

Висока школа електротехнике и
рачунарства струковних студија

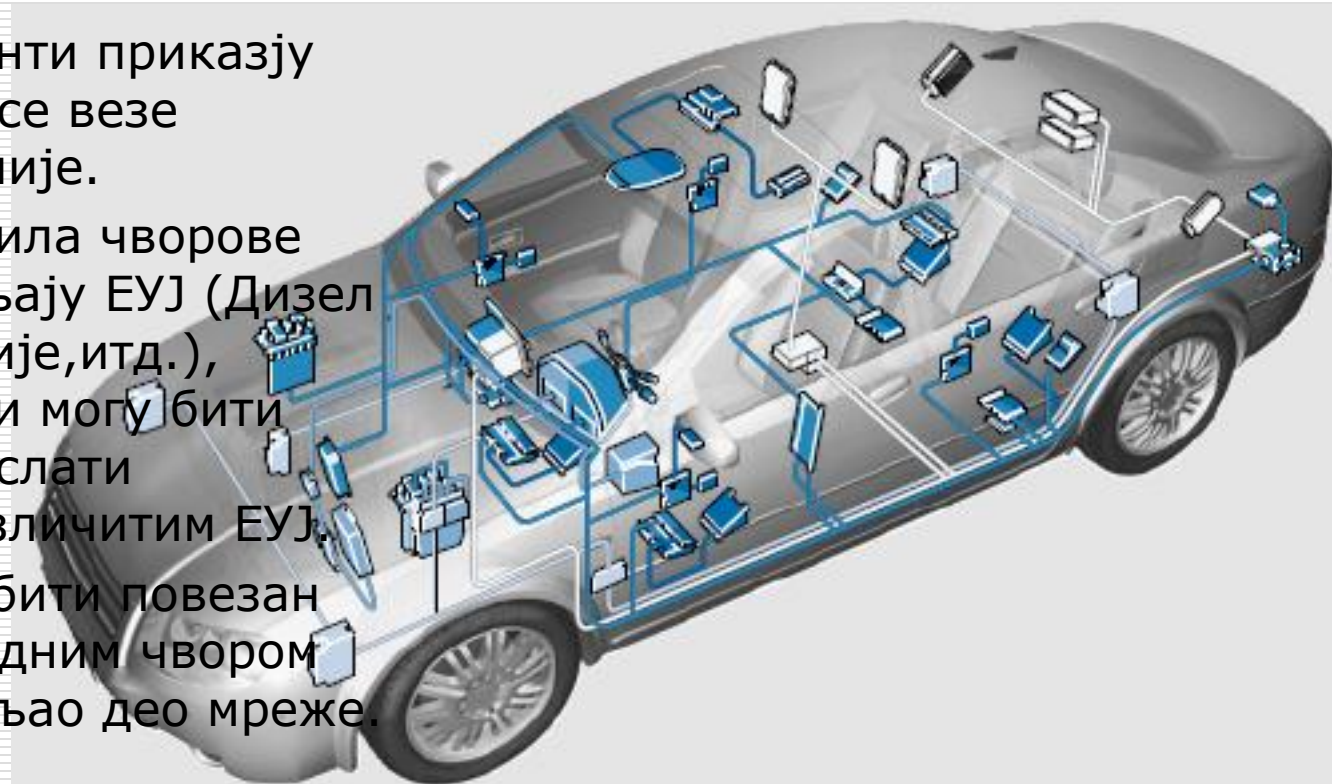
ДИЈАГНОСТИКА СИСТЕМА УБРИЗГАВАЊА ДИЗЕЛ МОТОРА

Рачунарске мреже и комуникациони протоколи
у возилима



УВОД

- ❑ Мрежа подразумева систем у коме елементи могу међусобно да размењују информације и податке преко транспортног медијума.
- ❑ У мрежи се елементи приказују као чворови, док се везе приказују као линије.
- ❑ Код моторних возила чворове обично представљају ЕУЈ (Дизел мотора, трансмисије, итд.), међутим и сензори могу бити чворови јер могу слати информације различитим ЕУЈ.
- ❑ Сваки чвор мора бити повезан најмање са још једним чвором како би представљао део мреже.

