

**Zusammenfassung des TK-Praktikum des sechsten Semesters
Kommunikationsinformatik**

Praktikum

Deniz Kadiogullari und Christoph Drost

Erstgutachter: Harald Krauss

Zusammenfassung

Kurze Zusammenfassung des Inhaltes in deutscher Sprache, der Umfang beträgt zwischen einer halben und einer ganzen DIN A4-Seite.

Orientieren Sie sich bei der Aufteilung bzw. dem Inhalt Ihrer Zusammenfassung an Kent Becks Artikel: <http://plg.uwaterloo.ca/~migod/research/beckOOPSLA.html>.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	v
Listings	1
1 GSM Versuch	1
1.1 Allgemeine Beschreibung der Versuche	1
1.1.1 Versuchsaufbau	1
1.1.2 Die einzelnen Bauteile im Überblick	1
1.2 Visualisieren von Frequenzen	3
1.2.1 Frequenzen auflisten	3
1.2.2 Frequenzen darstellen	6
1.3 Anruf an die 2600	8
1.4 Datenmitschnitte	9
1.4.1 Anruf mitschneiden	9
1.5 Mitschnitt einer SMS	11
1.5.1 Versuchsaufbau	11
1.5.2 Versuchsdurchführung	11
2 BA Versuch	13
2.1 Allgemeine Beschreibung des Versuchs	13
2.2 Einrichten der Anlage	13
2.2.1 Einrichten der Ports	13
2.2.2 Einrichten der Routing Tabellen	14
2.3 Aufzeichnungen und Interpretationen des ISDN-D-Kanal Protokolls	15
2.3.1 Aufzeichnen des ISDN-D-Kanal Protokolls ??	15
2.3.2 Interpretieren des D-Kanal-Protokoll Mitschnitts	15
3 RSP Versuch	19
3.1 Einleitung	19
3.2 Switch und Router Konfiguration	19
3.2.1 Router start up running config	19
3.3 Packet Tracer	19
3.3.1 Versuchsaufbau	19
3.3.2 Messungen	19
3.3.3 Simulation Echo-Request/-Reply	19
3.4 Untersuchung des Paketflusses mit Wireshark	19

4	RSC Versuch	21
4.1	Einleitung	21
4.2	Downlink	21
4.3	Uplink	21
4.4	ARFCN	21
4.5	Untersuchung des Paketflusses mit Wireshark	21
5	SDH Versuch	23
5.1	Einleitung	23
5.2	Downlink	23
5.3	Uplink	23
5.4	ARFCN	23
5.5	Untersuchung des Paketflusses mit Wireshark	23
6	RN Versuch	25
6.1	Einleitung	25
6.2	Downlink	25
6.3	Uplink	25
6.4	ARFCN	25
6.5	Untersuchung des Paketflusses mit Wireshark	25
	Literatur	27

1 GSM Versuch

1.1 Allgemeine Beschreibung der Versuche

Im folgenden handelt es sich um ein Test-Versuch GSM. GSM ist die Abkürzung für Global System for Mobile Communications und ein Standard für die volldigitale Mobilfunknetze. Wir haben ihn bereits kennen gelernt, da alle unsere Handys darauf beruhen. GSM ermöglicht die eigentliche Telefonie, eine Datenübertragung und das Versenden und Empfangen von SMS, Short Message Services. Mittlerweile wurden für die Datenübertragung leistungsfähigere Standards, wie UMTS und LTE entwickelt, jedoch ist GSM noch nicht wegzudenken.

Der Versuch soll das Verständnis für die Technik vertiefen, die den reibungslosen Ablauf unserer Handygespräche ermöglicht. Zu diesem Zweck steht uns ein System zur Verfügung, das aus einer Antenne, der Technik zur Signalverarbeitung und einem Computer mit entsprechender Software besteht.

1.1.1 Versuchsaufbau

Der Aufbau des Versuchs ist auf den ersten Blick leicht beschrieben: Unser System besteht aus einer Antenne [1.1.2.1](#), einem USPR [1.1.2.2](#) und einem Computer [1.1.2.3](#).

1.1.2 Die einzelnen Bauteile im Überblick

1.1.2.1 Antenne

Dieses Bauteil wandelt die elektromagnetischen Signale in elektrische Signale um. Antennen sind in prinzipiell in allen Geräten enthalten, die etwas mit Funktechnik zu tun haben. Dazu zählen beispielsweise Radios oder auch Handys. Die Umwandlung hat den Hintergrund, dass die elektromagnetischen Single aus der Luft nicht direkt weiterverarbeitet werden können.

1.1.2.2 USPR

Das USPR, Universal Radio Peripheral, ist eine geschlossene Einheit, die das Verarbeiten der Empfangenen Signale ermöglicht. Es ist modular aufgebaut, sodass ein breites Frequenzspektrum abgedeckt werden kann. Für unseren Versuch interessieren aber nur die Frequenzen des GSM. Das USPR wird im folgenden nicht weiter betrachtet, da es nicht der Gegenstand des Versuchs war, sondern diesen nur ermöglicht hat.

1 GSM Versuch



Abbildung 1.1: USPR mit Antenne

1.1.2.3 Computer

Der Computer mit seiner entsprechenden Software ist die für den Versuch am interessanteste Komponente. Er ermöglicht es, die empfangenen Funksignale grafisch darzustellen und auszuwerten. Weiterhin stellt der Computer die Protokolle für den reibungslosen Ablauf und eine vollwertige U_m Schnittstelle zur Verfügung.

Zur Bereitstellung dieser Schnittstelle und der Protokolle wird das Softwarepaket OpenBTS genutzt.

Das Ziel des Versuchs ist es, die Paketdaten mitzuschneiden, die in einem GSM Netz auftreten. Vor dem Mitschnitt soll ein Grundverständnis über die Physik hinter dem GSM Netz geschaffen werden.

