

GIT-KLAUSUR
FRÜHJAHR
2005

①

In Funkkanälen ist die Mehrwegausbreitung ein häufig auftretendes Phänomen.

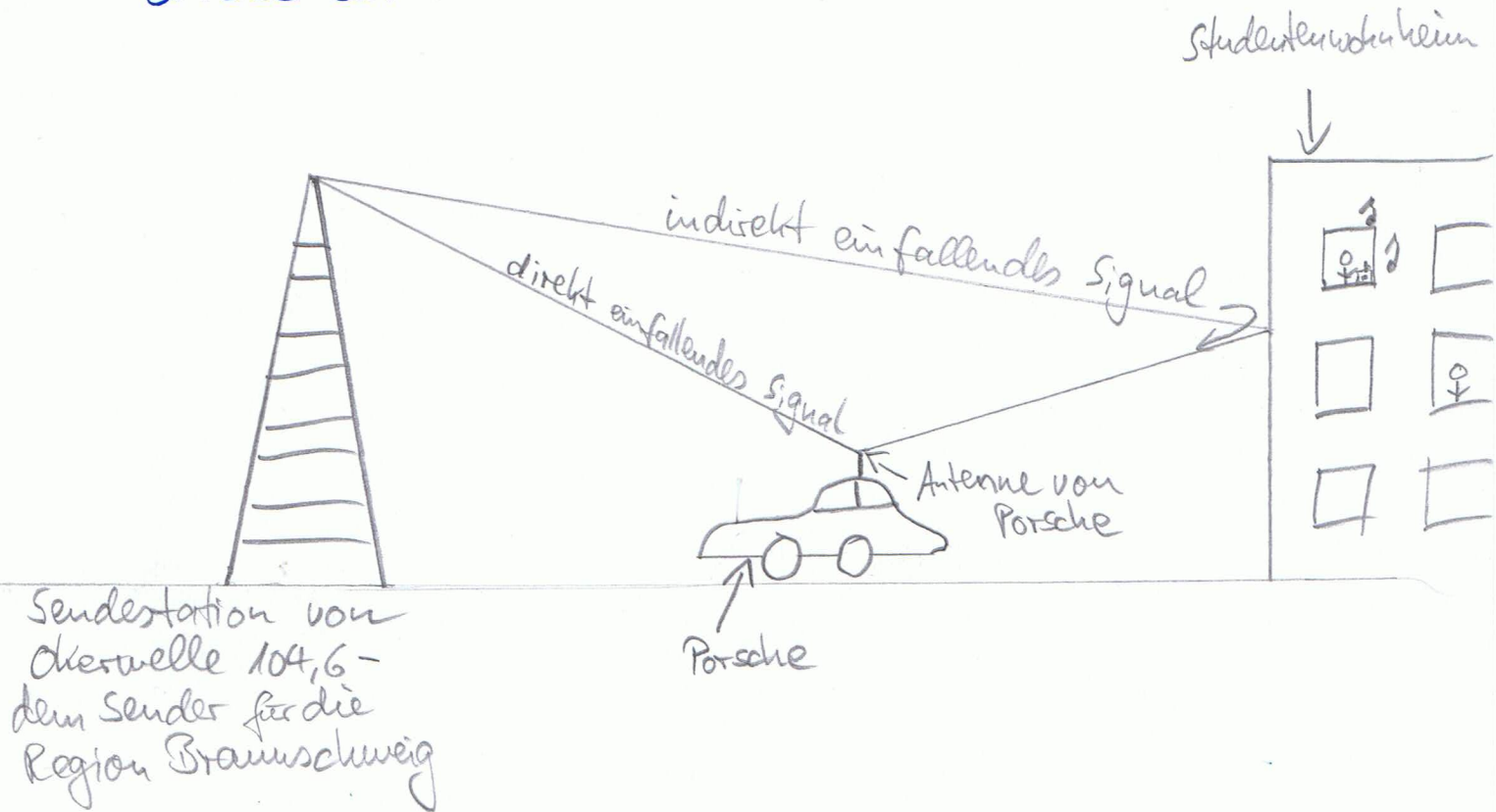
a)

Erläutern Sie den Begriff "Mehrwegausbreitung", verwenden Sie dazu eine Skizze.