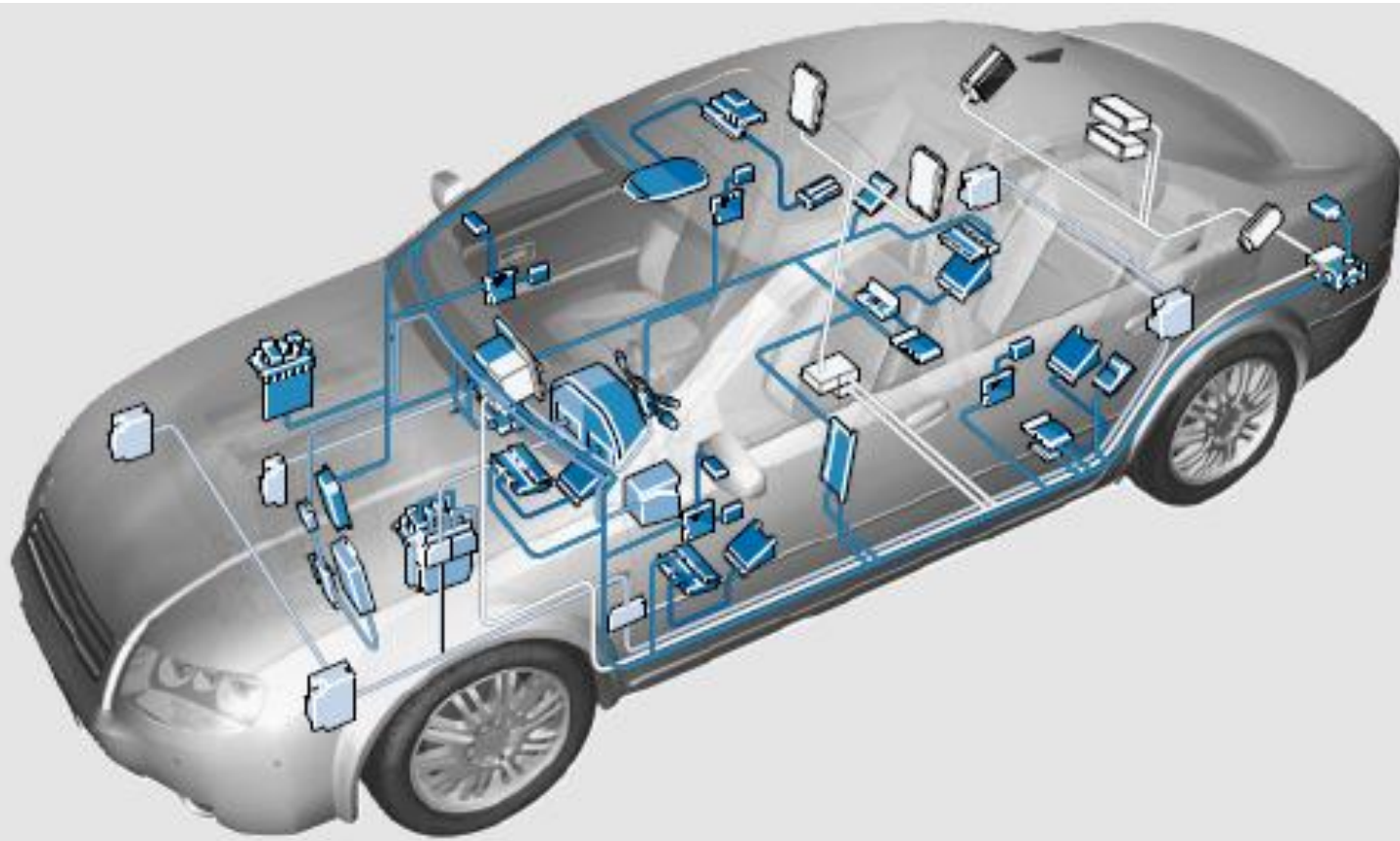


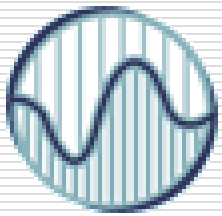


Увод

□ Све мреже су базиране на једној од следећих топологија:

- Bus
- Звезда
- Прстен
- Мрежа

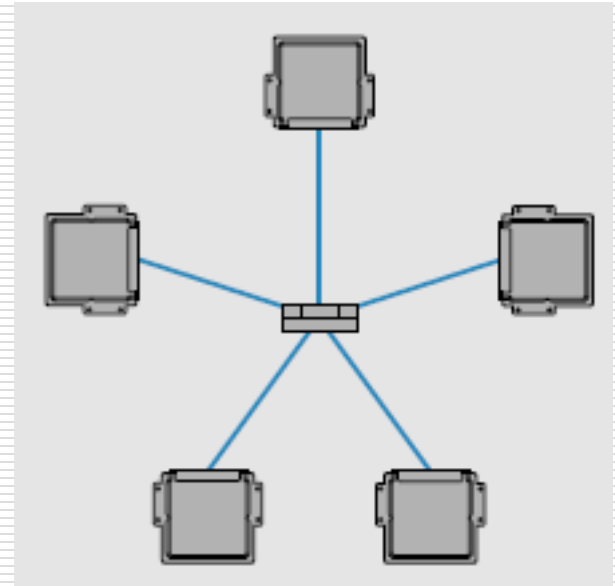


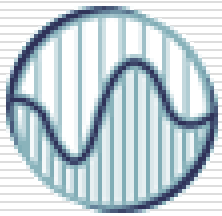


Увод

Звезда топологија

- ❑ Поседује главни чвор на коју су повезани сви остали.
- ❑ Једноставна за проширење уколико постоје капацитети.
- ❑ Комуникација иде преко главног чвора (активан систем). Код пасивног система он их само физички повезује.

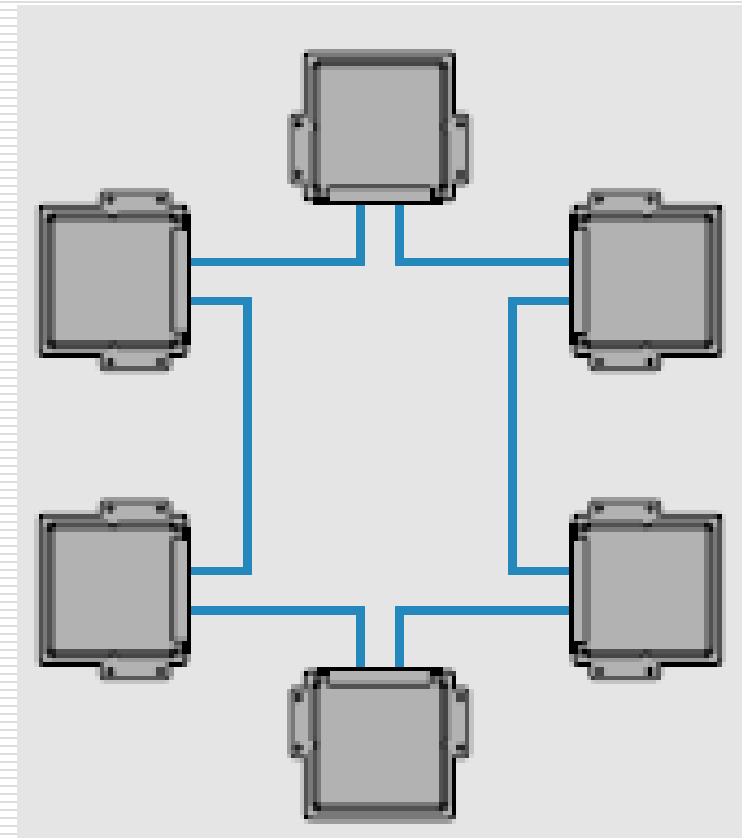


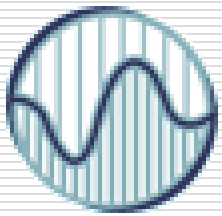


Увод

Прстен

- ❑ Сваки чвор је повезан са још два чвора.
- ❑ Две врсте. Један прстен – комуникација у једном смеру, два прстена – комуникација у оба смера.
- ❑ Проблем – позуданост.

