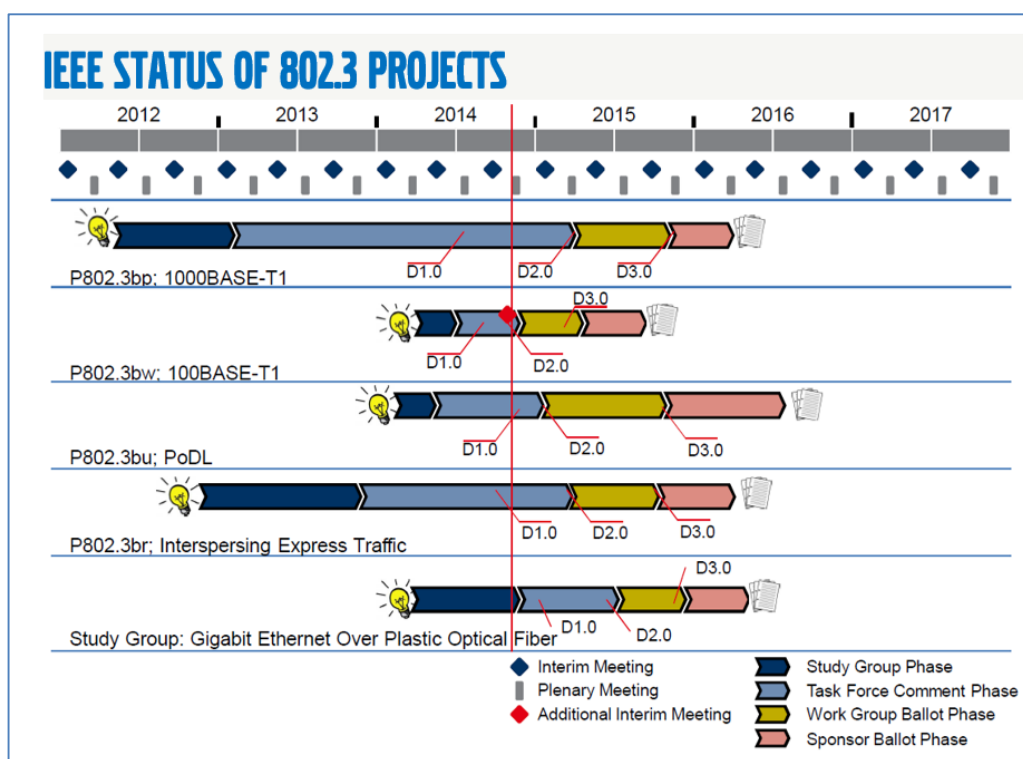


## Kommunikation över Ethernet i fordonsmiljö (ECAE)



*IEEE Utrullningsplan (från ECAE/AVB seminariet i februari 2015)*

Författare: Per-Anders Jörgner, Volvo Car Corporation

Datum: 2016-01-28, v1.0.0

Delprogram: Möjliggörande Teknik

## Innehåll

<b>1. Sammanfattning</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Bakgrund</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Syfte</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Genomförande</b> .....	<b>4</b>
<b>5. Resultat</b> .....	<b>5</b>
5.1 Bidrag till FFI-mål .....	5
5.2 Exempel på Resultat.....	5
5.1.1. Ethernet i Fordonsmiljö på VCC (WP 1.1.1).....	5
5.1.2. Undersökning av Ethernet BroadR-Reach-teknologi (WP 1.1.2) .....	6
5.1.3. Standardisering (WP 1.1.6).....	7
5.1.4. Verktyg för simulering och analys av nätverk i fordon (WP 2.2.1) .....	8
5.1.5. Testbänk (WP 2.2.3) .....	10
5.1.6. Gigabit-länkar (WP 2.5).....	11
<b>6. 6. Spridning och publicering</b> .....	<b>12</b>
6.1 Kunskaps- och resultatspridning .....	12
6.2 Publikationer .....	14
<b>7. Slutsatser och fortsatt forskning</b> .....	<b>15</b>
<b>8. Deltagande parter och kontaktpersoner</b> .....	<b>15</b>
<b>9. Annex</b> .....	<b>16</b>
9.1 Referenser .....	16
9.2 Terminologi.....	16

### FFI in short

FFI is a partnership between the Swedish government and automotive industry for joint funding of research, innovation and development concentrating on Climate & Environment and Safety. FFI has R&D activities worth approx. €100 million per year, of which half is governmental funding. The background to the

investment is that development within road transportation and Swedish automotive industry has big impact for growth. FFI will contribute to the following main goals: Reducing the environmental impact of transport, reducing the number killed and injured in traffic and Strengthening international competitiveness. Currently there are five collaboration programs: **Vehicle Development, Transport Efficiency, Vehicle and Traffic Safety, Energy & Environment and Sustainable Production Technology.**

For more information: [www.vinnova.se/ffi](http://www.vinnova.se/ffi)

## 1. Sammanfattning

ECAE-projektet startade i slutet av 2012 och avslutades, enligt plan, i december 2015. Alla projektmål som definierades i ansökan uppfylldes och projektet kommer att bidra till att uppfylla överordnade FFI-mål ur perspektivet Ethernet i fordonsmiljö.