1.2 Visualisieren von Frequenzen

1.2.1 Frequenzen auflisten

1.2.1.1 Aufbau des Versuchs

Für die Visualisierung der Frequenzen werden die in 1.1.2 beschriebenen Komponenten benötigt. Aus der Softwarepaket OpenBTS werden die Tools lsursp, baudline und kal benötigt.

Neben der vorhandenen Hardware werden keine weiteren Geräte benötigt. Das Vorhandensein von Sendern in der Reichweite des Systems ist dennoch eine Voraussetzung.

1.2.1.2 Versuchsdurchführung

Mit dem Tool lsursp wird überprüft, ob die USRP 1.1.2.2 vom System erkannt wird.

Nachdem festgestellt wurde, dass die USRP angeschlossen und vom System erkannt wurde, kann der eigentliche Versuch beginnen. Hierzu wird das Tool kal mit dem Kommando „kal -s -DCS“ aufgerufen. Kal führt einen Umgebungsscan durch, das bedeutet, dass alle Frequenzen, die im DCS 1800 Band liegen und empfangen werden können, aufgelistet werden können.

1.2.1.3 Auswertung des Versuchs

Zur Erklärung, das DCS 1800 Band ist ein Frequenzband, das den Frequenzbereich um 1800 MHz nutzt. In Deutschland wurde dieser Bereich ursprünglich von den E-Netzen, also den Anbietern E-Plus und O₂ genutzt. Aus Kapazitätsmangel haben 1999 auch die großen D-Netz Betreiber DCS 1800 Frequenzen erworben. Der Umgebungsscan gibt also die Frequenzen aus, die mit GSM zu tun haben, auf einen Anbieter ist der Scan aber nicht beschränkt. Das Ergebnis der Umgebungsscans ist in Tabelle 1.1 aufgelistet. Jede Zeile dieser Auflistung besteht aus chan mit Frequenzen und power mit einem Wert.

Quellen
finden

chan Chan steht in diesem Fall für channel oder channel number. Dieser Wert wird auch als ARFCN, Absolute Radio Frequency Channel Number, bezeichnet. Der Hintergrund ist, dass ein Teilnehmer des GSM Netzes nicht das gesamte Frequenzband benötigt. Bzw. auch, dass andere Kommunikationsteilnehmer einer Base Station ausgeschlossen werden, wenn ein Teilnehmer exklusiv das gesamte Frequenzband nutzt. Deswegen werden die Frequenzbänder in Kanäle (channels), bzw. Kanalpaare, unterteilt. Das Kanalpaar hat den Hintergrund, dass GSM für den Down- und des Uplink unterschiedliche Frequenzen nutzt. Anhand der ARFCN kann die absolute Frequenz berechnet werden, die für die tatsächliche Kommunikation genutzt wird. Die Formel

1 GSM Versuch

chan:	555 (1813.8 MHz + 14.632kHz)	power: 1007.18
chan:	602 (1823.2MHz - 8.896kHz)	power 481.48
chan:	619 (1826.6MHz + 572Hz)	power: 1171.37
chan:	620 (1826.8 + 347Hz)	power: 727.63
chan:	630 (1828.8MHz + 177Hz)	power: 1421.75
chan:	631 (1820.0MHz + 209Hz)	power: 2495.22
chan:	637 (1830.2MHz + 403Hz)	power: 2876.83
chan:	640 (1830.8MHz + 508Hz)	power: 36384.61
chan:	641 (1831.0MHz + 508Hz)	power: 8809.88
chan:	647 (1832.2MHz - 32.386Hz)	power: 1305.97
chan:	648 (1832.4MHz - 32470Hz)	power: 10507.76
chan:	700 (1842.8MHz + 386Hz)	power: 21662.59
chan:	701 (1843.0MHz + 455Hz)	power: 4220.36
chan:	706 (1844.0MHz + 387Hz)	power: 27836.79
chan:	709 (1844.6MHz + 2.954Hz)	power: 1148.92
chan:	713 (1845.4MHz + 621Hz)	power: 6744.54
chan:	715 (1845.8MHz + 388Hz)	power: 20091.07
chan:	755 (1853.8MHz - 20.894Hz)	power: 458.32
chan:	764 (1855.6MHz + 485Hz)	power: 19349.83
chan:	765 (1855.8MHz + 381Hz)	power: 9962.32
chan:	769 (1856.6MHz + 38.177Hz)	power: 3226.76
chan:	798 (1862.4MHz + 498Hz)	power: 994.82
chan:	802 (1863.2MHz + 498Hz)	power: 118213.39
chan:	805 (1863.8MHz + 440Hz)	power: 5598.97

Tabelle 1.1: Auflistung der empfangenen Frequenzen

dazu ist in der Abbildung 1.2 beschrieben. Auf diese Thematik wird aber im weiteren Verlauf des Versuchs weiter eingegangen.

Den Scheiß habe ich mir quasi ausgedacht. Stimmt das annähernd?

power Power ist die Stärke, mit der das Signal empfangen wurde. Keine Ahnung welche Einheit.

Berechnung der Frequenzen Wie schon erwähnt, anhand dieser Auflistung ist es möglich, den Frequenzbereich von DCS 1800 zu errechnen. Zur Berechnung eines Frequenzbereichs gibt es einige Formeln. Welche genutzt wird, hängt davon ab, welche Werte bereits bekannt sind.

