

03 Ethernet Framing

1 Thema des Praktikums

Das folgende Praktikum umfasst Aspekte des Physical- und des Datalink –Layer von Ethernet.

Die Schwerpunkte des Praktikums sind

- Betrachten der Signalverläufe auf einer 10BASE2- und 10BASE-T-Verbindung mit dem Oszilloskop.
- Messung der Länge eines Ethernet-Frames mit dem Oszilloskop und Vergleich mit Wireshark.
- Herauslesen von Informationen aus dem codierten Übertragungssignal (Manchester-Code).
- Untersuchung des Signalverhaltens bei Kollisionen auf dem Ethernet.

Eine Statistik aus dem Feldbus-Bereich zeigt, dass 80% der Störungen auf Fehler zurückzuführen sind, die leicht mit einem Oszilloskop erkannt werden könnten. Integratoren flicken oft tagelang mit Trial-and-Error an der Software herum, weil sie sich scheuen oder gar nicht auf die Idee kommen, den Physical Layer genauer anzuschauen.

Andererseits stösst man rasch an Grenzen, wenn versucht wird, die Funktionen eines LAN mit einem Oszilloskop zu überprüfen, auch wenn diese äussert leistungsfähige Geräte sind.

Durch dieses Praktikum sollen Sie Möglichkeiten und Grenzen der Analyse von Signalverläufen in einem Netzwerk mit dem Oszilloskop erkennen.

2 Vorbereitung

Bestimmen / berechnen Sie mit Hilfe des Skripts die theoretischen Werte in den folgenden Tabellen für ein 10BASE2 Netzwerk. Die Messungen führen Sie dann im Praktikum durch.

Tabelle 1

Allgemeine Parameter	Theoretisch:	Gemessen (Abschnitt 3.1):
Signal Pegel (min./max.)	0 bis -2	0 und -2V
Bit-Zeit (ns)	100 ns	100ns
Länge der Preamble inkl. SFD (bit)	6400 ns	
Dauer des Interpacket Gaps (ns)	9.6 µs	8,2 µs

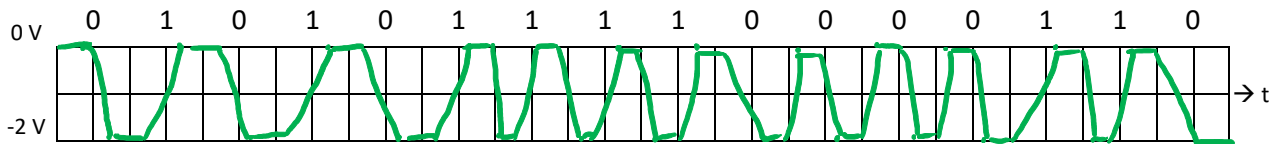
Tabelle 2

Frame mit 46 Byte Daten	Theoretisch:	Gemessen (Abschnitt 3.1):
Totale Länge (bit) inkl. Preamble etc.	576 Bit	---
Übertragungsdauer (µs)	57 µs	58 µs
Frame mit 1500 Byte Daten	Theoretisch:	Gemessen (Abschnitt 3.1):
Totale Länge (bit) inkl. Preamble etc.	1208 Bit	---
Übertragungsdauer (µs)	120,8 µs	1200 µs

Wie nennt man die Leitungscodierung, die bei 10 Mbit-Ethernet verwendet wird?

Manchester-Code

- Zeichnen Sie die 10BASE2-Signalfolge für die angegebenen Werte ein (Feldbreite entspreche 50 ns):



Offensichtlich gibt im 10BASE2-Signals Bereiche mit hohen und tiefen Frequenzen. Wann (bei welchen Bitfolgen) treten die hohen Frequenz und wann die tiefen Frequenzen auf?

Hohe Frequenzen: Abfolge von gleichen Bits

Tiefe Frequenzen: 1-0 Bits abwechselnd

- Suchen Sie Angaben zum Begriff «Normal Link Pulse» (NLP) bei Ethernet.

Wozu dient der NLP und bei welcher Ethernet Technologie kommt er primär zum Einsatz?

