



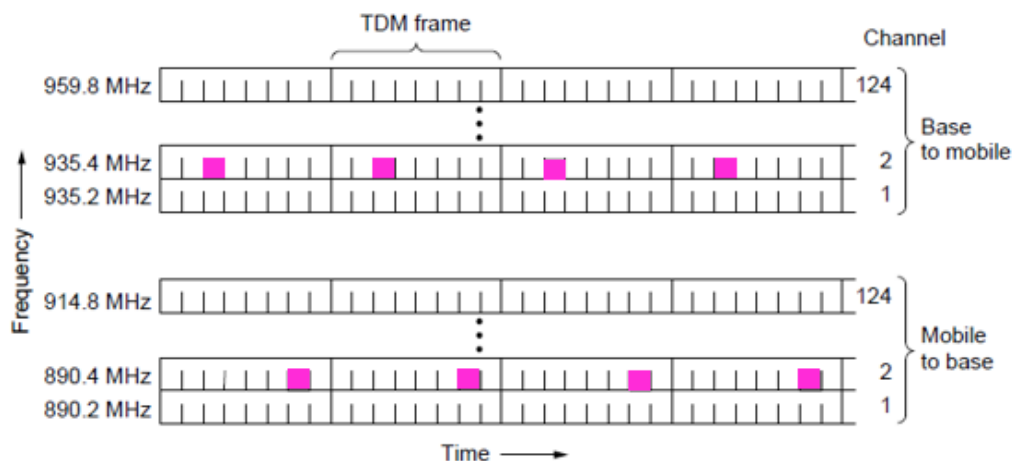
Übung 03: Digitale Modulation, Rahmenbildung

Aufgabe 1: Digitale Modulation im „Passband“

- Das Signal 0101 wird digital mit einer Phasenmodulation und Phasenverschiebungen von 180° moduliert. Zeichnen Sie **qualitativ** ein beliebiges, mögliches Übertragungssignal im zeitlichen Verlauf (=Zeitbereich)!
- Ein Konstellationsdiagramm eines Modems enthält 4 Datenpunkte an den folgenden Koordinaten: (1,1), (1,-1), (-1, 1), (-1, -1). Welche Bitrate (Bit/s) kann ein Modem mit diesen Parametern erreichen, wenn es 1200 Symbole pro Sekunde verarbeitet.
- Bei der Modemübertragung eines Signals aus Aufgabe b) wird fälschlicherweise ein *einziges* Mal das Symbol (1,1) aufgrund von Rauschen als das Symbol (1,-1) detektiert. Wie viele Bitfehler entstehen?
- Benötigt ein Vollduplex QAM-64 Funkmodem verschiedene Frequenzbereiche?

Aufgabe 2: Multiplexing

- Welche grundsätzlichen Möglichkeiten gibt es, mehrere Signale über einen gemeinsamen Kanal zu senden. Erklären Sie kurz das jeweilige Prinzip!
- Der Mobilfunkstandard GSM verwendet eine Mischung aus TDMA und FDMA für den Weg von der Basisstation zu den Mobilfunknutzern. Sowohl für den Downlink als auch für den Uplink unterteilt die Basisstation den verfügbaren Frequenzbereich in 124 Kanäle mit je 200 kHz. Jeder Kanal verwendet wiederum TDMA und kann bis zu 8 Telefonate unterstützen. Dazu werden die Telefonate per „Round Robin“ durchgewechselt: Nach je 0,577 ms (= 1 Slot) wird gewechselt, innerhalb von 0,577 ms können 156 Bits übertragen werden.
 - Welche maximale Gesamt-Bitrate (über alle Benutzer) unterstützt eine GSM Basisstation sowohl für den Uplink als auch für den Downlink?
 - Wie viele Telefonate sind bei einer GSM Basisstation gleichzeitig möglich?



Aufgabe 3: Rahmenbildung

- Ein Link-Layer Protokoll verwendet folgende Zeichenkodierung:

A	01000111
B	11100011
FLAG	01111110
ESC	11100000

Es soll der 4-Character-Frame „A B ESC FLAG“ übertragen werden. Welche Bitsequenz wird auf der Physical Layer jeweils in folgenden Fällen übertragen?

- **Byte Count:** Am Anfang des Frames wird die Länge des Frames *binär-kodiert* übertragen.
 - **Byte Stuffing:** Anfang und Ende des Frames wird durch FLAG Zeichen markiert.
 - **Bit Stuffing:** Anfang und Endes des Frames wird durch FLAG Zeichen markiert. Die Link Layer verwendet Bit Stuffing, falls sie das Bit 1 fünfmal hintereinander senden muss.
- b) Was ist der maximale Overhead des *Byte-Stuffing* Verfahrens bzw. um wieviel ist die übertragene Datenmenge maximal größer als die Nutzdatenlänge?
- c) Sie erhalten einen Frame. Auf Senderseite wurde das Bit Stuffing-Verfahren eingesetzt wie in der Vorlesung beschrieben. Kann der erhaltene Frame eine Folge von 6 1er-Bits enthalten?

Aufgabe 4: MAC Adressen

- a) Starten Sie die Linux-VM aus „Betriebssysteme“.¹
- Wie lautet die MAC Adresse der Netzwerkkarte Ihres Gast-Betriebssystems?
 - Wie lautet die MAC Adresse der Netzwerkkarte in der VM?
- Tipp:* Kommandozeile, Tool `ip` oder `ifconfig`. Ggfs. Internet-Recherche!
- b) Die MAC Adresse gibt Auskunft über den Hersteller Ihrer Netzwerkkarte. Wer ist vermutlich der Hersteller der Netzwerkkarte Ihres Gast-Betriebssystems?
- Verwenden Sie den folgenden Link: <https://macvendors.com/>
- c) Versuchen Sie die MAC Adresse in der VM mit dem Kommandozeilentool `ip` zu ändern.
- Tipp:* <http://www.policyrouting.org/iproute2-toc.html>, ggfs. weitere Internet-Recherche
- Nicht vergessen, die Original-MAC Adresse anschließend wiederherzustellen! Normalerweise hilft ein Neustart.

Aufgabe 5: iPerf (optional, für Interessierte, kein Klausurstoff)

Mit iPerf3 kann man die maximal erreichbare Datenrate zwischen 2 PCs messen. Zumindest die Serverseite muss dazu aber über eine öffentliche IP erreichbar sein, ohne Firewall-Einschränkungen. Sie könnten z.B. den Durchsatz messen, wenn beide PCs im VPN der Hochschule angemeldet ist.

- a) Installieren Sie auf beiden PCs (nicht in der VM) iPerf3 das für alle gängigen Betriebssysteme verfügbar ist:
- <https://iperf.fr/iperf-download.php>
- b) Messen Sie die erreichbare UDP Bandbreite. Eine Seite ist der „Server“, die andere Seite der „Client“. Der Client muss die IP-Adresse des Nachbarn kennen:
- Server: `iperf3.exe -s`
 - Client: `iperf3.exe -u -c <ip-adresse> -b 1M`
- (Hinweis: UDP Test mit 1 Mbit/s, überlegen Sie wie Sie die IP Adresse herausfinden)
- c) Was bedeuten die gemessenen Werte für „Bandwidth“ und „Jitter“? Wie viele Pakete gingen verloren?

¹ Alternativ können Sie auch ein beliebiges Linux starten.