Dazu was richtiges schreiben

1.2 Visualisieren von Frequenzen

```
ubuntu@ubuntu: ~  
-A      antenna TX/RX (0) or RX2 (1), defaults to RX2  
-g      gain as % of range, defaults to 45%  
-F      FPGA master clock frequency, defaults to 52MHz  
-v      verbose  
-D      enable debug messages  
-h      help  
ubuntu@ubuntu:~$ kal -s DCS  
kal: Scanning for DCS-1800 base stations.  
DCS-1800:  
chan: 555 (1813.8MHz + 14.632kHz)      power: 1007.18  
chan: 602 (1823.2MHz - 8.896kHz)      power: 481.48  
chan: 619 (1826.6MHz + 572Hz)      power: 1171.37  
chan: 620 (1826.8MHz + 347Hz)      power: 727.63  
chan: 630 (1828.8MHz + 177Hz)      power: 1421.75  
chan: 631 (1829.0MHz + 209Hz)      power: 2495.22  
chan: 637 (1830.2MHz + 403Hz)      power: 2876.83  
chan: 640 (1830.8MHz + 508Hz)      power: 36384.61  
chan: 641 (1831.0MHz + 325Hz)      power: 8809.88  
chan: 647 (1832.2MHz - 32.386kHz)      power: 1305.97  
chan: 648 (1832.4MHz - 32.470kHz)      power: 10507.76  
chan: 700 (1842.8MHz + 386Hz)      power: 21662.59  
chan: 701 (1843.0MHz + 455Hz)      power: 4220.36  
chan: 706 (1844.0MHz + 387Hz)      power: 27836.79  
chan: 709 (1844.6MHz + 2.954kHz)      power: 1148.92  
chan: 713 (1845.4MHz + 621Hz)      power: 6744.54  
chan: 715 (1845.8MHz + 388Hz)      power: 20091.07  
chan: 755 (1853.8MHz - 20.894kHz)      power: 458.32  
chan: 764 (1855.6MHz + 485Hz)      power: 19349.83  
chan: 765 (1855.8MHz + 381Hz)      power: 9962.32  
chan: 769 (1856.6MHz + 38.177kHz)      power: 3126.76  
chan: 798 (1862.4MHz + 498Hz)      power: 994.82  
chan: 802 (1863.2MHz + 498Hz)      power: 118213.39  
chan: 805 (1863.8MHz + 440Hz)      power: 5597.97  
ubuntu@ubuntu:~$
```

Abbildung 1.2: Screenshot des Umgebungsscans

$\begin{aligned} \text{fuplink} &= \text{Startfrequenz} + (\text{ARFCN} - \text{Offset}) * 0,2\text{MHz} \\ \text{fdownlink} &= \text{fuplink} + \text{Abstand} \\ \text{fuplink} &= \text{fdownlink} - \text{Abstand} \\ \text{ARFCN} &= (\text{fuplink} - \text{Startfrequenz} / 0,2 \text{ MHz}) + \text{Offset} \end{aligned}$
--

Tabelle 1.2: Formel zur Berechnung des Frequenzbereichs

Da in unserem Versuch die Antenne als reiner Empfänger gearbeitet hat, haben wir nur Frequenzen empfangen, die von den Sendern als Uplink Frequenzen genutzt werden.

Die empfangenen Frequenzen lassen sich auch einzelnen Providern zuordnen. Für diese Zuordnungen gibt es Pläne, welche Frequenzen an wen vergeben wurden. Auf

Was zur Berechnung schreiben

1 GSM Versuch

der folgenden Abbildung ist zu sehen welche Frequenzen in Deutschland von welchem Providern benutzt werden.

	von (MHz)	bis (MHz)	Kurzzeichen	Sendeleistung	Reichweite	Modulation	Gepulst	Betreiber	Sonstiges	Beschreibung
	1.710,0	1.725,0	GSM 1800 (UL)	1W ERP (Peak)	16km	GMSK	JA	Militär	Pulsung mit 217Hz. Leistung schwankt von 25mW-1W (Peak)	Mobilfunk (E-Netz)
	1.725,2	1.730,0	GSM 1800 (UL)	1W ERP (Peak)	16km	GMSK	JA	T-Mobile	Pulsung mit 217Hz. Leistung schwankt von 25mW-1W (Peak)	Mobilfunk (E-Netz)
	1.730,2	1.752,4	GSM 1800 (UL)	1W ERP (Peak)	16km	GMSK	JA	O 2	Pulsung mit 217Hz. Leistung schwankt von 25mW-1W (Peak)	Mobilfunk (E-Netz)
	1.752,8	1.758,0	GSM 1800 (UL)	1W ERP (Peak)	16km	GMSK	JA	Vodafone	Pulsung mit 217Hz. Leistung schwankt von 25mW-1W (Peak)	Mobilfunk (E-Netz)
	1.758,2	1.780,4	GSM 1800 (UL)	1W ERP (Peak)	16km	GMSK	JA	E Plus	Pulsung mit 217Hz. Leistung schwankt von 25mW-1W (Peak)	Mobilfunk (E-Netz)
	1.805,0	1.820,0	GSM 1800 (DL)	300W ERP	16km	GMSK	JA	Militär	Pulsungen mit 217Hz. Organisationskanal mit 1.736Hz. Leistungen von 0,5-300W ERP möglich	Mobilfunk (E-Netz)
	1.820,2	1.825,0	GSM 1800 (DL)	300W ERP	16km	GMSK	JA	T-Mobile	Pulsungen mit 217Hz. Organisationskanal mit 1.736Hz. Leistungen von 0,5-300W ERP möglich	Mobilfunk (E-Netz)
	1.825,0	1.847,4	GSM 1800 (DL)	300W ERP	16km	GMSK	JA	O 2	Pulsungen mit 217Hz. Organisationskanal mit 1.736Hz. Leistungen von 0,5-300W ERP möglich	Mobilfunk (E-Netz)
	1.847,8	1.853,0	GSM 1800 (DL)	300W ERP	16km	GMSK	JA	Vodafone	Pulsungen mit 217Hz. Organisationskanal mit 1.736Hz. Leistungen von 0,5-300W ERP möglich	Mobilfunk (E-Netz)
	1.853,2	1.875,4	GSM 1800 (DL)	300W ERP	16km	GMSK	JA	E Plus	Pulsungen mit 217Hz. Organisationskanal mit 1.736Hz. Leistungen von 0,5-300W ERP möglich	Mobilfunk (E-Netz)

	Militär
	T-Mobile
	O2
	Vodafone
	e-plus

Abbildung 1.3: Frequenzentabelle der Provider [1]

Wenn man die Tabelle 1.1 und die Grafik 1.3 vergleicht, ergibt sich Tabelle ?? . Auffällig ist, dass keine Signale des Anbieters Vodafone empfangen werden, dafür aber mehrere militärische Kanäle.