In 10 MBit/s - Netzen

Was sind die zeitliche Spezifikationen des NLP (Häufigkeit, Pulsbreite)?

periodisch alle 16 ± 8 ms ausgesendet

3 10BASE2

3.1 Leitungscode

Für dieses Praktikum werden die beiden Embedded Linux Boxen (ELB) verwendet, die über die serielle Schnittstelle bedient werden. Der Hub dient als Wandler von 10Base-T auf 10Base2.

Erstellen Sie den in Abbildung 1 gezeigten Aufbau und schliessen Sie dabei das Oszilloskop über ein T-Stück an die 10BASE2-Verbindung an.

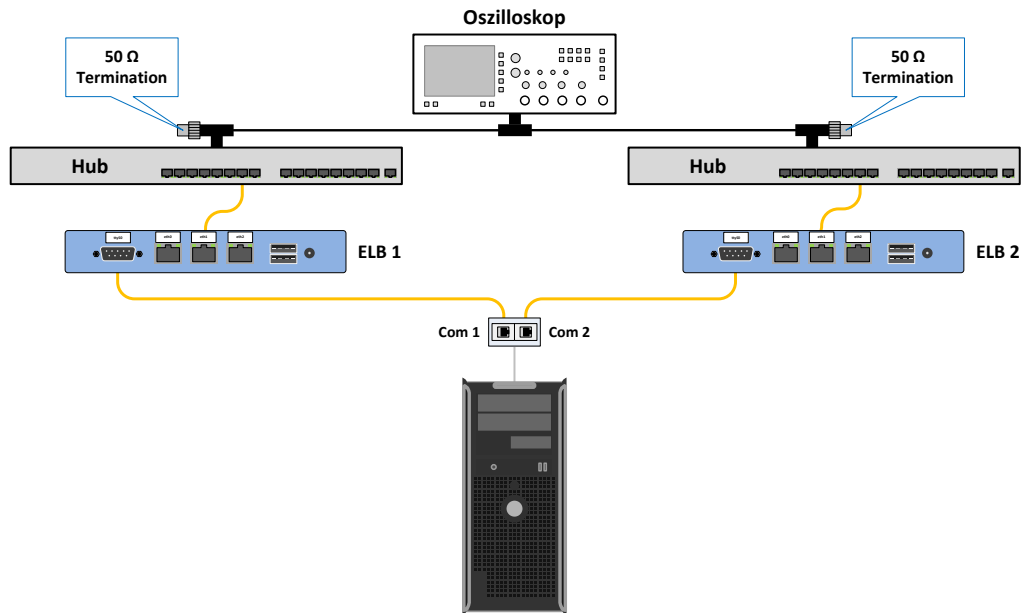


Abbildung 1

Der Befehl `sendframes` versendet alle 0.01s ein Frame, ohne den Empfänger zu beachten:

```
sendframes eth1 -i 0.01 -s 46
```

- Machen Sie sich mit den Funktionen des Oszilloskops vertraut:
 - Zeigen Sie alternativ den Signalverlauf oder die ganzen Frames an.
 - Vergleichen Sie Einzelaufzeichnung mit kontinuierlicher Aufzeichnung.
- Messen Sie mit Hilfe des Oszilloskops die minimalen und maximalen Signal-Pegel sowie die Bit-Zeit und tragen Sie diese in Tabelle 1 ein.
- Messen Sie mit Hilfe des Oszilloskops die Frame-Übertragungsdauer (μs) und tragen Sie diese in Tabelle 2 ein. (Hinweis: Mit Hilfe der Cursor können die Zeiten genauer bestimmt werden.)
- Verändern Sie die Frame-Grösse:

```
sendframes eth1 -i 0.01 -s 1500
```

Messen Sie erneut die Frame-Übertragungsdauer (μs) und tragen Sie diese in Tabelle 2 ein.

Inwiefern weichen die gemessenen Werte von den theoretischen Werten ab?

- Studiere Sie die Präambel am Anfang des Frames (Sendefolge 10101010....).

