

TTP und FlexRay

Richard Membarth

AKES - Ausgewählte Kapitel eingebetteter Systeme

14. Juni 2006

Übersicht

2/27

- ▶ Hintergrund
- ▶ TTP und FlexRay im Detail
- ▶ Vergleich

Was?

3/27

- ▶ Kommunikationsprotokolle
- ▶ time-triggered
- ▶ harte Echtzeit
- ▶ SAE Class C
- ▶ X-by-Wire

TTP – Geschichte

4/27

Entwickler: TU Wien

Zeitraum: über 20 Jahre

Firma: TTTech Computertechnik AG

TTP – Einsatzgebiet

5/27

Wo?

- ▶ Luftfahrt
- ▶ Automobilbereich
- ▶ Industrieanlagen
- ▶ Antriebssystemen

Beispiele:

- ▶ Airbus 380
- ▶ ELEKTRA 2
- ▶ Lockheed Martin F-16
- ▶ ...



FlexRay – Geschichte

6/27

Entwickler: FlexRay Consortium: BMW, DaimlerCrysler, Motorola, Philips ...

Zeitraum: seit 2000

Firma: FlexRay Consortium

FlexRay – Einsatzgebiet

7/27

Wo?

- ▶ Automobilbereich

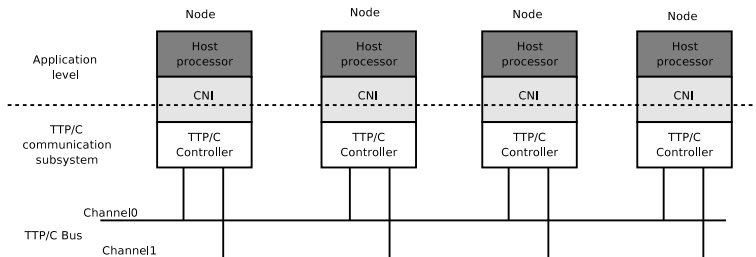
Beispiel:

- ▶ BMW X5



Die Architektur von TTP und FlexRay

8/27

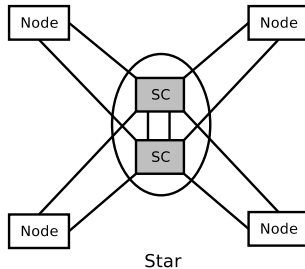
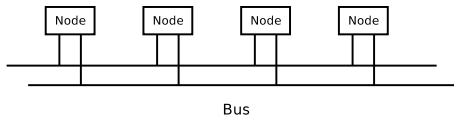


► zusätzlich: Bus Guardian

Topologien(1)

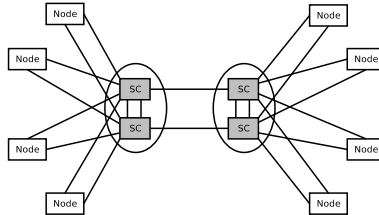
9/27

grundlegende Topologien:



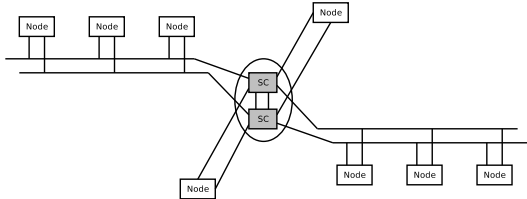
Topologien(2)

10/27



Multi-Star

kombinierte Topologien:

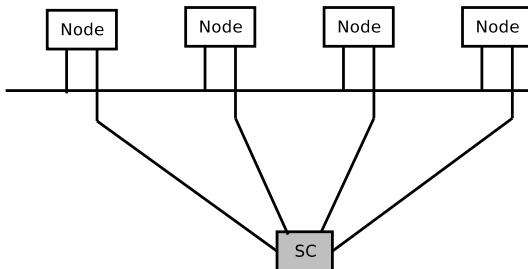


Star-Bus

Topologien(3)