Antwort:

Ein gesendetes Signal wird im terrestrischen Funkkanal auf dem Weg zum Empfänger direkt, aber auch durch Umwege (Reflexionen) gesendet, also "Mehrwegig".

Skizze zur Veranschaulichung:



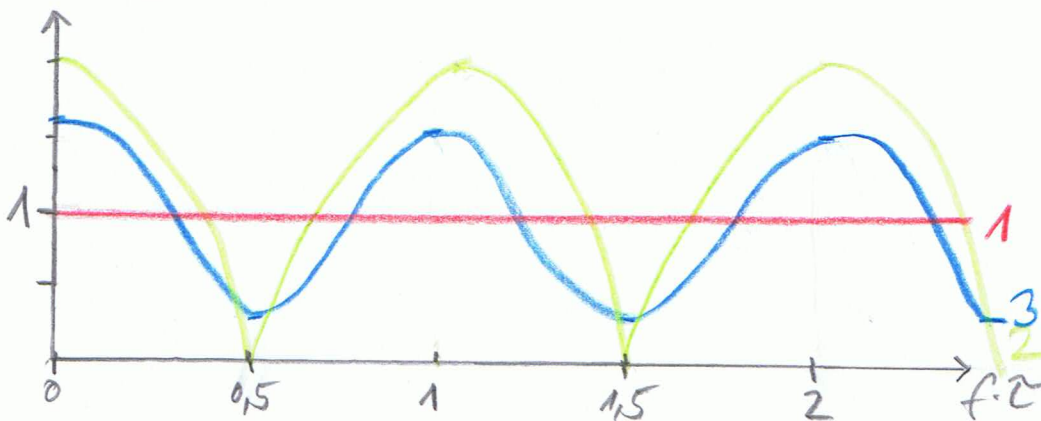
b) Skizzieren Sie für den Fall der 2-Wege-Ausbreitung die Kanal-Übertragungsfunktion über dem Produkt aus Frequenz und Laufzeitunterschied für die Sonderfälle:

1) Nur ein Signal mit der Amplitude 1 wird empfangen

2) Die Signale über die beiden Übertragungswege treffen an der Empfangsantenne mit gleicher Amplitude 1 ein

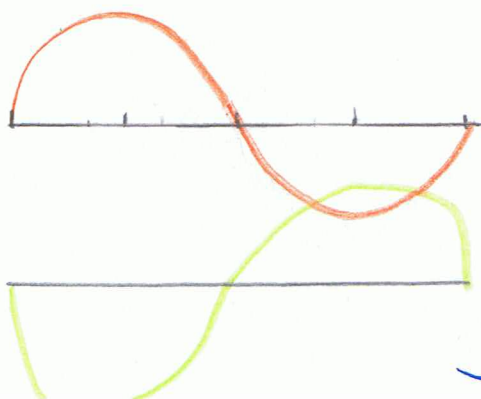
3) Die Amplituden stehen im Verhältnis $a_{unweg} = 2$ zu $a_{direkt} = 3$.

Skizze



1) dürfte klar sein

2) Stellen wir uns folgendes vor:



Wenn ich vernünftiger gezeichnet hätte, würde man sehen, dass bei einem Laufzeitunterschied von einer halben Schwingung (genau das ist ja dargestellt) die Addition beider Wellen genau 0 ergeben muss.