- stimmt überein $\rightarrow 200 \text{ ns}$
 Frequenz: $\frac{1}{200} = 5 \text{ MHz}$

- ca. 7,3 μ s

Da es auf den STD ankommt

- 1.2 μ s

Wenn der Graph G planar ist, kann es sein, dass

- Zeichnen Sie die Signalfolge der ersten 2 Bytes der Ziel-Adresse auf und tragen Sie die Bit-Werte ein.

100010001000100

[illegible]

11 22

```
sendframes eth1 -l 112 -i 0.00503
```

- Betrachten Sie auf dem Koaxialkabel den Signalverlauf einer einzelnen Kollision (ca. 2 μs / DIV). Dazu muss das Oszilloskop einzelne Messungen speichern (Taste SINGLE SEQ.).

Auf welchen Wert muss der Trigger Level (CH1) gesetzt werden, damit die Aufzeichnung nur bei Kollisionen erfolgt? (Normal Trigger).

-
- Woran erkennt die Netzwerkkarte von ELB 1 eine Kollision?

-
- Man betrachte die Abläufe von verschiedenen Kollisionen. Dazu wird ein grosser Zeit-Ausschnitt betrachtet (ca. 40 .. 100 μs / DIV; Anzeige mit Peak Detection¹).

Kann eine Aussage gemacht werden, welche Frames zuerst wiederholt werden (die langen oder die kurzen)?

-
- Was können Sie über das Backoff-Intervall aussagen?
 - Zeichnen Sie eine Kollision auf und versuchen Sie die Zustände in 2 dem Zeitverlauf zuzuordnen.

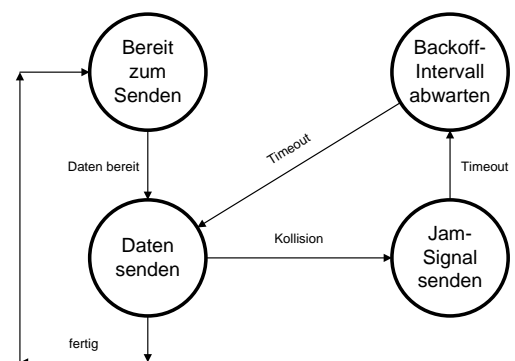
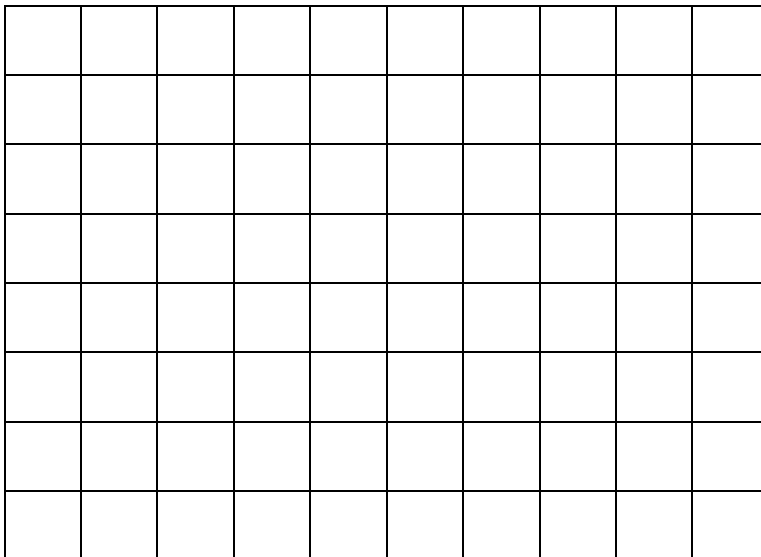


Abbildung 2

- Erklären Sie dem Laborbetreuer die Resultate.



¹ Peak Detect: Oszilloskop MSO 2024 (Winterthur) muss Glitch Detection aktiviert sein, in Menu von *Filter VU*. Oszilloskop MDO 3034 (Zürich) unter *Acquire Mode Peak Detect* aktivieren.

4 10BASE-T Signal

In diesem Abschnitt sehen Sie die Unterschiede zwischen den 10BASE2- und 10BASE-T-Signalen.