ECAE har producerat värdefulla resultat och kunskap inom olika delar av området Ethernet i fordonsmiljö, inklusive: Ethernet (100 Mbit/s och 1 Gbit/s) baserat på oskärmad partvinnad kabel (UTP), elektromagnetisk kompatibilitet (EMC), deltagande i standardisering av Ethernet för fordonsmiljö i IEEE och OPEN Alliance, utveckling och användning av verktyg för simulering/analys och en testbänk baserad på AUTOSAR för analys av olika Ethernet nättopologier och trafikfall, och framtagning av krav på en fordonstillverkarens konstruktionsverktyg, metoder och processer för hantering av Ethernet i fordonets nätverk.

## 2. Bakgrund

När FFI-ansökan gjordes år 2012 angavs följande som bakgrund till behovet av forskning inom området Ethernet i fordonsmiljö [1]:

- Utanför fordonsindustrin är Ethernet en enorm succé inom ett stort antal tillämpningsområden. Ingen annan nätverksteknologi har kunnat visa upp en sådan kontinuerlig tillväxt.
- OPEN Alliance ([www.opensig.org](http://www.opensig.org)) har, tillsammans med ett antal aktörer inom industrin tagit fram ett fysiskt gränssnitt som möjliggör Ethernet-kommunikation över oskärmad partvinnad kabel. Denna lösning uppges vara fullt kompatibel med fordonsindustrins hårda krav är kostnadseffektiv och den gör Ethernet till en bra kandidat för många tillämpningar i fordon.
- Detta medför att Ethernet får en position som konkurrent till existerande nätverksteknologier i fordon, såsom FlexRay, MOST och i viss utsträckning CAN.
- Att gå från CAN, FlexRay, LIN och MOST till en komplett användning av Ethernet är ett stort steg som förmodligen kommer att ta avsevärd tid. Men ett antal domäner kan ganska snart dra nytta av den högre bandbredd som Ethernet erbjuder. Fördröjningar i systemet kan reduceras om förmedlingsnoder ("gateways") kan undvikas eller ersättas av switchar mellan olika IP-domäner.

- Ett antal problem måste lösas för att Ethernet ska komma till bred användning i fordon. Kablaget måste reduceras, såväl vikten som antal ledare jämfört med standard Ethernet. Vidare är Ethernet i grunden inte deterministiskt och stöd för synkronisering saknas, vilka behövs i fordonsmiljö. Dessa frågor och problem kommer att adresseras i projektet.

## 3. Syfte

Projektmålen som de definierades i FFI-ansökan [1] var indelade enligt de båda arbetspaketen (WP, ”Work Package”) på den översta nivån och de var oförändrade under projektets exekvering:

### WP 1

- Undersöka den fortsatta utvecklingen av Ethernet mot bättre anpassning till fordonsmiljö.
- Detta innefattar undersökning av möjligheterna att använda Ethernet över oskärmad partvinnad kabel utan att äventyra andra funktioner i fordonet på grund av stora EMC-problem.
- Genomföra en förstudie med syfte att utvärdera behovet av support på fysiskt lager och datalänk lager genom användning av AVB (”Audio & Video Bridging”).

### WP 2

- Undersöka användning av Ethernet-switchar för uppbyggnad av IP-nätverk i fordon. Detta görs genom utveckling av verktyg för simulering och en testbänk för studier av nättopologier och trafikfall (användningsfall).
- Demonstrera teorins användbarhet genom att analysera kommunikationen i en existerande arkitektur för fordon och tillämpa denna kommunikation i ett Ethernet/IP-nätverk.

Uppfyllnad av målen beskrivs i detalj i en separat slutrapport angående måluppfyllelse [2]. Sammanfattningsvis gäller att alla mål uppfylldes.

## 4. Genomförande

Projektet strukturerades i följande arbetspaket (WP) på de båda översta nivåerna (eftersom de endast var beskrivna på engelska i ansökan så används det språket nedan):

- *WP 0: Project Management*
- *WP 1: Automotive Ethernet*
  - *WP 1.1: Requirement for Ethernet UTP and Power over Ethernet (PoE)*
  - *WP 1.2: Pre-study examining when AVB is feasible*
- *WP 2: Ethernet Backbone Architecture*
  - *WP 2.1: Define different aspects to consider when defining an automotive Ethernet electrical architecture*
  - *WP 2.2: Modelling and optimisation of one or several different architectures, considering aspects and requirements from WP 2.1*
  - *WP 2.3: Identify requirements for Tools and Methods in the development process*

- WP 2.5: Gigabit Ethernet study

Det egentliga arbetet utfördes i arbetspaket på den tredje nivån, totalt arton arbetspaket vid start av projektet [1].

Projektledningen baserades på månatliga rapporter och möten i projektteamet, möten med ledningsgruppen åtminstone före varje rapportering till VINNOVA, möten inom respektive arbetspaket, workshops, och projektseminarier.