1.2.2 Frequenzen darstellen

Der Versuch 1.2.1 hat ergeben, dass im GSM Standard verschiedene Frequenzen genutzt werden. Die Tatsache, dass Kanäle mit einer Breite genutzt werden, wirft die Frage auf, was es mit diesen Breiten auf sich hat und wie Informationen übertragen werden.

1.2.2.1 Aufbau des Versuchs

Der Aufbau des Versuchs entspricht grob dem Aufbau des Versuchs 1.2.1. Anstelle des Tools kal wird DSP-Buttler-Tool dsusrp genutzt.

1.2.2.2 Versuchsdurchführung

Vor Beginn des Versuchs muss der Umgebungsscan aus 1.2.1 wiederholt werden. Dadurch kann sicher gestellt werden, dass die Messung mit einer aktiven, bzw. gerade gesendeten Frequenz durchgeführt wird. Nachdem eine Frequenz gefunden wurde,

1.2 Visualisieren von Frequenzen

chan:	555 1813.8 MHz	Militär
chan:	602 1823.2MHz	T-Mobile
chan:	619 1826.6MHz	O ₂
chan:	620 1826.8 + 347Hz	O ₂
chan:	630 1828.8MHz	O ₂
chan:	631 1820.0MHz	Militär
chan:	637 1830.2MHz	O ₂
chan:	640 1830.8MHz	O ₂
chan:	641 1831.0MHz	O ₂
chan:	647 1832.2MHz	O ₂
chan:	648 1832.4MHz	O ₂
chan:	700 1842.8MHz	O ₂
chan:	701 1843.0MHz	O ₂
chan:	706 1844.0MHz	O ₂
chan:	709 1844.6MHz	O ₂
chan:	713 1845.4MHz	O ₂
chan:	715 1845.8MHz	O ₂
chan:	755 1853.8MHz	E-Plus
chan:	764 1855.6MHz	E-Plus
chan:	765 1855.8MHz	E-Plus
chan:	769 1856.6MHz	E-Plus
chan:	798 1862.4MHz	E-Plus
chan:	802 1863.2MHz	E-Plus
chan:	805 1863.8MHz	E-Plus

Tabelle 1.3: Auflistung der empfangenen Frequenzen

beginnt der eigentliche Versuch mit dem Kommando *dbusrp-f 699219*. Dieses Kommando startet ein Analysetool, das sowohl den Frequenz- als auch den Amplitudenbereich ausgibt.

1.2.2.3 Auswertung des Versuchs

Das Ergebnis dieses Versuchs kann in der Grafik 1.4 betrachtet werden. Die Wellen im oberen Bereich der Darstellung sind die Darstellung im Zeitbereich, die unteren Wellen sind die Darstellung im Frequenzbereich. In der Mitte wird das Signal im Wasserfallmodell dargestellt. Das Wasserfallmodell zeigt wie sich die Grundfrequenz durch abziehen oder hinzufügen von Frequenzen verändert wird. Die Darstellung des Signal erinnert

1 GSM Versuch

Wat han
mir wei
davon?

