

# Deltamodulation

Autor(en): **Fischer, Heinz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen**

Band (Jahr): **52 (1979)**

Heft 1

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-559937>

## **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.

Kameraobjektivs befinden. Mit der Ganzbildkamera wird am Bildschirm der gewünschte Ausschnitt gewählt und in die Mitte des eingeblendeten Fadenkreuzes gebracht. Nach Umschaltung auf die Detailkamera wird der Ausschnitt von dieser übernommen. Dies geschieht über einen Umlenkspiegel, der automatisch in die optische Achse einschwenkt. Die sehr hohe Bildqualität wird mit einer TV-Kamera erreicht, die mit 735 Zeilen und einer Bild-

frequenz von 60 Hz arbeitet. Auf dem Monitor ist dadurch eine hohe Bildauflösung und ein flimmerfreies Bild gewährleistet, das für ermüdungsfreies Betrachten eine wichtige Voraussetzung ist. Der elektronische Luftbildauswerter ist besonders für den militärischen Einsatz geeignet. Er ist sehr stabil, leicht transportierbar und bedingt einen minimalen Wartungsaufwand. Die Bedienung ist einfach und erfordert keine speziellen Kenntnisse.

zusätzlich durch geringe Störanfälligkeit auch bei schlechten Übertragungsbedingungen auszeichnet. Ferner wird bei Verwendung von relativ niedrigen Übertragungsbitraten mit der Deltamodulation noch eine gute Sprachqualität erreicht.

## Prinzip der Deltamodulation

Die Deltamodulation hat mit dem in postalischen Netzen weit verbreiteten Zeitmultiplexverfahren, der Pulsmodulation (PCM), gemeinsam, dass die zu übertragende Information in der Zeit- und in der Amplituden-Achse quantisiert wird. Die Quantisierung in der Zeitachse erfolgt mittels periodisch wiederkehrender Abtastung der Signalamplitude, die Quantisierung in der Amplitudenachse mittels der eigentlichen Codierung.

Während nun aber bei der PCM immer der ganze, auf- oder abgerundete Momentanwert der Amplitude übertragen wird, beschränkt man sich bei der Deltamodulation darauf, das Vorzeichen der Differenz zwischen dem momentanen und dem vorhergehenden Abtastwert zu übertragen.

Dieses Grundprinzip der Deltamodulation ist in Abb. 1a veranschaulicht. Ein Komparator vergleicht den momentan anliegenden Amplitudenwert  $u_{NF}$  des NF-Signals mit dem aus den vorangegangenen Abtastungen abgeleiteten, quantisierten Wert  $u_q$ . Zum nächstfolgenden Abtastzeitpunkt wird das Vergleichsergebnis durch die Kippstufe K in ein binäres Datensignal transformiert. Pro Abtastung erhält man ein Bit, dessen Informationsinhalt das Vorzeichen des Vergleichsergebnisses darstellt. Der Wert  $u_q$  wird nun in einem Summierer um den Wert  $\Delta u$  dem Vorzeichen entsprechend korrigiert.

Aus Bild 1b ist ersichtlich, wie  $u_q$  in Stufen von  $\Delta u$  dem NF-Signal folgt oder zu folgen versucht. Offensichtlich ist bei konstantem  $\Delta u$  nur eine bestimmte maximale Steilheit des quantisierten Signals  $u_q$  möglich. Ist die Flanke des Eingangssignals  $u_{NF}$  steiler, dann tritt «Steilheitsübersteuerung» auf. Daraus entsteht die Notwendigkeit, die Stufengrösse  $\Delta u$  der Steilheit des NF-Signals anzupassen.

Man kennt verschiedene Verfahren, einen solchen Anpassprozess durchzuführen. Meist verbreitet ist ein adaptives Verfahren, das die Stufengrösse  $\Delta u$  annähernd im Rhythmus der Sprachlaute der Flankensteilheit des NF-Signals anpasst. Dabei gewinnt man aus dem Ausgangssignal des Codierers das Signal, das die Stufengrösse steuert. Man bedient sich dabei der folgenden Gesetzmässigkeit: Grosse Flankensteilheit des Signals führt zu längeren Sequenzen von Stufen in gleicher Richtung, d. h. gleichen Vorzeichens, und damit auch zu Sequenzen gleicher Bits. Mit andern Worten: die Stufengrösse  $\Delta u$  ist zu klein. Treten dagegen Sequenzen mit alternierendem Vorzeichen auf, so wird mit zu grossen Stufen quantisiert. Je kürzer also die Sequenzen gleicher Bits sind, umso klei-