## 5. Resultat

### 5.1 Bidrag till FFI-mål

Projektets bidrag till överordnade FFI-mål och mål för delprogrammet definierades som följer i FFI-ansökan [1]:

- a. CO<sub>2</sub>-emissioner reduceras genom användning av oskärmad partvinnad kabel reducerar fordonets vikt jämfört med standard Ethernet kablage. Vi förväntar oss att andra kommunikationslänkar, vilka idag använder skärmat kablage, kan komma att ändras till Ethernet UTP.
- b. Säkerheten förstärks genom att Ethernet möjliggör utveckling av nya applikationer inom området aktiv säkerhet.
- c. Små innovativa företag, med starka band till den akademiska världen, som erbjuder tekniska spjutspetslösningar gynnas av samarbetet med fordonstillverkare.
- d. Konkurrenskraften förbättras för alla deltagande företag eftersom avancerad och kostnadsbesparande teknologi utvecklas och introduceras i industriella applikationer, och kompetensen stärks bland de deltagande företagen eftersom information och teknologi delas mellan parterna i respektive arbetspaket.

Projektets bidrag till uppfyllande av dessa mål analyseras och kommenteras i detalj i en separat slutrapport angående måloppfyllelse [2]. Sammanfattningsvis gäller att projektet har bidragit till uppfyllande av dessa mål där så är tillämpligt.

### 5.2 Exempel på Resultat

#### 5.1.1. Ethernet i Fordonsmiljö på VCC (WP 1.1.1)

VCC utförde detta arbetspaket inom ramen för ett så kallat FU-projekt. Merparten av arbetet genomfördes 2013 och 2014. Några exempel på aktiviteter och resultat beskrivs nedan.

##### **Mätningar av starttider, fördröjningar och synkronisering**

Mätningar av starttider genomfördes. Systemfördröjning för ett system bestående av kameror, en växel och en dator uppmättes och analyserades, liksom synkronisering mellan fyra kameror. Två olika uppsättningar av kameror användes.

Resultaten från dessa tester visade en systemfördröjning på 100-200 ms mellan kamera och bildskärm. Synkronisering mellan kamerorna var inom några få ms. Starttiden uppmättes till under 700 ms. En slutsats av dessa tester är att fördröjning och

synkronisering ligger på nivåer som gör det möjligt att använda 100BASE-T1 för kamerasytem inom bilindustrin.

## EMC

EMC-tester utfördes med hjälp av utvärderingsutrustning och växel från Broadcom och kameror från Valeo.



Figur 1: EMC-test upplägg

EMC-tester utfördes också i en V60 testbil med följande resultat:

- Emissioner: Förvånansvärt låga emissioner men några få toppar över VCC krav
- RF Immunitet: Inga problem mellan 80 MHz – 1000 MHz vid 100 V/m
- BCI: Problem identifierades i frekvensområdet kring 30 MHz

## Signalkvalitet

Mätningar av “ground offset” (+/- 3.0 V) och kabellängd (upp till 15 m) genomfördes för att verifiera hur väl BroadR-Reach-tekniken uppfyller ställda krav. Resultaten visade att ställda krav uppfylls.

## Kravspecifikationer

Baserat på bland annat ovanstående testresultat utvecklades kravspecifikationer för fysiska lagret och datalänk-lagret.

### 5.1.2. Undersökning av Ethernet BroadR-Reach-teknologi (WP 1.1.2)

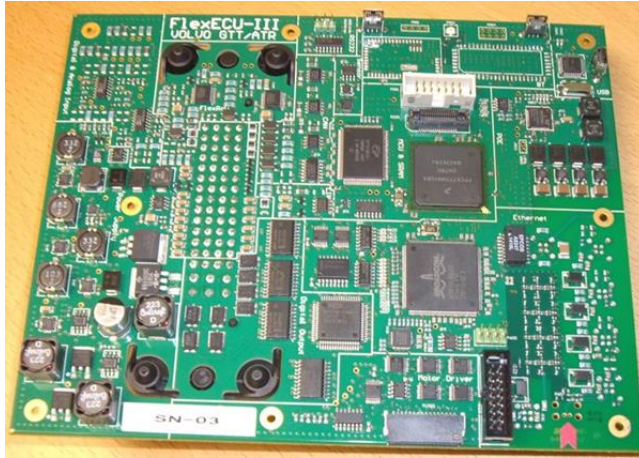
En prototyp-ECU, kallad *FlexECU-III*, utvecklades för användning som testbänk för fysiska lagret vid test av BroadR-Reach-tekniken, vilken stöds av OPEN Alliance och standardiseras inom IEEE 802.3.

Vid utvecklingen av *FlexECU-II* genomfördes följande aktiviteter:

- Användningsfall
- Design-specifikationer
- ECU hårdvarudesign och implementering, inklusive mekanik

- Verifiering av ECU funktionalitet

Prototyp-ECU:n användes som testbänk för test av signalintegritet (signalen kvalitet hur denna påverkas av kontakter och kablar) och EMC (elektromagnetisk kompatibilitet).