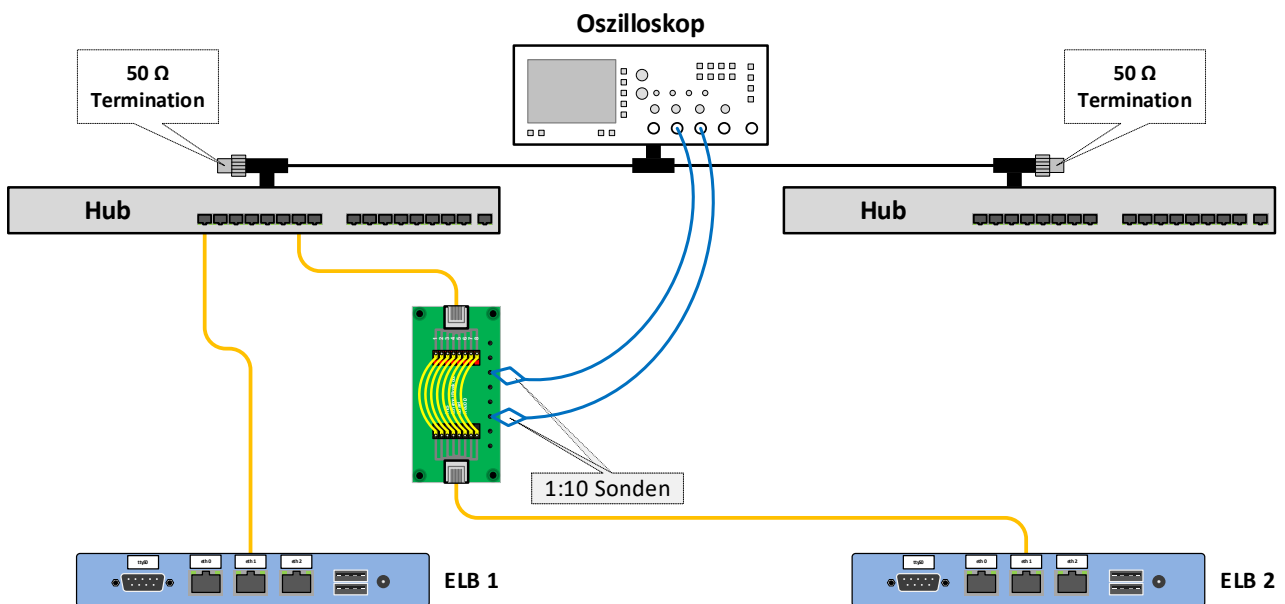


Abbildung 3

- Wie Abbildung 3 zeigt, verbinden Sie ELB 1 mit dem Hub über eine Adapter-Platine. Schliessen Sie die Eingängen CH2 und CH3 des Oszilloskops mit 1:10-Sonden an den PIN 3 und 6 der Adapter-Platine an.
- Starten Sie auf ELB 1 `sendframes eth1 -s 46 -i 0.01`
- Vergleichen Sie die 10BASE2 und 10BASE-T Signale

Nennen Sie 2 mindestens Eigenschaften worin sich das 10BASE-T-Signal von 10BASE2 unterscheidet.

-
- Vergleichen Sie die 10BASE-T Signale von Pin-1 und Pin 2.

Worin und warum unterscheiden sich diese beiden Signale voneinander (siehe Theorie)?

-
- Stoppen Sie die alle Datenübertragungen.
 - Unterbrechen Sie auf der Adapter-Platine alternativ die Aderpaare 1/2 sowie 3/6 und beachten Sie die Link-Anzeige am Hub sowie dem ELB 2.

Wie erkennt ein 10BASE-T-Port, dass etwas angeschlossen ist, auch wenn nichts gesendet wird?

- Zeigen Sie den Normal Link Pulse (NLP) auf dem Oszilloskop an und vergleichen Sie die Messung mit den gefundenen Werten der Spezifikation (Abschnitt 2):
Triggern Sie auf den CH3 mit PIN 1 und aktivieren Sie am Oszilloskop den Modus Peak Detect¹.