Das elektronische Auswertegerät REVI II: Im Vordergrund das Durchleucht-pult mit den Filmlührungen, im Hintergrund der Bildmonitor

## Militärische Nachrichtentechnik

Heinz Fischer, dipl. Ing. ETH, Siemens-Albis AG (Zürich)

# Deltamodulation

Der nachfolgende Artikel ist der Technik der Deltamodulation gewidmet und in zwei Teile gegliedert. Im ersten Teil liegt das Schwergewicht in der Darstellung des Prinzips der Deltamodulation. Im zweiten Teil, der in der nächsten Nummer erscheint, wird das von Siemens und AEG-Telefunken gemeinsam entwickelte Deltamodulationssystem DX 15-60 beschrieben. Dieser stützt sich auf Lit. (5), dessen Verfassern Dohrer, Metzger und Wimmer für das zur Verfügung gestellte Bild- und Textmaterial an dieser Stelle gedankt sei.

## Einleitung

Die in der Nachrichtentechnik übliche analoge Übertragungstechnik wird zunehmend ergänzt durch digitale Verfahren. Neben andern für die Digitaltechnik typischen Vorzügen bieten digitale Zeitmultiplexsysteme gegenüber der Frequenzmulti-

plex-technik auch bessere Möglichkeiten zur Verschlüsselung der Gespräche und sonstigen Signale — eine wesentliche Forderung der militärischen Benutzer von Fernmeldesystemen.

Für bestimmte Anwendungszwecke hat sich nebst der Pulsmodulation (PCM) die Deltamodulation durchgesetzt, die sich

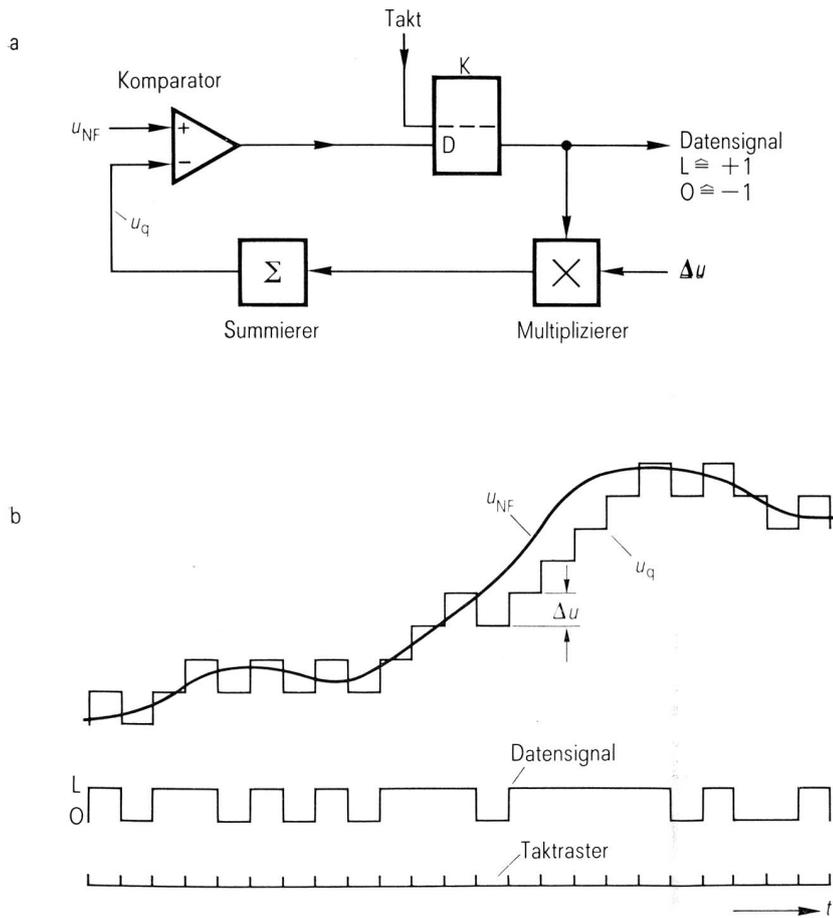


Abb. 1: Prinzip der Deltamodulation  
 a) Vereinfachter Blockschaltplan des Deltamodulators  
 b) Quantisierung des Sprachsignals mit konstanter Stufengröße  $\Delta u$