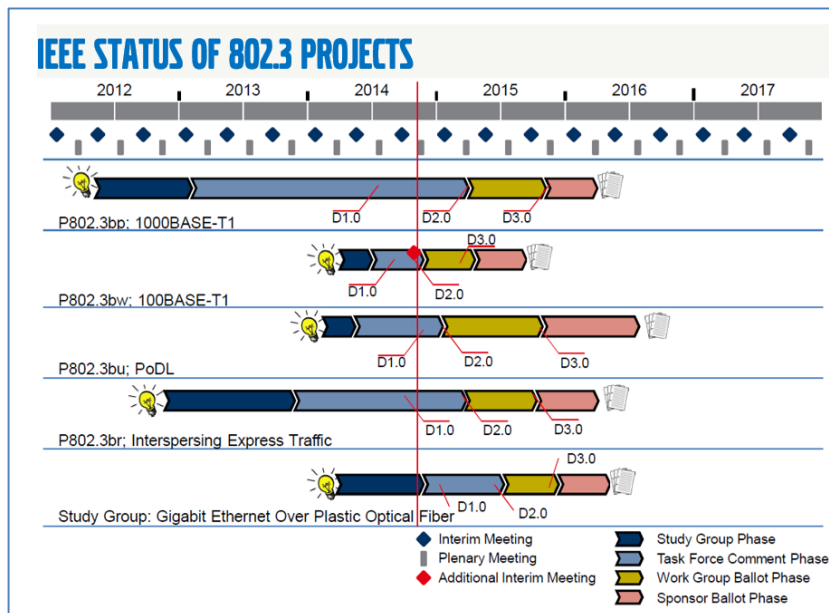


Figur2: Foto av FlexECU-III kretskort

Resultaten visade att Ethernet BroadR-Reach är en lovande teknik men att man måste vara mycket noggrann och försiktig vid val av kablage och kontakter.

### 5.1.3. Standardisering (WP 1.1.6)

Syftet med detta arbetspaket var att följa och delta i standardisering inom IEEE och OPEN Alliance.



Figur 3: IEEE Utrullningsplan (från ECAE/AVB seminariet i februari 2015)

## IEEE

Genom sitt engagemang i styrgruppen för OPEN Alliance (se nedan) var VCC indirekt aktiva i en teknisk kommitté (TC5) inom IEEE. Figur 3 ovan ger en översikt över pågående standardisering inom IEEE inom området Ethernet i fordonsmiljö.

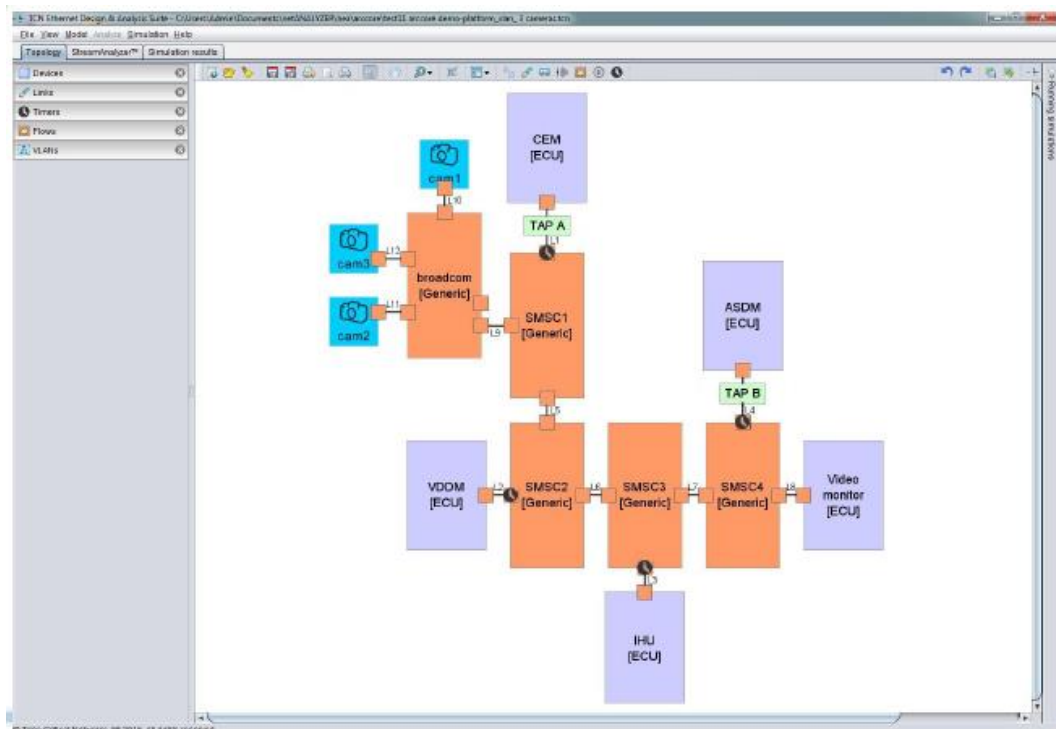
## OPEN Alliance

VCC innehar sedan början av 2015 rollen som sekreterare i OPEN. Detta har inneburit mer engagemang och möjlighet att aktivt påverka standardiseringsarbetet i denna industriallians.

Ett viktigt resultat från OPEN är främjandet av 100BASE-T1 eller BroadR-Reach, vilket har resulterat i att fyra stycken halvledartillverkare nu erbjuder, eller snart kommer att erbjuda, komponenter som uppfyller denna standard. Vid OPEN-mötet i Yokohama 2015 visades bl a en demonstration av interoperabilitet mellan komponenter från Broadcom, NXP och Realtek.