stark an weißes Rauschen

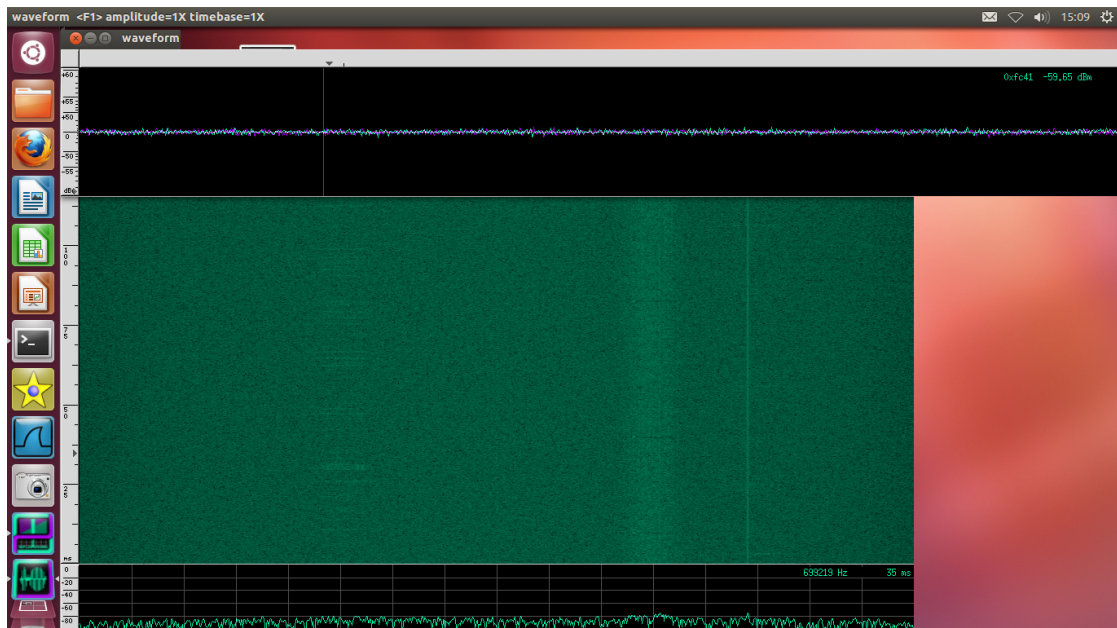


Abbildung 1.4: Eine visualisierte Frequenz

1.3 Anruf an die 2600

Es soll ein Anruf auf die 2600 was dem echo-Dienst entspricht durchgeführt werden. Dazu benötigen wir den am Anfang beschriebenen Versuchsaufbau sowie ein GSM-Fähiges Mobiltelefon das in dem Netz registriert ist. Als erstes muss das OpenBTS system gestartet werden dies erfolgt über mehrere Konsolen Befehle, da OpenBTS aus mehreren Komponenten besteht. Zuerst muss der Authentication-Service gestartet werden dies erfolgt durch den Befehl sipauthserve. Dannach muss die SMqueue gestartet werden die für die Weiterleitung der SMS verantwortlich ist, mit dem Befehl smqueue wird der Service gestartet. Der eigentliche OpenBTS Service muss ebenfalls gestartet werden. Dieser Dienst stellt den Kern des Systems dar, alle anderen Prozesse agieren mit diesem Prozess. Ausserdem brauchen wir noch den Asterisk Service der bereits in diesem Dokument erklärt worden ist. Diesen starten wir in einer neuen Konsole mit dem Befehl asterisk -r. Alle Befehle müssen als Superuser ausgeführt werden, sonst würden die Berechtigungen dazu fehlen. Um sich in dem Netz mit seinem eigenen Mobiltelefon registrieren zu können wählen wir das entsprechende Netz aus und erhalten unsere IMSI. Nun kann die 2600 angerufen werden und der Versuch durchgeführt werden.

1.4 Datenmitschnitte

Der vorangegangene Versuch sollte die physikalischen Eigenschaften des GSM Standards vermitteln. Der folgende Versuch beschäftigt sich mit den Protokolleigenschaften des GSM. Daher werden Situationen simuliert, die täglich millionenfach in den deutschen GSM Netzen stattfinden. Den Datenverkehr, den diese Situationen verursachen werden wir mitschneiden und analysieren.

1.4.1 Anruf mitschneiden

1.4.1.1 Versuchsaufbau

Die Hardware entspricht der des Versuchs 1.2.1. Der Unterschied liegt in der Software. Diese simuliert ein eigenes GSM Netz. Als Softwarepaket wird Open BTS genutzt, was wieder mit mehreren Softwarekomponenten interagiert. Die für uns relevanten Teile des Open BTS sind im wesentlichen:

- Sipauthserve - Ist für die Authentifizierung verantwortlich
- Smqueue - Ein store-and-forward SIP Server, dient der Weiterleitung von SMS
- Asterisk - Stellt die Telefonanlage zur Verfügung

Diese Software erlaubt in Verbindung mit der Hardware den Betrieb eines eigenen GSM Netzes. Zum Mittschnitt der Daten steht das Tool Wireshark zur Verfügung. Wireshark ist ein Protocol Analyzer, damit ist es möglich einzelne Datenpakete mitzuschneiden.

Die Hardware wird um ein Mobiltelefon erweitert. Dieses ist bereits konfiguriert und registriert. Dieses Mobiltelefon ermöglicht die Kommunikation und Interaktion mit dem GSM Netz.

1.4.1.2 Versuchsdurchführung

Zu Beginn des Versuchs muss die Software gestartet werden. Da die einzelnen Programme untereinander Abhängigkeiten haben, müssen sie in einem Befehl gestartet werden. Der Befehl `sudo sipauthserve & sudo smqueue & sudo OpenBTS & sudo OpenBTSCLI` startet die grundsätzliche Funktionalität des GSM Netzes. Mit dem Befehl `sudo asterisk -r` startet die Vermittlungenlage.

Nachdem die die Vorbereitungen abgeschlossen sind, steht ein GSM Netz zur Verfügung. Für den Mitschnitt der Daten muss noch Wireshark konfiguriert werden. Hierzu wird das Filter `!(udp port 5700 || udp port 5702 || icmp)` gesetzt. Ein Filter in Wireshark hat den Vorteil, dass beim Datenmitschnitt die umrelevanten Daten herausgefiltert werden können und damit die doch sehr umfangreiche Datenmenge reduziert werden kann.

Der Anruf wird auf die Telefonnummer 2600 getätigt. Diese Telefonnummer ist als echo Kanal konfiguriert, das heißt, dass das Gespräch vom Netz wieder zurück zum Teilnehmer geschickt wird.

Stimmt das denn auch? Das mit den Abhängigkeiten und gleichzeitigig starten

1 GSM Versuch

Nachdem der Versuch vorbereitet ist, wird über das Mobiltelefon die Nummer 2600 angerufen.

1.4.1.3 Auswertung des Versuchs

Der Echo Kanal funktioniert, wie beschrieben. Die Sprachdaten, die ans Netz gesendet werden, werden wieder vom Netz zurück geschickt.

Hier die Datenpakete, bzw. deren Analyse rein

Wird der Versuch mit einem eigenen Mobiltelefon ausgeführt, muss sich dieses erst an am Netz anmelden. Diese Anmeldung wird vom Netz mit einer SMS bestätigt.