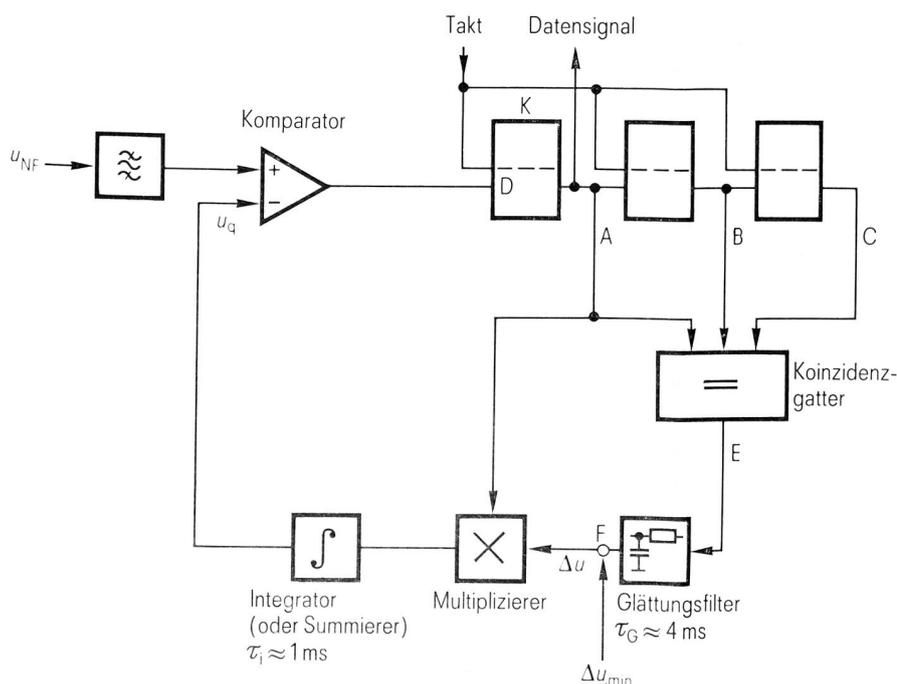


Abb. 2: Prinzip des CVSD-Codierers mit 3-bit-Koinzidenz E

ner muss die Stufengröße  $\Delta u$  werden (1). Als Ausführungsbeispiel betrachten wir uns das im Deltamodulationssystem DX 15-60 (siehe II. Teil des Artikels) zur Steuerung der Stufengröße angewandte Verfahren, das unter der Bezeichnung CVSD (Continuously Variable Slope Delta-Modulation) oder auch DCDM (Digitally Controlled Delta-Modulation) bekannt ist (2, 3). Das Prinzipschaltbild ist in Abb. 2 dargestellt.

Stehen an den Ausgängen A, B, C des Schieberegisters drei gleiche Bits (O O O oder L L L), dann gibt das Äquivalenzglied am Ausgang E einen Impuls ab. Die dementsprechend entstehende Rechteckspannung an E wird durch das nachfolgende Glättungsfilter (RC-Glied) annähernd arithmetisch gemittelt. An dessen Ausgang F steht sodann eine Steuerspannung  $\Delta u$  für die Stufengröße, welche proportional zur Häufigkeit der Impulse an E ist. Die Zeitkonstante des RC-Gliedes ist der Dauer der kürzesten Sprachlaute angepasst und beträgt etwa 4 ms. Da bei sehr kleinem oder fehlendem Empfangssignal 3-Bit-Koinzidenzen selten oder gar nicht vorkommen, wird zum Steuersignal an F noch ein Minimalbetrag  $\Delta u_{min}$  (Spannungssockel) für die kleinste Amplitudenstufe addiert.

Die weiteren Schaltungskomponenten des CVSD-Codierers sind identisch mit denen des in der Abb. 2 dargestellten, nichtadaptiven Deltamodulators.

Es ist typisch für die Deltamodulation, dass sich Codierer und Decodierer weitgehend gleichen. Beim Decodierer fehlt lediglich der Komparator. Wie beim Codierer wird aus dem Digitalsignal (Bit-Sequenzen) die Spannung für die Steuerung der Quantisierungsstufe gewonnen.

Der in Abb. 2 eingezeichnete Bandpass, der sowohl sende- als auch empfangsseitig vorhanden ist, unterdrückt unerwünschte Frequenzkomponenten ausserhalb des Sprachbandes (300 Hz bis 3400 Hz).

In der heutigen Nachrichtentechnik angewandte Deltamodulatoren werden meist mit einer Abtastfrequenz von 32 oder 16 kHz betrieben.