Wie häufig erscheint der NLP und was für eine Pulsbreite hat er? Erfüllt er die Spezifikation?

Zeigen Sie dem Laborbetreuer die Resultate des Abschnitts 4.



5 Zusatzaufgabe 100BASE-T Signal (optional)

In diesem Abschnitt soll das 100BASE-T Signal analysiert werden.

- Stoppen Sie alle Übertragungen auf ELB 1 und ELB 2 durch Control-C (oder notfalls Reboot).
- Entfernen Sie die Hubs von Abbildung 3, so dass Sie die Konfiguration von Abbildung 4 erhalten.
- Normalerweise würden die Schnittstellen automatisch auf 1000BASE-T umschalten. Mit den folgenden Befehlen auf ELB 1 und ELB 2 erzwingen wir die Betriebsart 100BASE-T:

```
ethtool -s eth1 speed 100 duplex full advertise 0x008
```

```
ethtool -s eth1 autoneg off
```

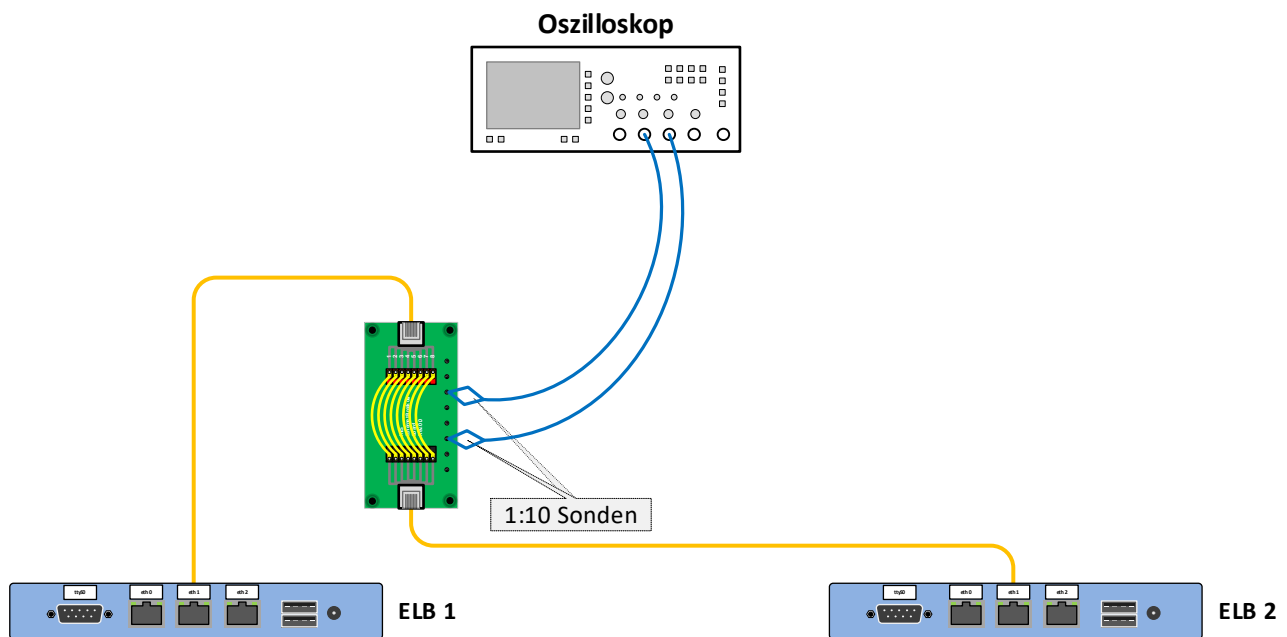


Abbildung 2

- Betrachten Sie das Signal mit dem Oszilloskop:

Können mit dem Oszilloskop Frame-Grenzen erkannt werden?

Warum haben Sie ein Signal, obwohl nichts gesendet wird?

Wie hoch ist die Baudrate des Signals? (Einzelaufzeichnung verwenden)

Wie viele unterschiedliche Signal-Pegel können Sie im Signal erkennen?