In der Skizze ist deshalb bei $f \cdot T = 0,5$ und jeder ganzen weiteren Schwingung (also $1,5$ usw.) das Signal gleich 0.
Wenn der Laufzeitunterschied 1 beträgt, dann gehen beide Wellen ja wieder exakt gleichmäßig, daher die höchste Signalstärke (wenn beide die Amplitude 1 haben somit die Stärke 2).

c) Welches Modulationsverfahren wird bei DAB (Digital Audio Broadcasting) verwendet, um den Effekt des Mehrwegeempfanges zu eliminieren?

Das sogenannte OFDM!

d) Erläutern Sie die sich hinter der in c) genannten Abkürzung für das Modulationsverfahren verborgenen Begriffe!

Orthogonal \Rightarrow Die Frequenzen sind rechtwinklig, also orthogonal, zueinander und können einzeln betrachtet werden

Frequency \Rightarrow Es geht um Frequenzen

Division \Rightarrow Das Signal wird in viele einzelne Trägerfrequenzen geteilt (\Rightarrow Division)

Multiplexing \Rightarrow Die Signale aus mehreren (multi) Quellen werden ~~in~~ durch einen Multiplexer gebündelt und über einen Weg übertragen...

2. Aufgabe

- a) Der Mensch ist das komplexeste der bekannten informationsverarbeitenden Systeme und besitzt eine große Zahl von Rezeptoren für äußere Reize. Für welche Reize existieren derartige Rezeptoren?

- Sehen
- Hören
- Schmecken
- Riechen
- Druck
- Schmerz
- Wärme
- Kälte

} Skript S. 11

- b) Wieviel Rezeptoren existieren insgesamt (Größenordnung)?

Ca. 200 Millionen
(2×10^8)

} Skript S. 11

- c) Nennen Sie die zwei bezüglich der Zahl der Rezeptoren wichtigsten Reizarten. Wieviele Rezeptoren existieren jeweils für diese beiden Arten (Größenordnung)?

1.) Auge (sehen) $\Rightarrow 2 \times 10^8$ (200 Millionen)

2.) Geschmack / Geruch \Rightarrow je ~~2~~ 10^7 (10 Millionen)

} Skript S. 11

d)

Um etwa welchen Faktor wird die Information von der Aufnahme an den Rezeptoren bis zur Übernahme in das Bewusstsein reduziert?

Im Skript auf Seite 12 sehen wir eine schematische Darstellung, die genau diese Informationsreduktion zeigt.

Dort steht, dass der Eingangsinformationsfluss circa 2×10^8 bit/s ist, die Übernahme ins menschliche Bewusstsein gerade mal 100 Bit/s.

Der Anteil lässt sich also durch $\frac{100 \text{ Bit/s}}{2 \times 10^8 \text{ Bit/s}}$ darstellen.

Das ist ein Anteil von einem Zweimillionstel.

Die Information wird also ~~um~~ etwa um den

Faktor ≈ 2 Millionen reduziert!

(Skript S. 12)

e)

Modellhaft kann die Informationsverarbeitung durch den Menschen als ein Blockschaltbild repräsentiert werden. Darin existieren ein "Kurzzeitspeicher" sowie ein "Langzeitspeicher".
Wie groß ist etwa die Speicherkapazität des Kurzzeitspeichers?

ca. 100 bit (Speicherdauer: 5-10s) } Skript S. 13

f)

Wie groß ist etwa die Speicherkapazität des Langzeitspeichers?