### 5.1.4. Verktyg för simulering och analys av nätverk i fordon (WP 2.2.1)

TCN definierade lämplig input (nättopologier och trafikflöden) i nära samarbete med AB Volvo och VCC.



Figur 4: Exempel på input till simulering – Videoströmmar från kameror

Simuleringar utfördes där FlexRay-bussen i SPA (VCC) och två CAN-bussar i TEA2+ (AB Volvo) ersattes av Ethernet.

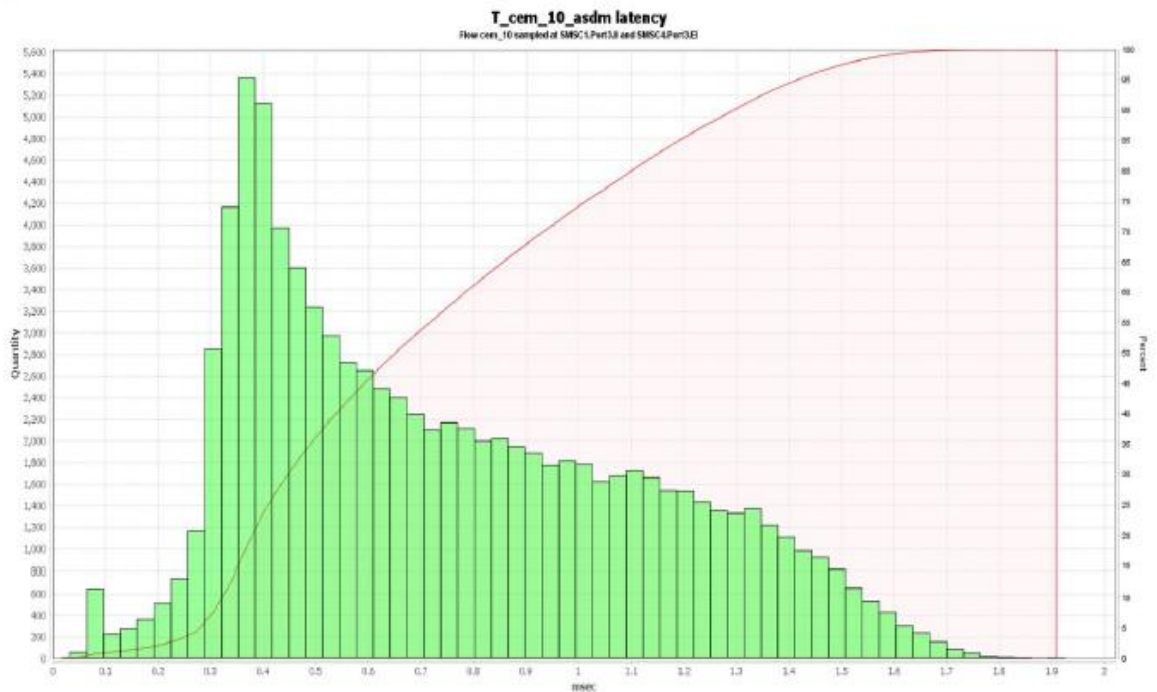
Likaså genomförde TCN simuleringar av videoströmmar i en förenklad nättopologi med förenklade trafikflöden (se figur ovan) och dessa jämfördes sedan med motsvarande



studier i den testbänk som byggdes upp av ArcCore (i ett annat arbetspaket, se nästa avsnitt nedan).

Baserat på dessa tester (simulator och testbänk) kunde följande slutsatser dras:

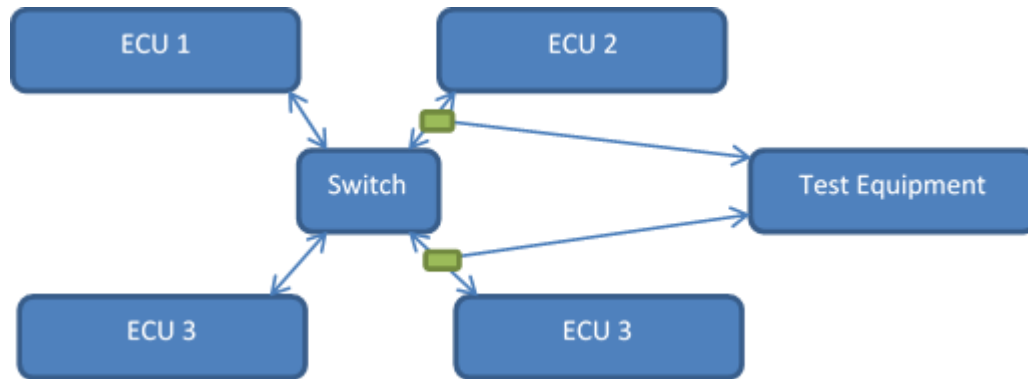
- Liknande resultat från båda
  - Fördröjningsfördelning
  - Bandbreddsanvändning
  - Minnesanvändning – inga förlorade datapaket
- Men simulering är enklare
  - Mycket enklare att testa olika scenarier
  - Enkelt att använda ”test probes” för fördröjningsfördelning
  - Mycket enklare att ändra konfigurationsparametrar
    - Prioriteter, VLAN, ”traffic shaping”, etc.