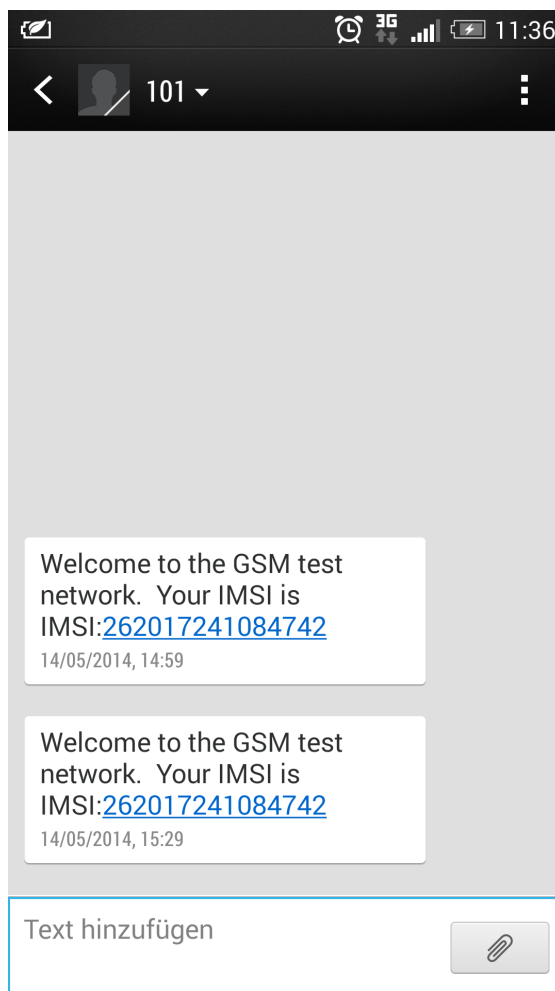


Abbildung 1.5: Quittierung der Einwahl in das GSM Netz

1.5 Mitschnitt einer SMS

1.5.1 Versuchsaufbau

Der Aufbau des Versuchs entspricht dem Aufbau 1.4.1.1.

1.5.2 Versuchsdurchführung

Die Durchführung entspricht der Durchführung 1.4.1.2. Anstatt des Anrufs an die Nummer 2600 wird eine SMS mit dem Inhalt „info“ an die Telefonnummer 411 geschickt.

1.5.2.1 Auswertung des Versuchs

Als Antwort auf die SMS erhalten wir eine Antwort mit dem Inhalt der gesendeten SMS sowie weitere Informationen wie Zeiten.

In der Protokollanalyse sieht man, welche Datenpakete für den Versand einer SMS nötig sind. Die Grafik 1.6 zeigt das Packet das gesendet wird bei dem Verschicken einer SMS. Wie man schon in der Informationsspalte sehen kann wird die SMS von dem Mobiltelefon(MS) an das Netzwerk(NW) geschickt. In dem Feld TP-USER-DATA kann man sich den geschickten Inhalt ansehen. Was in diesem Fall high ist.

Die Grafik 3.1 zeigt die gleiche SMS. Der Unterschied ist, dass die SMS vom Netzwerk zum Mobiltelefon geschickt wird.

was
stand den
da noch
drin

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
265	54.564277	127.0.0.1	127.0.0.1	LAPDm	87	S, func=RR, N(R)=1
266	54.611896	127.0.0.1	127.0.0.1	GSMTAP	87	(CCCH) (RR) System Information Type 4
267	54.656874	127.0.0.1	127.0.0.1	LAPDm	81	U, func=UI (DTAP) (RR) Measurement Report
268	54.799273	127.0.0.1	127.0.0.1	GSM SMS	81	I, N(R)=0, N(S)=1(DTAP) (SMS) CP-DATA (RP) RP-DATA (MS to Netw

GSM SMS TPDU (GSM 03.40) SMS-SUBMIT	
0...	TP-RP: TP Reply Path parameter is not set in this SMS SUBMIT/DELIVER
0...	TP-UDHI: The TP UD field contains only the short message
0...	TP-SRR: A status report is not requested
1 0...	TP-VPF: TP-VP field present - relative format (2)
0...	TP-RD: Instruct SC to accept duplicates
01	TP-MTI: SMS-SUBMIT (1)
TP-MR: 27	
TP-Destination-Address - (411)	
Length: 3 address digits	
1...	No extension
000	Type of number: (0) Unknown
0001	Numbering plan: (1) ISDN/telephone (E.164/E.163)
TP-DA Digits: 411	
TP-PID: 0	
TP-DCS: 0	
TP-Validity-Period: 63 week(s)	
TP-User-Data-Length: (4) depends on Data-Coding-Scheme	
TP-User-Data	
SMS text: High	
<pre> 0000 39 01 16 00 01 00 03 81 14 f1 0e 11 1b 03 81 14 9..... 0010 f1 00 ff 04 c8 f4 19 0d</pre>	
Frame (81 bytes) Reassembled LAPDm (25 bytes)	
TP-Data-Coding-Scheme (g... Packets: 731 · Displayed: 731 (100.0%) · Load time: 0:00.182 Profile: Default	

Abbildung 1.6: SMS von Mobilstation an Netzwerk

1 GSM Versuch

No.	Time	Source	Destination	Protoc	Length	Info
635	81.706854	127.0.0.1	127.0.0.1	DNS	82	Standard query 0x790a A videosearch.ubuntu.com
636	81.706927	127.0.0.1	127.0.0.1	DNS	82	Standard query 0x790a A videosearch.ubuntu.com
268	54.799273	127.0.0.1	127.0.0.1	GSM SMS	81	I, N(R)=0, N(S)=1(DTAP) (SMS) CP-DATA (RP) RP-DATA (MS to Netw
379	60.468309	127.0.0.1	127.0.0.1	GSM SMS	87	I, N(R)=0, N(S)=5(DTAP) (SMS) CP-DATA (RP) RP-DATA (Network to

RPDU (not displayed)

▶ GSM A-I/F RP - RP-DATA (Network to MS)

▼ GSM SMS TPDU (GSM 03.40) SMS-DELIVER

0... .. = TP-RP: TP Reply Path parameter is not set in this SMS SUBMIT/DELIVER

.0... .. = TP-UDHI: The TP UD field contains only the short message

..0... .. = TP-SRI: A status report shall not be returned to the SME

....0... = TP-WMS: More messages are waiting for the MS in this SC

.....00 = TP-MTI: SMS-DELIVER (0)

▼ TP-Originating-Address - (411)

Length: 3 address digits

1... .. : No extension

.010... .. : Type of number: (2) National

....0001 : Numbering plan: (1) ISDN/telephone (E.164/E.163)

TP-OA Digits: 411

▶ TP-PID: 0

▶ TP-DCS: 0

▶ TP-Service-Centre-Time-Stamp

TP-User-Data-Length: (86) depends on Data-Coding-Scheme

▼ TP-User-Data

SMS text: 1 queued, cell 0.1, IMSI001011832121286, phonenum 10001000, at Aug 21 12:58:44, 'High'

0030 00 00 00 25 7e dc 07 00 01 00 0f 09 3e 01 2b ...%~... ..>.+

0040 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b 2b ++++++ ++++++

0050 2b 72 5d c5 07 16 00 +f]....