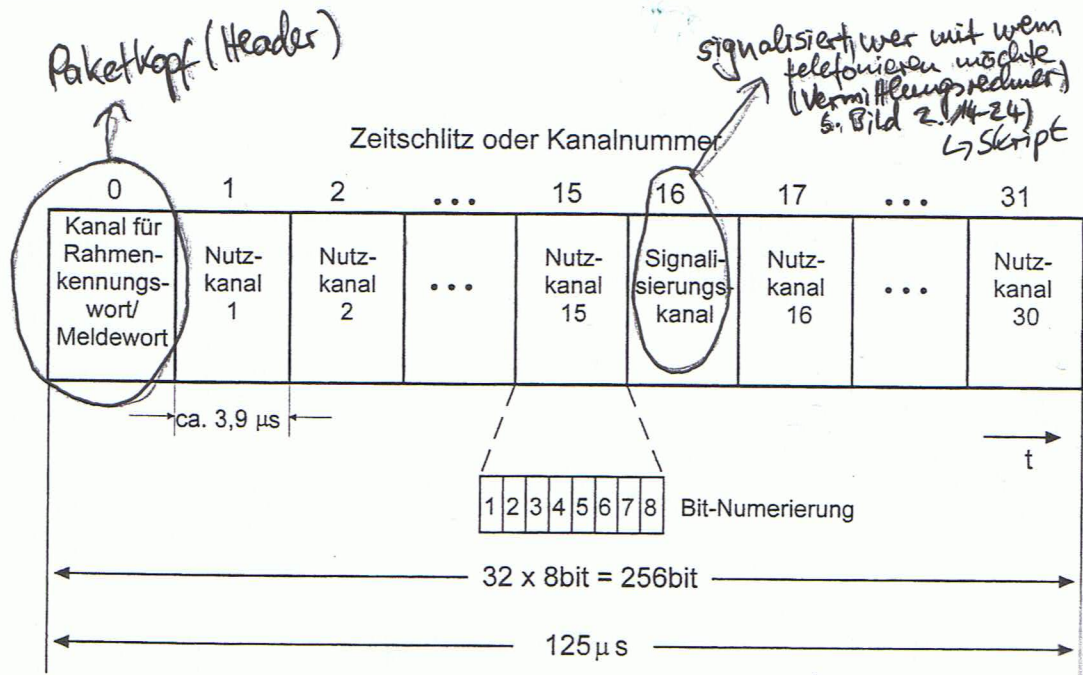
ca. $10^{12} - 10^{15}$ bit (Speicherdauer: Minuten bis Jahre)

Skript S. 13

3. Aufgabe

Das PCM-30-System gestattet die Übertragung von Fernsprechsignalen in digitalisierter Form.

a) Stellen Sie die Rahmenstruktur des PCM-30-Systems grafisch dar!



2.048 kbit/s \Rightarrow 2 Mbit/s

↳ Skript S. 25

b) Wie groß ist die zeitliche Dauer eines Rahmens und woraus wird diese abgeleitet?

Die zeitliche Dauer ist 125 μs (s. Zeichnung aus a))
 Sie ergibt sich daraus, dass die Abtastfrequenz 8 kHz ist und somit ist die Periodendauer, also die Dauer, die genau ein solches Paket "braucht", der Kehrwert davon, also $\frac{1}{8 \text{ kHz}}$,
 also $\frac{1}{8000 \frac{1}{s}} = \frac{1}{8000} \text{ s} = \underline{\underline{125 \mu\text{s}}}$.

c) Welche Aufgabe hat der Signalisierungskanal im PCM-30-Rahmen?

Er ist für die Zuordnung der Kanäle zuständig, soll heißen, er signalisiert, wer mit 8 wenn telefonieren möchte (Vermittlungsdienst).

d) Wieviel Bits pro Kanal werden in einem PCM-30-Rahmen übertragen?