Figur 5: Exempel på Simuleringsresultat – Fördröjningsdistribution

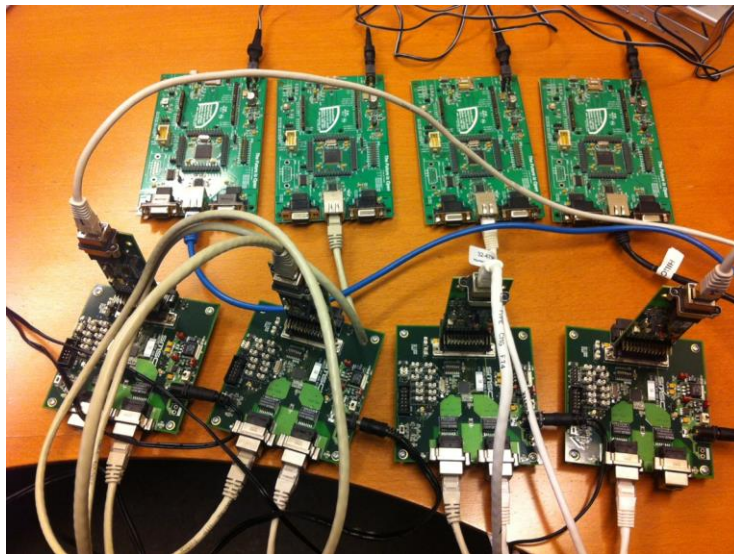
## 5.1.5. Testbänk (WP 2.2.3)

I detta arbetspaket skapade ArcCore med hjälp av andra projektpartner, huvudsakligen TCN, en testbänk för laboratoriebruk,



Figur 6: Exempel testbänk topologi

Testbänken baserades på ArcCore's AUTOSAR-plattform, Ethernet-switchar, *FlexECU-III*-prototypen från AB Volvo (utvecklad i WP 1.1.1) och SPA ECU:er från VCC. Testbänken kunde konfigureras för mätningar av olika topologier och trafikfall från respektive AB Volvo och VCC.



Figur 7: Exempel på konfiguration av testbänk

Resultaten från detta arbetspaket inkluderar:

- Drivrutiner utvecklades för *FlexECU-III* som möjliggör vidare användning för utvärdering av Ethernet-koncept inom AB Volvo. *FlexECU-III* har även gjorts tillgänglig för, och använts av, andra parter i projektet..

- Ett prototypnätverk byggdes upp, baserat på fyra ECU:er från Volvo Cars SPA-arkitektur. Detta användes för att utvärdera simuleringar gjorda av TCN. Varje ECU agerade domän-master i arkitekturen, dvs där FlexRay används för kommunikation mellan dem. I testbänken ersattes FlexRay med Ethernet.
- Nätverksbeskrivningen från VCC användes tillsammans med en Importerare (skapad i WP 2.3.3), vilket ledde till avsevärt minskad tidsåtgång för konfigurering av testbänken.

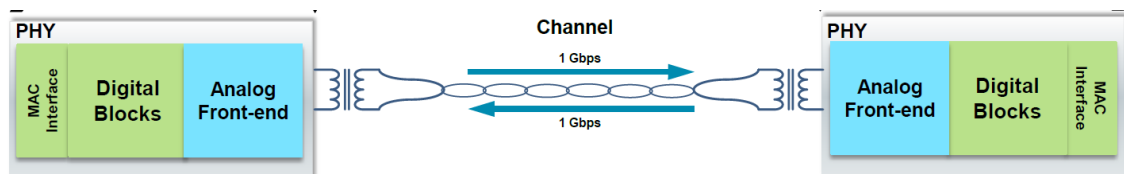
## 5.1.6. Gigabit-länkar (WP 2.5)

Detta arbetspaket startade i början av 2015 med syfte att utvärdera TCP/IP-kommunikationslänkar för bandbredd över 100 Mbit/s. Det drevs inom VCC som ett FU-projekt.

Det finns ett antal teknologier (bl a Ethernet) som är tänkbara kandidater för olika tillämpningar. Resultaten finns dokumenterade i en intern teknisk rapport. Nedan beskrivs översiktligt de olika teknologierna,

### IEEE 1000BASE-T1

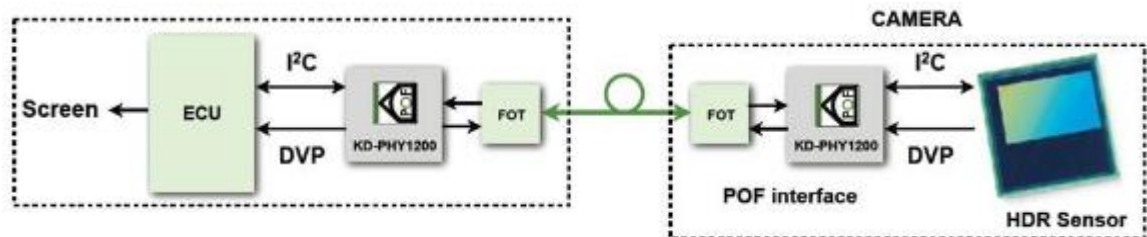
Denna standard baseras på användning av oskärmad partvinnad kabel (UTP) för full duplex-kommunikation med bandbredd 1000 Mbit/s. Standarden syftar till att uppfylla fordonsindustrins hårda krav på bl a EMC.