11/27

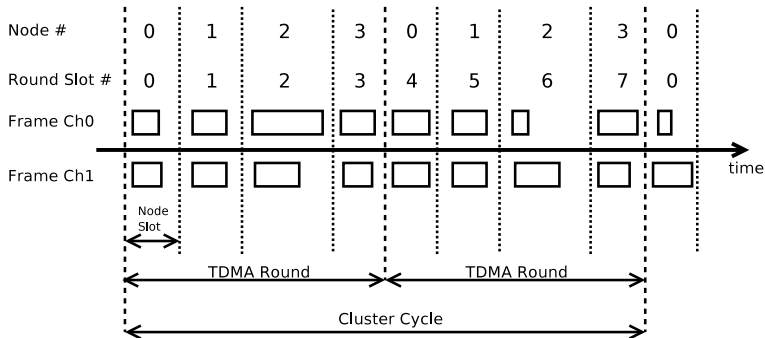
hybride Topologien (nur bei FlexRay):



Hybrid Example

TTP: TDMA

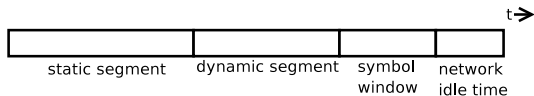
12/27



- ▶ multiplexed nodes möglich
- ▶ passive nodes möglich

FlexRay: TDMA + FTDMA

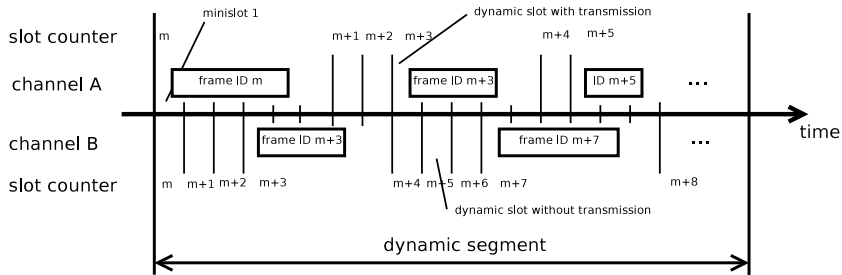
13/27



- ▶ static segment: TDMA
- ▶ dynamic segment: FTDMA (ByteFly)
- ▶ symbol window (WakeUp)
- ▶ network idle time (Uhrensynchronisation)

FlexRay: FTDMA

14/27



FlexRay: flexibel

15/27

Wahl zwischen time-triggered und event-triggered:

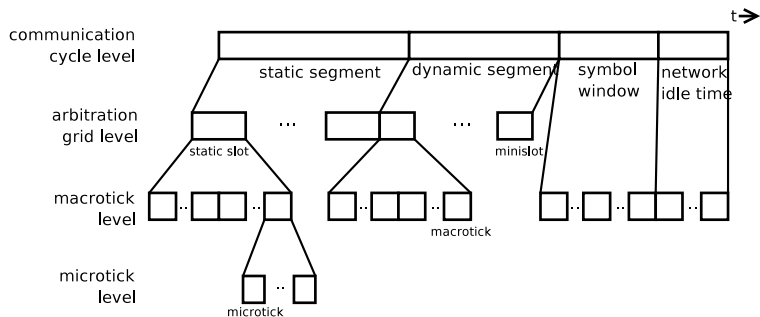
- ▶ static segment: minimal 2 TDMA-Slots
- ▶ NIT: notwendig
- ▶ symbol window: optional
- ▶ dynamic segment: optional

⇒ TT ohne Overhead

⇒ ET mit minimalem Overhead

Uhrensynchronisation

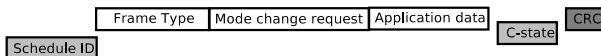
16/27



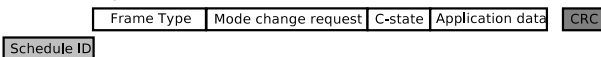
- ▶ fehlertolerante Algorithmen auf Macrotickbasis

N-Frames:

Implicit C-state in frame:






Explicit C-state in frame:



I-Frames:

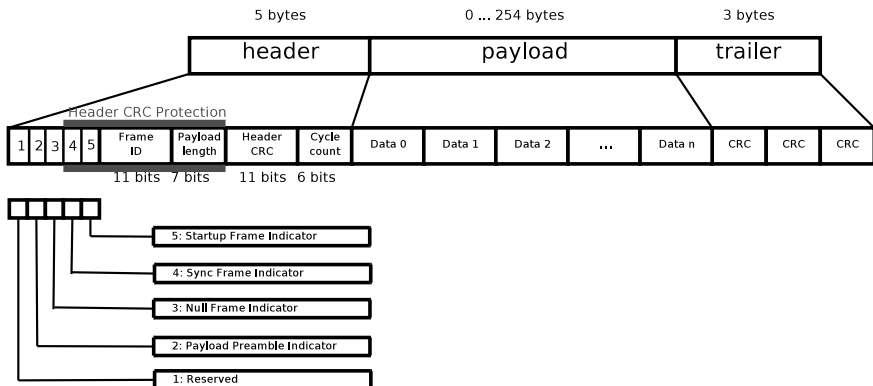
Cold start frame:



-  Data not in frame, but included in the CRC
-  Data explicit in frame and included in the CRC
-  Calculated CRC, sent as part of frame

FlexRay

18/27



TTP: Communication Network Interface

19/27

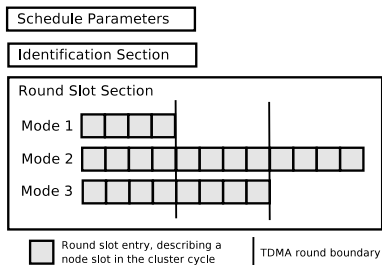
- ▶ Status-Bereich
- ▶ Kontroll-Bereich
- ▶ Nachrichten-Bereich

zusätzlich Message Descriptor List (MEDL) zur Koordination der Kommunikation

TTP: MEDL

20/27

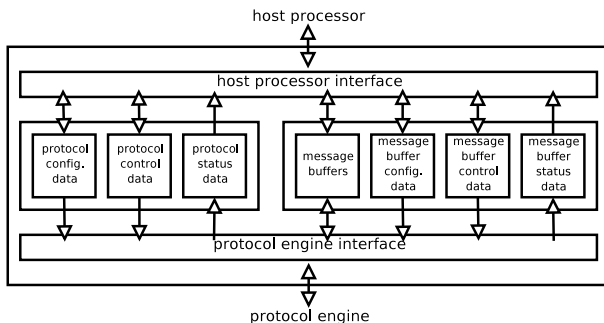
- ▶ nicht Bestandteil der TTP-Spezifikation
- ▶ controllerabhängige Implementierung
- ▶ ROM



FlexRay: Controller Host Interface

21/27

- ▶ Konfiguration möglich
- ▶ keine MEDL vorhanden



Vergleich: Leistung

22/27

	TTP/C	FlexRay
Leistung	25MBit/s	10MBit/s
Dateneffizienz	95,8% (10 MBit/s) 78% (100 MBit/s)	45,7% (10 MBit/s) 14,5% (100 MBit/s)

⇒ TTP überlegen

Vergleich: Flexibilität

23/27

	TTP/C	FlexRay
Flexibilität	vorausberechnete MEDL max. ein slot pro Knoten	Knoten lernen MEDL mehrere slots pro Knoten mgl.

⇒ FlexRay flexibler

Vergleich: Dienste

24/27

	TTP/C	FlexRay
Dienste	clock synchronisation membership service (ausschließen defekter Knoten) master-shadow Konfigurationen (fail silence)	clock synchronisation

⇒ TTP ausgereifter

Vergleich: Fehlertoleranz

25/27

	TTP/C	FlexRay
Fehlertoleranz	formal verifiziert willkürliche Störungen im Hub oder den Controllern 4 Nodes und 2 Hubs für fehlerfreien Betrieb	Folgerung willkürliche Störungen in den Controllern 2/3 der Knoten für korrekte Uhrensynchronisation

Fazit

26/27

- ▶ TTP ausgereifter, getestet
- ▶ FlexRay mit Schwächen
wird jedoch von Konsortium namhafter Firmen vorangetrieben

⇒ TTP und FlexRay haben das Potential sich durchzusetzen

Gibt es noch...

27/27

Fragen?