



HAL
open science

Présentation du réseau FlexRay - comparaison avec TTP/C

Nicolas Navet

► **To cite this version:**

Nicolas Navet. Présentation du réseau FlexRay - comparaison avec TTP/C. GDR "Spécification Temporelle et Stochastique et Systèmes Temps Réel" - STRQDS'04, 2004, Paris/France, 17 p. inria-00099914

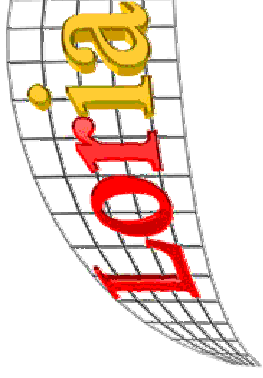
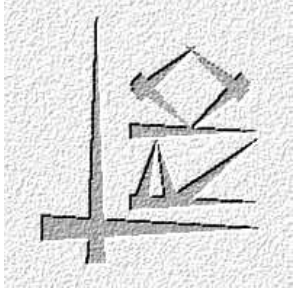
HAL Id: inria-00099914

<https://inria.hal.science/inria-00099914>

Submitted on 26 Sep 2006

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Le réseau FlexRay Comparaison avec TTP/C

Nicolas NAVET

INRIA Lorraine - projet TRIO

<http://www.loria.fr/~nnavet>

Certaines images de cet exposé proviennent de :

- [1] Slides FlexRay Workshop 2002/2003

Plan de l'exposé

1. Présentation du protocole de niveau Medium Access Control de FlexRay
2. Comparatif des services / fonctionnalités liées à la Sûreté de Fonctionnement entre FlexRay et TTP/C

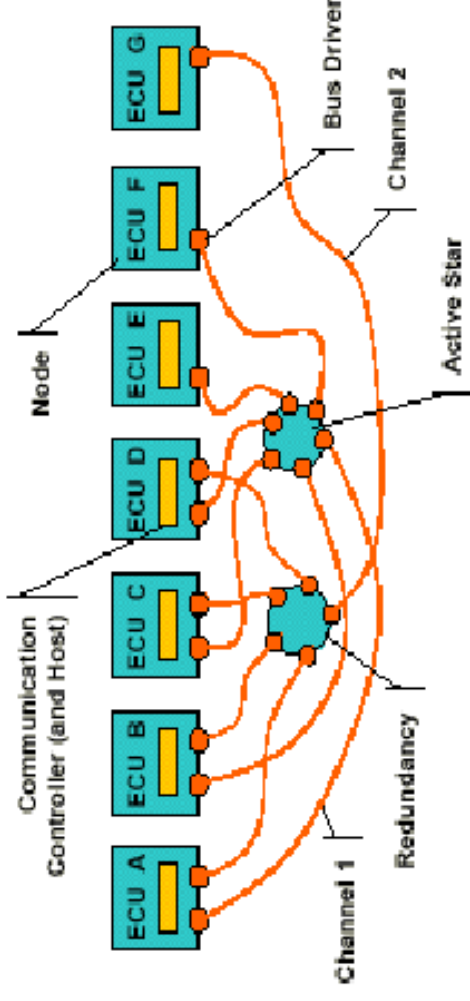
FLEXRAY

- Développé par un consortium issu de l'automobile (BMW, DC, Bosch, GM, Motorola, Philips)
- Spécification en cours et non publique...
- Objectif : répondre aux besoins nouveaux des applications des domaines **châssis et propulsion**
- Caractéristiques techniques :
 - concilie communication **Time-Triggered** et **Event-Triggered**
 - prise en compte des **besoins spécifiques** de l'automobile
 - spécifie essentiellement les **services de niveau MAC** (cf. CAN) – services pour la SdF laissés à des couches supérieures

⇒ un autre candidat pour le X-By-Wire ..