Figur 8: IEEE 1000BASE-T1

### GEPOF

GEPOF ("Gigabit Ethernet over Plastic Optical Fiber") har också en bandbredd på 1000 Mbit/s. Fördelar är låg vikt och fiberoptikens immunitet mot elektromagnetiska störningar. Tester av emissioner och immunitet är ändå relevanta eftersom kiselkomponenter och kretskortslayout måste uppfylla alla fordonsindustrins krav. Denna teknologi standardiseras även som IEEE 802.3bv.



Figur 9: IEEE GEPOF

### MOST NG

MOST NG ("Media Oriented System Transport – Next Generation") är en ny generation standarder med bandbredd på 5 Gbit/s eller mer och det fysiska lagret kan vara glasfiber eller koaxialkabel.



### **GMSL**

Både Inova med APIX och Maxim med LVDS tittar på nya versioner av sina teknologier med signifikant större bandbredd för support av kommunikationslänkar för strömmande video med 4K upplösning. Dessa länkar kommer även att kunna transportera TCP/IP i separat kanaler.

## **6.6. Spridning och publicering**

### **6.1 Kunskaps- och resultatspridning**

Den primära mekanismen för kunskapspridning mellan de deltagande parterna i projektet var de seminarier som hölls i slutet av projektet i samarbete mellan FFI-projekten ECAE och AVB. Förutom projektmedlemmar och medlemmar i ledningsgruppen deltog nyckelpersoner från respektive partnerorganisation i dessa seminarier, och VINNOVA-representanter var också inbjudna.

Figurerna nedan visar agendorna för dessa seminarier. Presentationerna lagrades, liksom andra resultat och dokument från projektet, på projektets SharePoint, administrerad av VCC och tillgänglig för samtliga projektpartner.

## **ECAE & AVB Seminar – Agenda 2015-02-26**

Time 09.30-15.00, Place: AB Volvo, Götaverksgatan 10, Lundbystrand, Göteborg, Room: M1.103  
(First go to: Reception on floor 7)

- 09.30** Registration and Coffee/Tea
- 09.50** **Welcome and Introduction** – P-A Jörgner, Volvo Car Corporation (VCC)
- 10.00** **Automotive Ethernet - Background, motivation and market outlook**  
Lars Bröhne, Time Critical Networks
- 10.20** **Standardization activities of Ethernet in OPEN and IEEE for Automotive**  
Samuel Sigfridsson, VCC
- 10.40** **FlexECUIII – A Prototype ECU to investigate Ethernet BroadR-Reach Technology**  
Oscar Ljungkrantz, AB Volvo
- 11.00** **Break (Coffee/Tea)**
- 11.20** **Simulation results of replacing Flexray with Ethernet backbone**  
Jonas Lext, Time Critical Networks
- 11.40** **Achieving deterministic transmission behavior in Ethernet**  
Ieroklis Symeonidis, ArcCore
- 12.00** **Audio Video Bridging (AVB) in an Automotive Ethernet Network**  
Mohammad Mirzraei, VCC
- 12.20** **Lunch**
- 13.20** **AVB Test bench set-up and test results**  
Lars Bröhne/Jonas Lext, Time Critical Networks
- 13.40** **Implementation of Ethernet in Autosar 4.2.x** – Kostas Beretis, ArcCore
- 14.00** **Break (Coffee/Tea)**
- 14.20** **Ethernet as part of Architecture for Autonomous Driving**  
Kent Melin, VCC
- 14.40** **Ethernet AVB Future Developments** – Mikael Söderberg, Pelagicore
- 15.00** **(The End)**

*Figur 10: Agenda ECAE/AVB Seminarium 2015-02-26*

## ECAE & AVB Seminar – Agenda 2015-12-03

Time 09.30-14.00, Place: Volvo Car Corporation (VCC), Volvo Jakobs väg, Torslanda, Göteborg

Room: PVH5 "Hörsal B"

(External participants, first go to: PVH Reception, see attached map in Outlook Invitation)

09.30 Registration and Coffee/Tea

**09.50 Welcome and Introduction**

P-A Jörgner, Volvo Car Corporation (VCC) (10 min)

**10.00 Hardware investigation of Ethernet BroadR-Reach Technology and AVB**

Oscar Ljungkrantz, AB Volvo (30 min)

**10.30 Ethernet in Automotive Environment at VCC**

Samuel Sigfridsson, VCC (30 min)

**11.00 Break (Coffee/Tea) (30 min)**

**11.30 AUTOSAR compliant Ethernet test bench configuration**

Ieroklis Symeonidis, ArcCore (20 min)

**11.50 Build and optimize Ethernet systems with latency, jitter and no packet drops in mind (30 min)**

a. Network Performance Simulation vs measurements in test bench, Jonas Lext/Lars Bröhne, TCN (10 min)

b. Infotainment performance simulation, Jan Svensson, AB Volvo (10 min)

c. Ethernet AVB findings, pros and cons, Shahin Ghazinouri, Pelagicore (10 min)

**12.20 Lunch (60 min)**

**13.20 Methods/Tools Challenges when introducing Automotive Ethernet**

Lennart Casparsson, VCC (20 min)

**13.40 Ethernet AVB Future Standardization and Trends**

Shahin Ghazinouri, Pelagicore (20 min)

**14.00 Thank You and End of Seminar**

P-A Jörgner

*Figur 11: Agenda ECAE/AVB Seminarium 2015-12-03*

Angående förändringskrafter kan nämnas att det finns ett antal interna projekt hos varje projektpartner som, baserat på resultat och erhållen kunskap från ECAE, kommer att leda till nya och förbättrade produkter.

