiches bzw. Zeitschlitzes beträgt 3×20 Bit (3 Worte à 20 Bit). In diesen 60 Speicherplätzen werden alle eine Verbindung betreffenden Informationen abgelegt: Nummer (Adresse) des einen Teilnehmers, die Nummer des andern Teilnehmers, die Deltabit sowie der Status der Verbindung. Für die Untersuchung des Funktionsablaufes beim Gesprächsdaten-Austausch sind nur die ersten drei dieser Informationen relevant.

Etwas über der Mitte der Figur 6 erkennt man den Umlaufspeicher mit den den Verbindungen zugeordneten Zeitschlitzen. Während sich der Ringspeicher gegen 19 000mal (56 000/3) in der Sekunde dreht, werden die den Verbindungen zugeordneten Zeitschlitze jeweils kurz an den Bus geschaltet.

Gezeichnet ist die Verbindung 1: In einer ersten Phase liegt die erste Hälfte des Zeitschlitzes (A1) am Systembus. Dieser ist unterteilt in Adress-, Empfangs- und Sendebus. Die Adresse des Teilnehmers A1, bestehend aus 10 Bit (z. B. 0100110110 = Teilnehmer 310) wird auf den zehndrähtigen Adress-Bus gegeben. Der Teilnehmer A1 erkennt auf diesen Leitungen seine eigene Adresse und wird deshalb aktiv. Er sendet die drei bereitgestellten Deltabit (weisses Dreieck) hintereinander auf den Sendebus und macht sich bereit, vom Empfangsbus drei an ihn gerichtete (schwarzes Dreieck) Deltabit aufzunehmen.

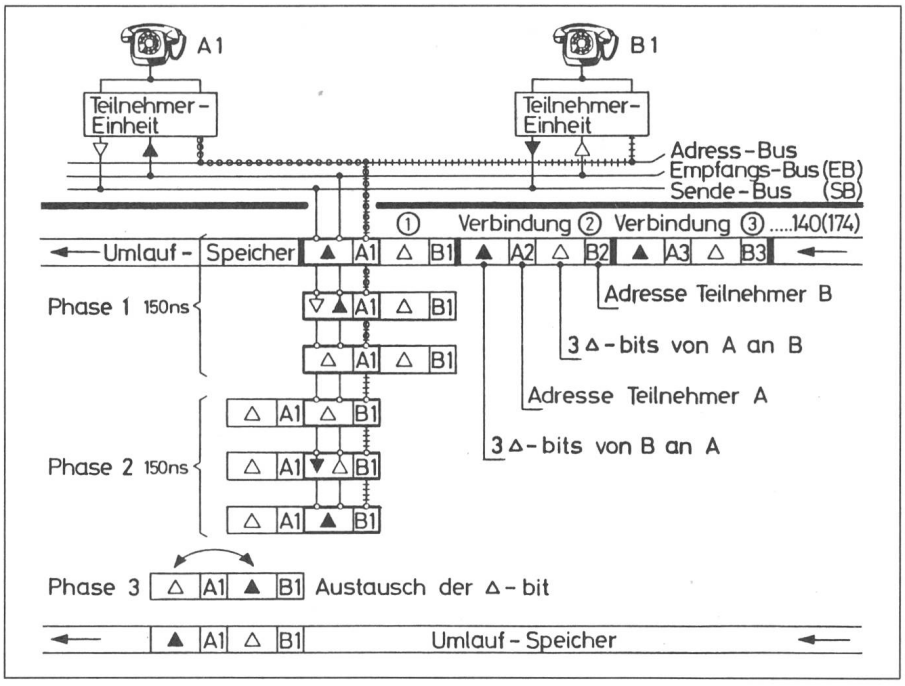

Fig. 6 Steuerung des Bit-Austausches durch die Zentralsteuerung. Das Bild zeigt den in 300 ns ablaufenden Vorgang

In der Zentralsteuerung werden – es ist dies im Bild mit einem zweiten Schritt verdeutlicht – die weissen Deltabit aufgenommen und gleichzeitig die schwarzen über den Empfangs-Bus dem Teilnehmer A1 zugesendet. Am Ende der ersten Phase (dritter Schritt) liegen im Speicher nun die Deltabit von A1, die später an B1 übermittelt werden müssen.

Die zweite Phase (150 ns später) läuft genau wie die erste ab, nur dass jetzt der Partnerteilnehmer B1 bedient wird. Am Ende der zweiten Phase, d. h. nach 300 ns liegen in der Speicherhälfte A1 Deltabit für B1 und in der Speicherhälfte B1 Deltabit für A1. Damit die hier zwischengespeicherten Deltabit bei der nächsten Anschaltung an den Systembus den richtigen Teilnehmer erreichen, müssen sie vorher in einer Anschlussphase 3 ausgetauscht werden.

Tatsächlich liegen nun die «weissen» und «schwarzen» Deltabit an den richtigen Plätzen, um bei der nächsten Anschaltung an den Bus – dann, wenn die Verbindung 1 wieder an die Reihe kommt – zum richtigen Teilnehmer gesandt zu werden.

Von der Phase des Gesprächs-Austausches augehend ist leicht zu verstehen, dass das gleiche Transport-System (der Bus) mit dem gleichen Steuermechanismus auch für die Übertragung irgendwelcher Signale in einem andern Zusammenhang benutzt werden kann, so zum Beispiel beim Aufbau einer Verbindung, welcher Vorgang hier abschliessend noch kurz gestreift sei.

Von den 174 Zeitschlitzen sind deren 140 für den Gesprächsdaten-Austausch reserviert. Weitere 16 haben die besondere Aufgabe, die Teilnehmerschaltungen nach einem Bedienungswunsch abzufragen. So wird beispielsweise das Abheben eines Mikrotels erkannt. Daraufhin wird ein freier Zeitschlitz (einer von den 140) zugeordnet und die Adresse des rufenden Teilnehmers darin abgelegt. Aus einem Tonspeicher werden Deltabit übernommen und dem Teilnehmer auf bekannte Art über den Bus übermittelt, so dass er den Summton hört.

Wählimpulse werden detektiert, während der Bearbeitung des Zeitschlitzes über den Bus in die Zentralsteuerung aufgenommen, in eine Adresse umgewandelt und ebenfalls in den Umlaufspeicher geschrieben, worauf der Teilnehmer Rufsignal erhält.

Wiederum während der Bearbeitung des Zeitschlitzes wird anhand von Signalisierbit festgestellt, dass der gerufene Teilnehmer das Mikrotel abgehoben hat und dass nun der ausführlich beschriebene Austausch der Deltabit zwischen den Teilnehmern beginnen kann.