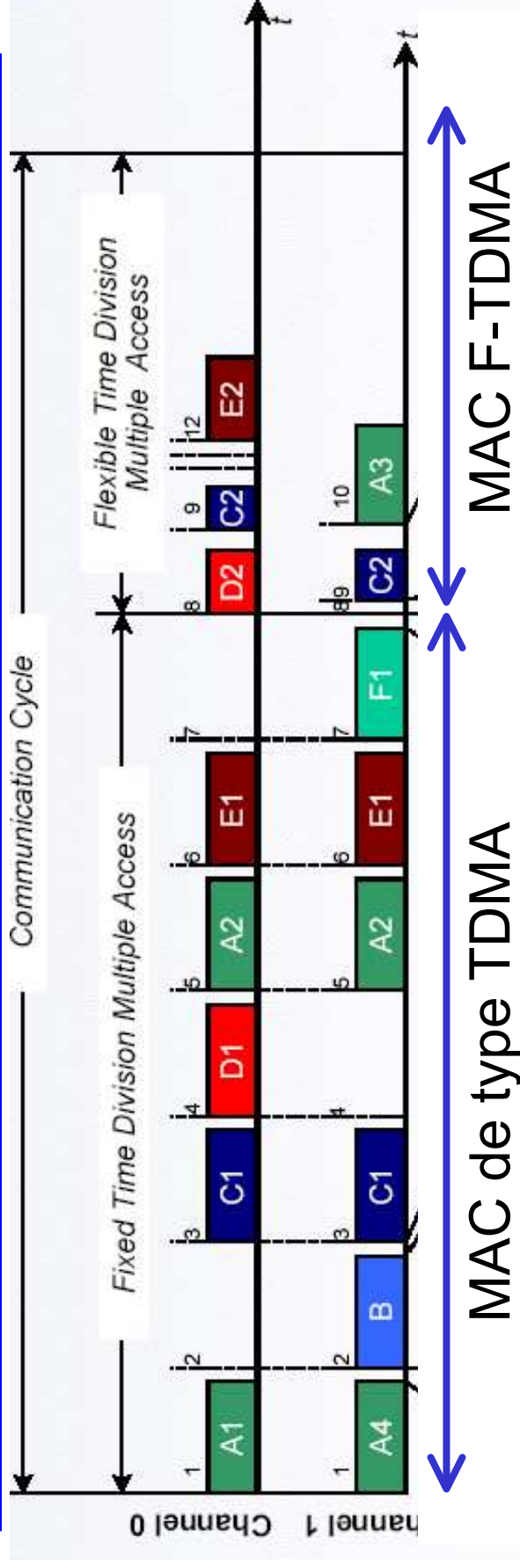
Topologie du réseau / couche physique

- Bus simple ou redondant – possibilité d’être connecté sur un seul des supports physiques (\neq TTP/C)
- Bus ou étoile(s) ($=$ TTP/C)



- Couche physique optique ou électrique ($=$ TTP/C)
- Débit : entre 500kbit/s et 10Mbit/s ($<$ TTP/C)

Présentation du MAC

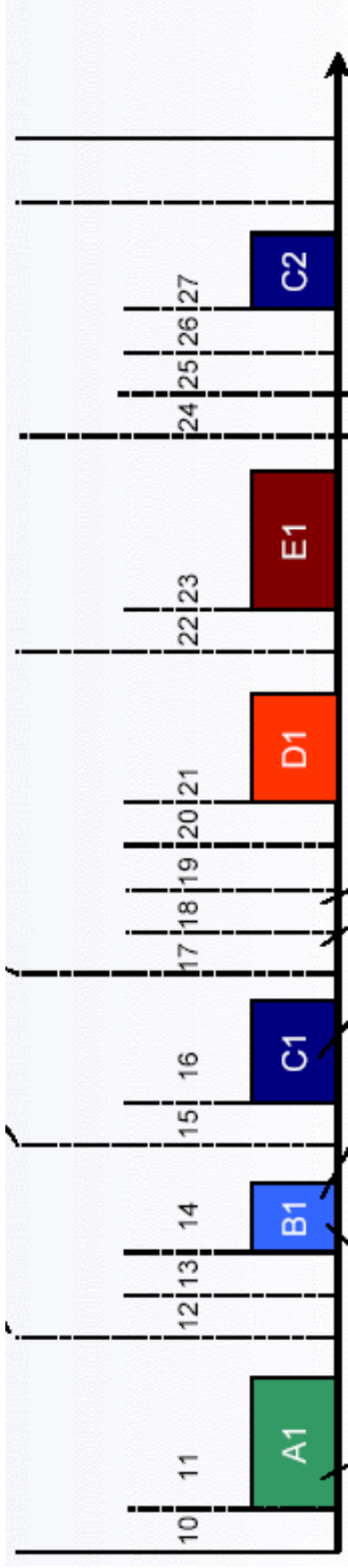


- Le cycle de communication est activé périodiquement, sa durée est inférieure à 64ms
- 3 modes de fonctionnement: statique pure, dynamique pure, mixte statique/dynamique
- Format des trames: identificateur de 12 bits, au plus 254 octets de données et 35 bits de CRC (#TTP/C, format précis non-spécifié mais pas d'identificateur)

Segment statique (TDMA)

- Les slots ont tous la même taille définie en fonction de la taille max d'une trame ($\neq TTP/C$)
- Une même station peut obtenir plusieurs slots par segment statique (jusque 16, $\neq TTP/C$)
- Un seul segment statique ($\neq TTP/C$)
- Au plus 4095 slots dans le segment statique ($\neq TTP/C$)
- Existence d'un gardien de bus ($= TTP/C$)
- Les nodes sont informées du «MEDL» au startup ($\neq TTP/C$)
- Des slots peuvent être laissés libres pour des extensions futures ($= TTP/C$)

Segment dynamique (F-TDMA) 1/2



- Chaque station possède un ou des identifiants uniques sur l'ensemble du système (=CAN)
- A chaque identifiant est assigné un intervalle de temps (**mini-slot**) dans lequel la transmission de la trame correspondante peut commencer
- Les intervalles sont alloués dans l'ordre des identifiants