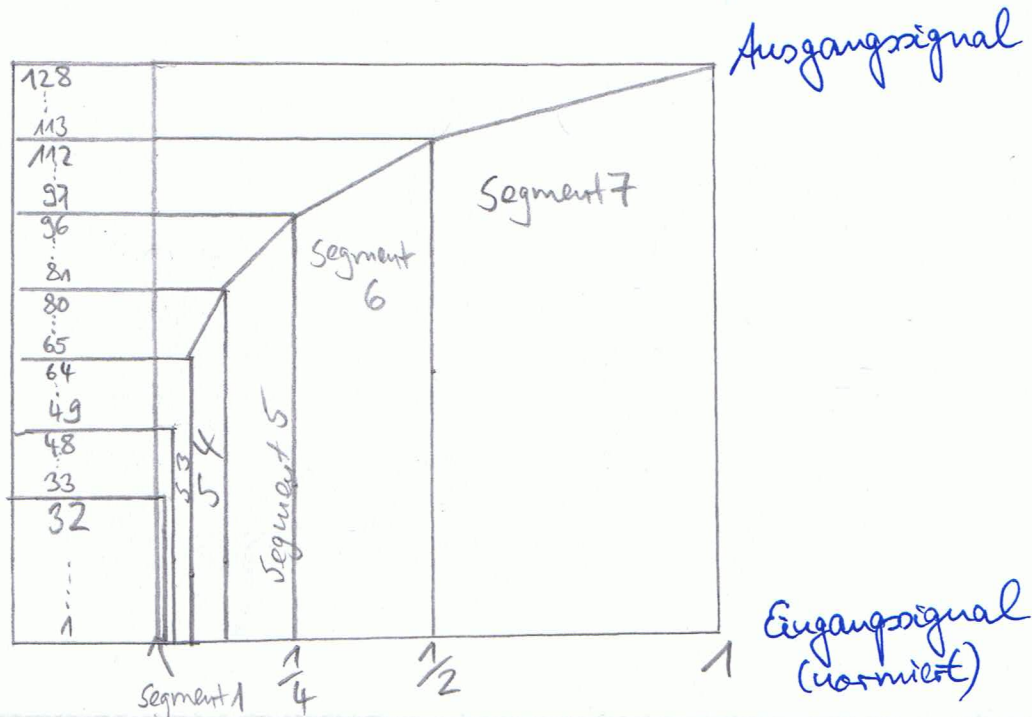
Pro Kanal werden 8 Bits übertragen (s. Zeichnung aus a))

e) Mittels welcher Technik wird das subjektiv wahrnehmbare Quantisierungsrauschen bei der Digitalisierung von Fernsprechsignalen minimiert?

Die Rede ist von der nicht-linearen oder auch ungleichmäßigen Quantisierung!

f) Auf wieviel Bits wird durch diese Technik die Quantisierung bei sehr kleinen Signalamplituden (zwischen $+1/64$ und $-1/64$ des normierten Eingangssignals) erhöht?

Gemeint ist das Bild von Seite 22.



Diese Frage ist etwas schwerer, als sie auf den ersten Blick scheint. Im Bereich kleiner Eingangssignalamplituden sehen wir sowohl im positiven als auch im negativen Bereich jeweils 32 Amplitudenstufen. Das macht 64 Stufen und wir wären leicht versucht zu antworten, wir hätten es mit einer 6-Bit-Quantisierung (denn $2^6 = 64$) zu tun.

So ist es aber nicht. Warum?

Wir müssen uns überlegen, wieviel Bit man benötigt, um konsequent das komplette Signal mit Stufen zu versehen.

Auf Deutsch: Wenn $\frac{1}{32}$ des gesamten Signals

64 Stufen hat ($\frac{1}{64}$ im positiven, $\frac{1}{64}$ im negativen, jeweils 32 Stufen, macht $\frac{2}{64} = \frac{1}{32}$ des Gesamtbereichs mit zusammen 64 Stufen), wieviel Stufen gäbe es dann für das komplette Signal?

32 $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{32} \Leftrightarrow 64 \text{ Stufen} \\ 1 \Leftrightarrow 2048 \text{ Stufen} \end{array} \right.$

Bei konsequenter Fortführung ließe das eine Anzahl von 2048 Amplitudenstufen.
Wieviel Bit sind das nun?

6 Bit \rightarrow 64
7 Bit \rightarrow 128
8 Bit \rightarrow 256
9 Bit \rightarrow 512

10 Bit \rightarrow 1024
11 Bit \rightarrow 2048

Hier ist also die Antwort:

Durch die Technik der nicht-linearen Quantisierung wird die Quantisierung bei sehr kleinen Signalamplituden auf 11 Bit erhöht!