## Niederfrequenz-Uebertragungseigenschaften

In Abb. 1b haben wir erkannt, dass die Deltamodulation dem Phänomen der Steilheitsübersteuerung unterworfen ist. Steilheitsübersteuerung tritt dann auf, wenn die Flankensteilheit des NF-Signals  $d(u_{NF})/dt$  grösser ist als das Treppensignal  $\Delta u \cdot f_s$  ( $f_s$  = Abtastfrequenz), also wenn

$$\frac{1}{\Delta u \cdot f_s} \cdot d(u_{NF})/dt > 1$$

Die Uebersteuerungsgrenze ist somit direkt proportional der Abtastfrequenz  $f_s$  und — konstanter Pegel von  $u_{NF}$  vorausgesetzt — umgekehrt proportional der Signalfrequenz  $f_u$ . Bei konstanter gehaltener Abtastfrequenz und konstanter Treppenspannung  $\Delta u$  (kei-

ne Stufenadaptation) nimmt die Aussteuerungsgrenze um 6 dB pro Oktave mit steigender Signalfrequenz ab. Andererseits weiss man, dass Sprachsignale ihre grösste spektrale Leistungsdichte zwischen 200 und 600 Hz aufweisen. Darüber fällt diese mit etwa 8 bis 9 dB pro Oktave (4). Die Deltamodulation ist somit gut geeignet für Sprachsignale und solche, welche einen sprachähnlichen Spektralverlauf aufweisen. Dank der Stufenadaptation bei der adaptiven Deltamodulation erreicht man mit heute auf dem Markt erhältlichen Deltamodulationssystemen einen Dynamikumfang von 40 bis 50 dB bei einer Abtastfrequenz von 32 kHz, bzw. 20 bis 30 dB bei einer Abtastfrequenz von 16 kHz.

Der Signal-Geräusch-Abstand, gemessen mit einem Sinussignal von 800 Hz und mit einem Pegel von  $-20$  dBmO, beträgt bei den genannten Abtastfrequenzen etwa 28 dB bzw. 16 dB (5).

Obige Werte sind zur Erlangung von guter Sprachqualität ausreichend, vermöchten aber den hohen Anforderungen, wie sie an postalische Netze gestellt werden, insbesondere bei einer Abtastfrequenz von 16 kHz nicht zu genügen.

Auch Datenmodemsignale lassen sich mittels Deltamodulation übertragen. Deren spektrale Leistungsdichte unterscheidet sich jedoch wesentlich von derjenigen der Sprache, auf welche adaptive Deltamodulatoren in der Regel optimiert sein.

Deshalb ist die Anzahl der möglichen Modulationsabschnitte im Vergleich zur Sprache stark eingeschränkt. Dennoch können beispielsweise PSK-Datensignale von 2400 bit/s unter Einhaltung der üblichen Qualitätsanforderungen über mehrere Modulationsabschnitte übertragen werden.

Eine für militärische Belange bedeutende Eigenschaft der Deltamodulation ist deren geringe Störanfälligkeit. Störungen auf dem Uebertragungsweg, welche zu Bitfehlern führen, haben bei der Deltamodulation wenig Einfluss auf die Sprachqualität, da jedes Bit nur für eine Quantisierungsstufe steht. In der Sprache wahrnehmbar werden bei der CVSD Bitfehlerraten ab  $10^{-3}$ , störend wirken sie ab etwa  $5 \times 10^{-2}$ . Bei der Pulsmodulation liegen diese Werte vergleichsweise um etwa zwei Zehnerpotenzen ungünstiger.

Zusammenfassend darf die Deltamodulation als ein Modulationsverfahren gewertet werden, das sich besonders für Sprachübertragung unter erschwerten Verhältnissen — wenig zur Verfügung stehende Bandbreite, hohe Uebertragungsfehlerrate — eignet. Diese Eigenschaften treffen, mit Einschränkungen, ebenso auf die Uebertragung von Analogdatensignalen zu.

(Fortsetzung folgt)

### Elektronischer Vorwahlzähler

Der neue Elesta-Rückwärtszähler in Schalttafelausführung 86 x 72 mm ist für eine Speisespannung von 24 V = ausgelegt. Bei einem Ausfall der Speisespannung speichert ein eingebauter Akku den Zählerstand über drei Tage. Die 9 mm hohe LED-Anzeige ist auch auf eine grosse Entfernung gut ablesbar. Eine einfache Programmierung über Stecker an der Zählerrückseite ermöglicht eine rasche Anpassung an das jeweilige Zählproblem. Die industrielle Konstruktion und der Aufbau in modernster, störsicherer Schaltungstechnik erfüllt die hohen Anforderungen des Maschinenbauers.