## 6.2 Publikationer

Eftersom inget forskningsinstitut eller akademi deltog i det här projektet så publicerades inga vetenskapliga artiklar eller liknande.

## 7. Slutsatser och fortsatt forskning

Fordonstillverkarna (AB Volvo och VCC) har fått djupare förståelse för var Ethernet passar in i fordonets el-arkitektur, betydelsen av att implementera Ethernet UTP på rätt sätt för att nå robusthet och undvika problem med bl a EMC, möjligheterna och begränsningarna med Ethernet jämfört med andra nätverksteknologier, och betydelsen av att anpassa utvecklingsverktygen till Ethernet. Likaså har personalens kompetensnivå angående Ethernet i fordonsmiljö höjts, vilket är värdefullt för andra projekt.

De båda övriga projektparterna (ArcCore och TCN) har fått djupare kunskap om fordonsindustrins villkor och krav. De har också kunnat fortsätta förbereda och utveckla sina respektive produktportföljer (AUTOSAR-plattform, verktyg för simulering och analys) för att matcha den fortsatta tekniska utvecklingen av Ethernet för fordonsmiljö.

Sedan projektet startade, i slutet av 2012, har Ethernet blivit alltmer populärt i fordonsindustrin. Exempelvis så använder VCC vanligt Ethernet (100BASE-TX) mellan några ECU:er i nya XC90, den första bilen på den nya SPA-plattformen. BMW fortsätter promota Ethernet och använder UTP i den nya 7-serien med produktionsstart 2015 [3].

Ethernet i fordonsmiljö är emellertid ett komplext område, karakteriserat av snabb teknikutveckling och standardisering. Exempelvis kommer IEEE-standarder för 100 Mbit/s och 1 Gbit/s över UTP att vara klara 2016. Det är därför viktigt att kunna fortsätta deltagandet i standardisering inom IEEE och OPEN, vilket var en del av ECAE. Den svenska fordonsindustrin och dess partner behöver också bättre förstå var Ethernet är optimalt i el-arkitekturen. Vilka för- och nackdelar har Ethernet jämfört med existerande nätverksteknologier som CAN, FlexRay och MOST? För applikationer med krav på hög bandbredd, t ex videoströmmar från kameror i bilen, konkurrerar Ethernet med andra teknologier som LVDS och APIX, vilka erbjuder högre bandbredd och kortare fördröjningar för punkt-till-punkt förbindelser.

För att studera dessa utmaningar och möjligheter behövs mer forskning. Som exempel på detta kan nämnas att en ny FFI-ansökan angående fortsatta studier av Ethernet i fordonsmiljö har lämnats in i slutet av 2015.

## 8. Deltagande parter och kontaktpersoner

Följande organisationer (företag) deltog i projektet (nedan listade i alfabetisk ordning men namnet på respektive primär kontaktperson):

- AB Volvo, Oscar Ljungkrantz
- ArcCore AB, Michael Lundell
- Mecel AB, Anders Eliasson
- Time Critical Networks AB, Lars Bröhne
- Volvo Personvagnar AB, Per-Anders Jörgner

## 9. Annex

### 9.1 Referenser

- [1] FFI Project Description – Application within Ethernet Communication in Automotive Environment, Lennart Casparsson, VCC, 2012-12-19.
- [2] Måluppfyllelse – ECAE, VCC 94141, P-A Jörgner, 2015.
- [3] Automotive Ethernet, Kirsten Matheus & Thomas Königseder, Cambridge University Press, 2015.

### 9.2 Terminologi

APIX	Automotive PIXel link
AUTOSAR	AUTomotive Open System Architecture
AVB	Audio Video Bridging
CAN	Controller Area Network
ECAE	Ethernet Communication in Automotive Environment
ECU	Electronic Control Unit
EMC	Electro-Magnetic Compatibility
FFI	Fordonsstrategisk Forskning & Innovation
FU	Förberedande Utveckling
GEPOF	Gigabit Ethernet over Plastic Optical Fiber
GMSL	Gigabit Multimedia Serial Link
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol
Gbit	Gigabits
LVDS	Low-Voltage Differential Signalling
Mbit	Megabits
MOST	Media Oriented Systems Transport
OEM	Original Equipment Manufacturer (here automaker)
OPEN	One-Pair Ether-Net
PoE	Power over Ethernet
SPA	Scalable Platform Architecture
TC	Technical Committee
TCN	Time Critical Networks
TCP	Transmission Control Protocol
UTP	Unshielded Twisted Pair





VCC  
WP

Volvo Car Corporation  
Work Package