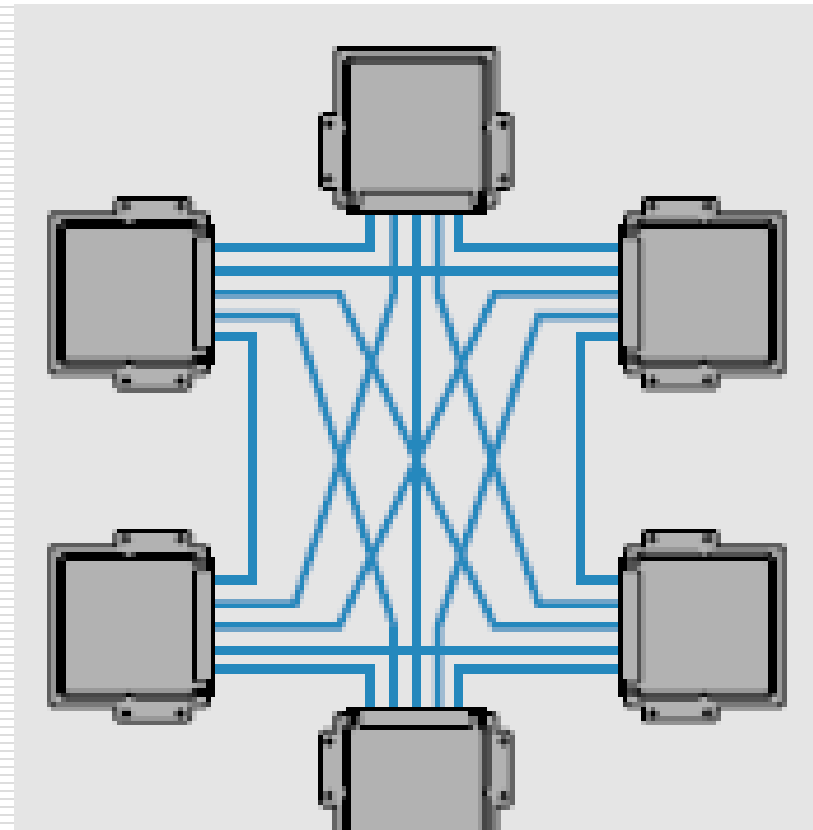


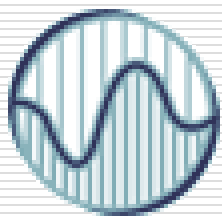


УВОД

Мрежа

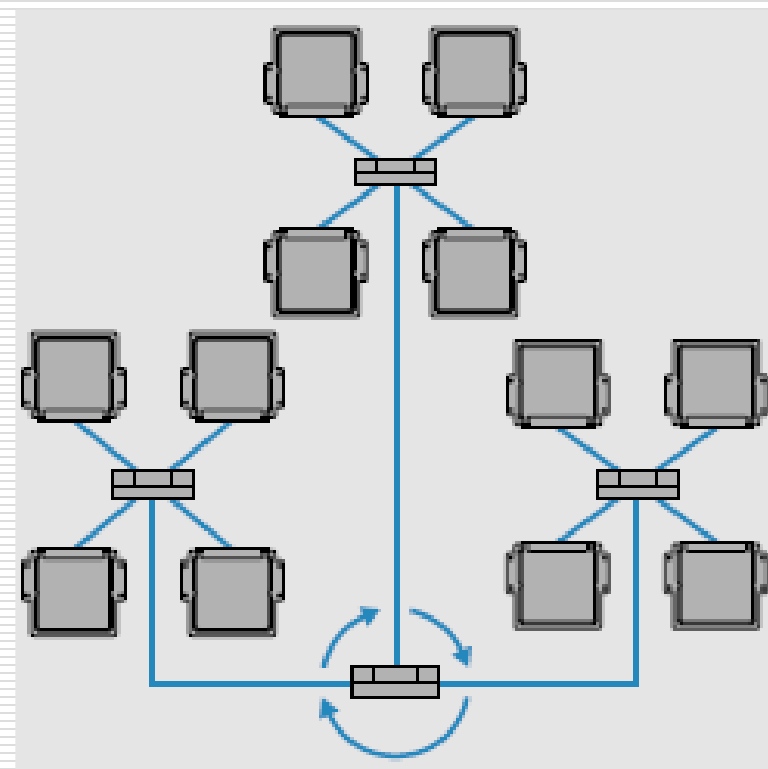
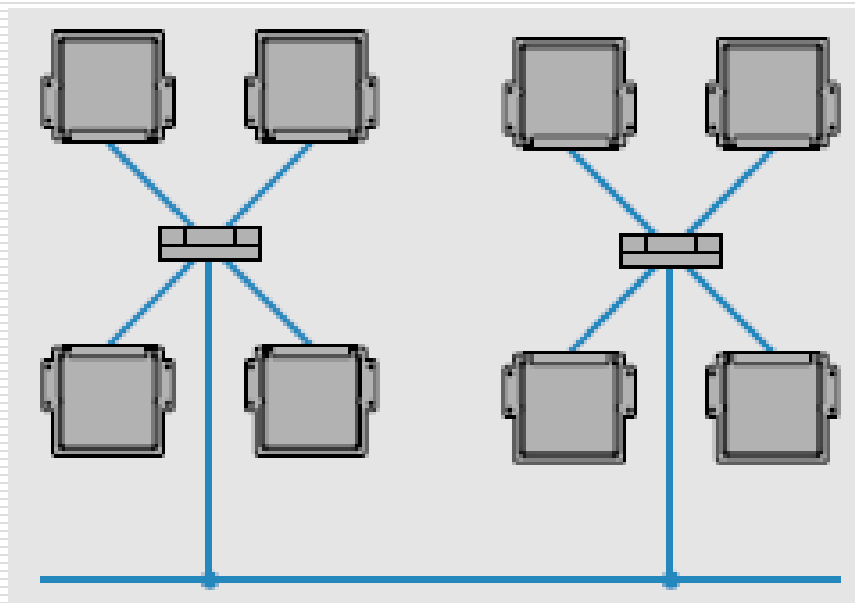
- ❑ Сваки чвор је повезан са једним или више других чворова.
- ❑ У тзв. пуној мрежи, сваки чвор је повезан са сваким чвором.
- ❑ Ако је неки чвор неисправан, постоји алтернатива за пренос података.
- ❑ Проблем – цена и брзина!