Die technischen Möglichkeiten, wie Puls- oder Kontakt-Eingang, Zählgeschwindigkeit bis 10 kHz, Einzel- oder Repetierbetrieb, Torsteuerung, Relais- und kontaktloser Ausgang ergeben einfache Lösungen für verschiedene Anwendungsprobleme beim Zählen, Dosieren, Ablängen, Steuern und Ueberwachen. Elesta AG (Bad Ragaz)



Der neue elektronische Vorwahlzähler von Elesta AG

### Nato Integrated Communication System

Am 15. November startete die Nato einen neuen Satelliten, der dem Ausbau von NICS dienen soll. Hinter dieser Abkürzung verbirgt sich das vermutlich beste Telefon der Welt, das «Nato Integrated Communication System». Die Entwicklung dieses telefonischen Verbindungssystems war vor genau acht Jahren in Brüssel beschlossen worden.

Ab Anfang der achtziger Jahre wird es dank NICS dem amerikanischen Präsidenten möglich sein, im Bedarfsfall sofort eine Telefonkonferenz mit den Allianzpartnern sowie mit den wichtigsten militärischen Kommandostellen zu führen und verzugslos Massnahmen anzuordnen.

Das Nervenzentrum von NICS befindet sich in Friedenszeiten am Sitz der Nato in Brüssel, im sogenannten Situation Center. Ein hochspezialisiertes Personal verfolgt und analysiert hier ununterbrochen die Position der Streitkräfte des Warschauer Paktes. Obwohl die Angestellten natürlich zur Geheimhaltung verpflichtet sind, ist doch einiges bekannt über die Vorzüge dieses Kommunikationssystems, das auch in politischen oder militärischen Krisenzeiten die Verbindung zu den einzelnen Regierungen der Atlantikpakt-Länder aufrecht erhalten muss. Das System ist bereits heute gegnerischem Zugriff weitgehend entzogen. («Il est très difficile à l'ennemi de capter ou de brouiller les circuits de communications.») Sollte indessen ein Teil durch Zerstörung ausfallen, würde ein Computer sogleich andere Verbindungswege auswählen. Französische Angaben zufolge wäre NICS in der Lage, eine zerstörte Direktverbindung Paris-Bonn augenblicklich durch Einschalten anderer Linien aufrecht zu erhalten, z. B. über Ankara-Lissabon und Ottawa.

P.-Th. Braunschweig

### «Krieg im Aether»

Programm für das Wintersemester 1978/79

Kolloquium an der ETH Zürich  
von Divisionär A. Guisolan  
Hauptgebäude, Auditorium G 3  
Rämistrasse 101, Zürich

Beginn der Kolloquien jeweils 17.15 Uhr  
Gäste willkommen

Kolloquium Nr. 6

Mittwoch, den 24. Januar 1978

Kurzorientierungen aus dem Arbeitsbereich der Abteilung für Uebermittlungstruppen

Teil 1:

Fernmeldenetze in der Armee

Referent: Ch. Scherrer, Dipl. Ing. ETHZ,  
Chef Abteilung Planung und Elektronik  
Abteilung für Uebermittlungstruppen

Zusammenfassung: Die Wirksamkeit moderner Waffensysteme führt zu schnellen Lageänderungen, die ebenso schnelle Reaktionen erfordern. Ein erfolgreicher Einsatz der Waffen ist also nur möglich, wenn die Führung eng mit den operierenden Einheiten verbunden ist, d. h. wenn die Nachrichten schnell, störungsfrei und unmissverständlich übermittelt werden. Zur Zeit laufen international Vorhaben zur Modernisierung und Automatisierung der Netze. Auch die Schweiz plant Schritte in dieser Richtung.

Teil 2:

Kryptologie: Analyse und Synthese linearer Folgen

Referent: Dr. P. Nyffeler, Mathematiker  
Abteilung für Uebermittlungstruppen

### EVU-Zentralkurs 1979

Datum: 20. und 21. Januar 1979

Ort: Waffenplatz Bülach

Themen:

- Technischer Kurs Funkgerät SE-227
- Korrespondenten- und Verkaufskurs: Berichterstattung im PIONIER Werbung neuer Mitglieder

Anmeldung erbeten an:

Hptm H. Dinten, Zentralpräsident EVU  
c/o USOGAS, Grütlstrasse 44, 8027 Zürich