Segment dynamique (F-TDMA) 2/2

- Si redondance des canaux, les choix de transmettre ou non peuvent être différents sur chacun des canaux
 - Des transmissions successives d'une trame de même identificateur peuvent être de tailles différentes
 - Pas de retransmission si erreur (\neq CAN)
 - Le segment dynamique se termine après une durée prédéterminée même si toutes les trames ne sont pas transmises
 - Pas de gardien de bus dans le segment dynamique
- Sous certaines hypothèses sur le trafic, il est possible de calculer des pires temps de réponse (= CAN)

Conclusions sur le MAC

- Meilleure utilisation de la bande passante que TTP/C d'où des débits moins élevés et des CPUs moins coûteux
- Réutilisation aisée d'applications Event-Triggered développées sur CAN
- Services spécifiques à l'automobile comme l'endormissement et le réveil des stations
- Grande flexibilité !

FlexRay	TTP/C
Redondance partiel au niveau médium	Changements de mode de marche
Trafic dynamique	Utiliser une partie des données pour du trafic dynamique
Formation des rounds	

Caractéristiques / Services influant sur la Sûreté de Fonctionnement

Analyse des protocoles selon le modèle:

- Couche physique
- Couche Liaison de Données
- Couche Application

Niveau Couche Physique

- **Support de transmission** : robustesse aux EMI, résistance aux torsions ...
 - rien n'est imposé par les 2 protocoles
- **Redondance des canaux**
 - TTP/C: redondance sur tout le réseau, FlexRay : redondance partielle possible
- **Topologie** : bus, étoile ou multi-étoiles
 - grande souplesse pour les 2 protocoles
- **Technique de codage**
 - Dans TTP/C v1.0 rien n'est imposé, NRZ pour FlexRay

Niveau Liaison de Données (1/2)

- Détection d'erreurs de transmission / correction d'erreurs
 - CRC avec distance de Hamming de 6 pour les 2 protocoles
- Retransmission automatique en cas d'erreur de transmission
 - non pour les 2 protocoles (!= CAN), possibilité d'utiliser la partie dynamique pour FlexRay
- Détection d'erreurs protocolaires : erreur de communication, de synchronisation, de l'application
 - oui pour les 2 protocoles mais bien + efficace pour TTP/C car signalement d'erreurs par les autres stations

Niveau Liaison de Données (2/2)

- Temps de réponse / giges connues
 - oui pour les 2 protocoles
- Acquittement des données
 - TTP/C : oui - différé d'un round au plus
 - FlexRay : rien de prévu - pb des fautes byzantines !
- Gardien de bus: respect des caractéristiques d'émission en particulier évitement des «babbling idiots»
 - oui pour les 2 protocoles (seulement dans la partie statique pour FlexRay)

Niveau Couche Application (1/2)

- Synchronisation sur une horloge globale
 - oui pour les 2 protocoles
- Support des changements de mode de marche
 - TTP/C oui, rien de prévu pour FlexRay
- Gestion des modes de veille
 - TTP/C non, FlexRay oui
- Support de la redondance calculateur
 - TTP/C oui, FlexRay non mais possible partiellement sans mécanismes particuliers

Niveau Couche Application (2/2)

- Connaissance de la vivacité des stations
 - TTP/C oui avec le vecteur de Membership mais des stations vivantes peuvent être exclues temporairement
 - FlexRay non
- Evitement de cliques (= ensembles de stations ayant une vision \neq des stations qui fonctionnent correctement)
 - TTP/C oui mais règle de la majorité
 - FlexRay non
- Services a priori importants pour l'automobile - par exemple pour une fonction de correction trajectoire distribuée (compensation en cas d'absence d'un ou plusieurs freins).

Conclusions – TTP/C vs FlexRay

■ TTP/C :

- + **Nombreux services pour la SdF** (mode de marche, redondance, membership, clique avoidance,...)
- + **Visiblement conçu pour la certification**
- **Comportement en dehors des hypothèses de fautes !?** Les hypothèses faites (au plus une faute tous les 2 rounds) sont-elles les bonnes pour l'automobile ??
- **Flexibilité / incrémentalité faible**

■ FlexRay :

- + **Conçu spécifiquement pour l'automobile** (nécessité de CPU moins puissants que TTP/C, réutilisation soft. développé pour CAN, mode veille,...)
- + **Flexibilité**
- **Délibérément peu de fonctionnalités liées à la SdF** (redondance, membership) – pb: implémentation moins efficace au dessus de la couche LdD
- **Validation du protocole !**

Références

- B. Gaujal, N. Navet, *Maximizing the Robustness of TDMA Networks with applications to TTP/C*, INRIA RR-4614, 2002. Disponible à l'adresse <http://www.loria.fr/~nnavet>
- TTA Group, *TTP/C specification v1.1*, Novembre 2003.
- Présentations effectuées lors du FlexRay Workshop 2002 et 2003. Disponible sur le site <http://www.flexray.com>
- J.Rusby, *A comparison of Bus Architectures for Safety Critical Embedded Systems*, NASA-CR-2003-212161, 2003.