Frame (87 bytes) Reassembled LAPDm (102 bytes)

🔍 [N(S) (lapdm.control.n_s), 1 ...] Packets: 731 · Displayed: 731 (100.0%) · Load time: 0:00.182 Profile: Default

Abbildung 1.7: SMS von Netzwerk an Mobilestation

2 BA Versuch

2.1 Allgemeine Beschreibung des Versuchs

BA, Basic Access, ist der Standardanschluss an das ISDN Netz. Er wird von den Anbietern an Privatkunden und kleine Betriebe vergeben. Basic Access bietet zwei Nutzkanäle (B-Kanäle) und einen Signalisierungskanal (D-Kanal). Obwohl die Netzbetreiber nach und nach auf reine IP Netze umstellen, hat ISDN in öffentlichen Telefonnetzen einen hohen Stellenwert. Mit der Entscheidung, dass die Ortsvermittlungsanlagen digitalisiert werden sollte, wurde 1979 ein wichtiger Grundstein für ISDN gelegt. 1987 wurde ISDN in Pilotprojekten erfolgreich getestet und schließlich 1989 flächendeckend eingeführt. ISDN bietet im Vergleich zu den analogen Übertragungstechniken den Vorteil, dass zwei Nutzkanäle gleichzeitig übertragen werden können. Zusätzliche Vorteile resultieren aus der verbesserten Sprachqualität und der schnelleren Datenübertragung.

Der folgende Versuch soll das grundlegende Verständnis für ISDN vertiefen und gleichzeitig Einblicke in die Konfiguration gewähren. Der Einblick in die Konfiguration wird dadurch vermittelt, dass es zu dem Versuch gehört, die Anlage für den Versuch herzurichten. Durch Protokollmitschnitte und die bereitgestellten Unterlagen soll das grundlegende Verständnis für ISDN vermittelt werden.

2.2 Einrichten der Anlage

2.2.1 Einrichten der Ports

2.2.1.1 Aufbau des Versuchs

Als Switch steht ein Patapsco Liberator S zur Verfügung. Der Switch übernimmt die Funktionen des Netzes. Dazu gehören die TEI Vergabe, das Routing von Gesprächen und die Vergabe von Telefonnummern. Auf der Hardwareebene verbindet der Liberator die Telefone.

Zusätzlich steht ein EyeSDN Gerät. Dieses ermöglicht die Verbindung des Computers mit dem ISDN Netz und damit den Mittschnitt der Daten.

Zur Telefonie stehen zwei Telefone zur Verfügung und zum Konfigurieren des Systems ein Computer.

2.2.1.2 Versuchsdurchführung

Die Hardware ist zu Beginn des Versuchs bereits verkabelt. Nachdem die Software EyeSDN gestartet wurde, beginnt das Konfigurieren des Switches. Die Konfiguration des Swit-

War da
nicht
noch
was zur
Stromver-
sorgung?

2 BA Versuch

ches geschieht in der Anwendung Switchmanager. Dort werden die Ports eingerichtet, an denen die Telefone hängen und die Freizeichen eingestellt. Nach dem Upload wird die Konfiguration auf den Switch übertragen.

Die Einstellungen können direkt an den Telefonen getestet werden. Wenn der Hörer abgehoben wird, muss ein Freizeichen zu hören sein.

2.2.1.3



Abbildung 2.1: Der Liberator S [2]

2.2.1.4 Auswertung des Versuchs

Nachdem die Ports konfiguriert sind, und die Konfiguration auf den Liberator S übertragen sind, sind die Telefone grundsätzlich aktiv. Beide Telefone geben nach dem Abheben des Hörers ein Freizeichen.

2.2.2 Einrichten der Routing Tabellen

Nach dem Versuch 2.2.1 haben die Telefone bereits Grundfunktionalitäten. Zum Telefonieren und für die weiteren Versuche fehlt aber noch die Einrichtung der Routinginformationen. Ohne die Routinginformationen ist es nicht möglich, ein Gespräch von einem Telefon zum Anderen zu leiten, als zu telefonieren.

2.2.2.1 Aufbau des Versuchs

Der Aufbau des Versuchs entspricht dem vom Versuch 2.2.1. Dieser ist für den aktuellen Versuch aber eine Voraussetzung.

2.2.2.2 Beschreibung des Versuchs

Das Routing wird im Interface Term des Liberator Fensters eingerichtet. Für das Einrichten von Routen können Profile angelegt werden, dadurch bleibt das System flexibler. Wir richten ein neues Profil ein, und konfigurieren die Routen von Telefon 1 zu Telefon 2 und umgekehrt. Wie bereits im letzten Versuch werden die Einstellungen nach dem Hochladen wirksam.

2.2.2.3 Auswertung des Versuchs

Nachdem die Routen konfiguriert sind, ist es möglich das Telefon 2 vom Telefon 1 an anzurufen. Bzw. ein Anruf in die Umgekehrte Richtung ist auch möglich.

2.3 Aufzeichnungen und Interpretationen des ISDN-D-Kanal Protokolls

2.3.1 Aufzeichnen des ISDN-D-Kanal Protokolls ??

2.3.1.1 Versuchsaufbau

Der Versuchsaufbau entspricht dem Versuch 2.2.1. Die beiden vorangegangenen Versuche sind für diesen voraus gesetzt.

2.3.1.2 Versuchsdurchführung

Die spätere Auswertung wird erleichtert, wenn der, eventuell schon laufende, Mitschnittsdienst erst gestoppt wird und alle vorhandenen Ergebnisse verworfen werden. Nachdem das geschehen ist, wird der Mitschnittdienst wieder gestartet und das Telefon 1 vom Telefon 2 angerufen. Wenn das Telefon 2 klingelt wird der Hörer abgehoben und nach einem kurzen Moment wieder aufgelegt. Dadurch wird ein Gespräch aufgebaut und wieder abgebaut. Direkt nach dem Beenden des Gesprächs wird der Mitschnittdienst wieder gestoppt. Die Auswertung des Gesprächs beginnt, wenn der Mitschnitt im Fenster mit einem Doppelklick ausgewählt wird.

2.3.2 Interpretieren des D-Kanal-Protokoll Mitschnitts

2.3.2.1 Versuchsaufbau

Der Versuch ?? muss durchgeführt sein und die Ergebnisse müssen vorliegen. Für die Auswertung muss ein Computer mit der Software Wireshark bereit stehen.

2.3.2.2 Versuchsdurchführung

Die aufgezeichneten Protokolldaten werden mit Wireshark geöffnet.

2.3.2.3 Auswertung des Versuchs

Zur einfacheren und genaueren Auswertung des Versuchs sind in der Aufgabenbeschreibung 12 Fragen beschrieben.

1. **Welche Rahmen dienen der TEI-Vergabe, und welcher TEI-Wert wird dem Telefon von der Vermittlung zugewiesen?** - Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich

Verbindungsaufbau
skizzieren

Da kann
mehr als
Blindtext
stehen

2 BA Versuch

schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.



2. Wann ist der Aufbau der Schicht 2 abgeschlossen?
3. Welchen ISDN-Dienst fordert das Telefon von der Vermittlungsstelle an, welche Übertragungskapazität benötigt dieser Dienst?
4. Welche Kodierung des Sprachkanals wird gewählt?
5. Welche MSN-Nummer wird in welchem Rahmen übertragen?
6. Wann ist der gesicherte Aufbau der Schicht 3 abgeschlossen?
7. Welchen B-Kanal weist die Vermittlung der Verbindung zu?
8. Wo wird die gerufene Telefonnummer übermittelt?
9. Mit welchem Rahmen bestätigt die Vermittlung die Vollständigkeit der Rufnummer und beginnt den angeforderten Teilnehmer anzuwählen?
10. Mit welchem Rahmen signalisiert die Vermittlung, dass der gerufene Teilnehmeranschluss ein Endgerät besitzt, das den Sprachdienst erfüllen kann und ein Rufsignal aussendet?
11. Wann sind die Schichten 3 und 2 jeweils wieder vollständig abgebaut?

2.3 Aufzeichnungen und Interpretationen des ISDN-D-Kanal Protokolls

Nachricht / Nachrichtenelement	Alert	Call Proc	Conn	DISC	Info	Rel	Rel. Comp	Setup	Setup Ack
Bearer Capability									
Cause									
Channel Identification									
Process Indicator									
Display									
Date / Time									
Calling Party Number									
Called Party Number									
Sending Complete									
Facility									
User to User Information									

Tabelle 2.1: Genutzte Nachrichten

12. Bei ISDN gibt es die Möglichkeit, bei einem abgehenden Ruf die Zielrufnummer vor oder nach dem Abheben des Hörers einzugeben. Wodurch unterscheidet sich die Signalisierung auf Schicht 3 (SETUP- und INFO Nachricht) der Teilnehmerschnittstelle in diesen beiden Fällen?

Nur dass das TODO die Tabelle nicht kaputt macht

Haben wir den Versuch mit dem aufgelegten Hörer gemacht?

3 RSP Versuch

3.1 Einleitung

3.2 Switch und Router Konfiguration

3.2.1 Router start up running config

3.3 Packet Tracer

Mit Packet Tracer lassen sich verschiedene Hardware-Szenarien nach spielen und virtuell aufbauen. Es stehen verschiedene Hardware-Produkte zur Verfügung die sich konfigurieren lassen und beliebig verkabeln lassen. Das folgende Szenario soll erstellt und damit gearbeitet werden.

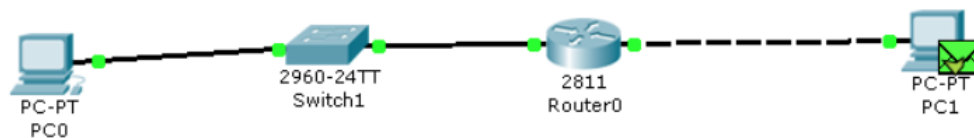


Abbildung 3.1: SMS von Netzwerk an Mobilestation

3.3.1 Versuchsaufbau

3.3.2 Messungen

3.3.3 Simulation Echo-Request/-Reply

3.4 Untersuchung des Paketflusses mit Wireshark

4 RSC Versuch

4.1 Einleitung

4.2 Downlink

4.3 Uplink

4.4 ARFCN

4.5 Untersuchung des Paketflusses mit Wireshark

5 SDH Versuch

5.1 Einleitung

5.2 Downlink

5.3 Uplink

5.4 ARFCN

5.5 Untersuchung des Paketflusses mit Wireshark

6 RN Versuch

6.1 Einleitung

6.2 Downlink

6.3 Uplink

6.4 ARFCN

6.5 Untersuchung des Paketflusses mit Wireshark

Literatur

- [1] Aaronia AG. *Frequenznutzungsplan GSM 1800*. <http://www.aaronia.de/grundlagen/frequenzplaene/fre-gsm1800-de/>.
- [2] Patapsco. *Darstellung der Liberator S*. http://www.patapsco.co.uk/pdfs/Liberator_S_i_sdn_converter_i_sdn_converter.pdf.

Kolophon

Dieses Dokument wurde mit der L^AT_EX-Vorlage für Abschlussarbeiten an der htw saar im Bereich Informatik/Mechatronik-Sensortechnik erstellt (Version 1.0). Die Vorlage wurde von Yves Hary und André Miede entwickelt (mit freundlicher Unterstützung von Thomas Kretschmer und Helmut G. Folz).