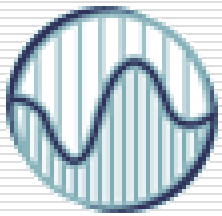




Увод

Комбиноване – хибридне мреже

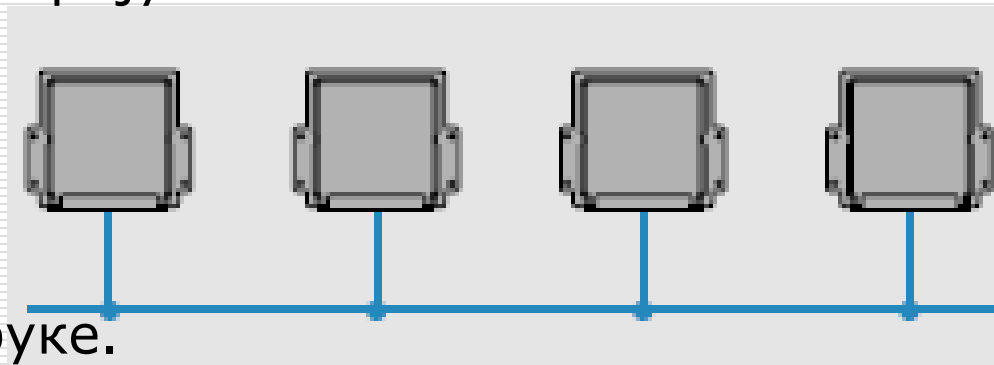




Увод

Bus топологија

- Позната и под називом серијска веза.
- Сви елементи повезани су у серију – ред.
- Једноставно додавање нових елемената.
- Комуникација преко порука.
- Чворови примају и шаљу поруке.
- Уколико дође до неисправности чвора ти подаци више нису валидни за друге учеснике.
- Остали учесници настављају да размењују информације.
- Проблем уколико се оштети bus.



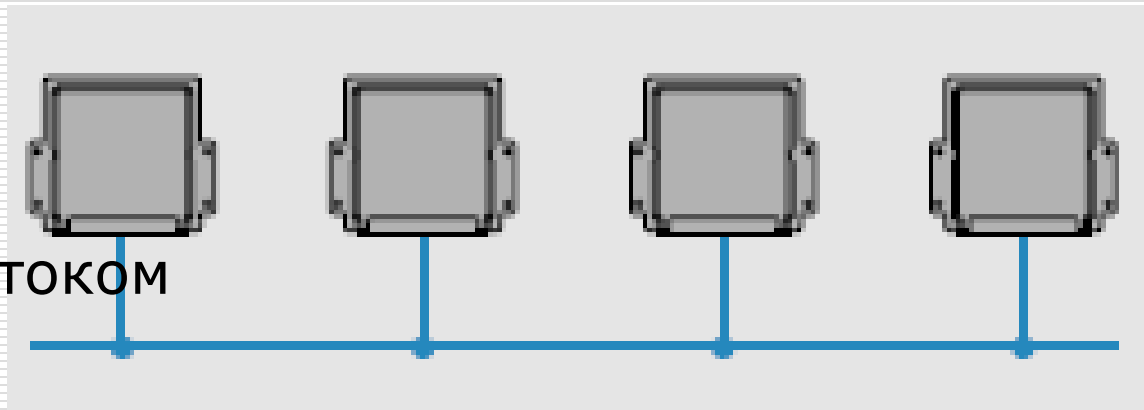


Увод

Bus топологија

Предности:

- Смањење трошкова и тежине возила.
- Боља поузданост и функционалност.
- Једноставна уградња током производње.
- Више корисника сигнала сензора.
- Једноставно повезивање нових елемената у мрежи.
- Једноставно руковање опремом.

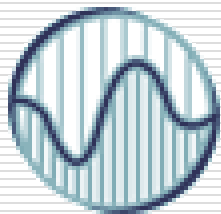




Увод

Bus топологија

- Подаци се пренесе у оквиру временске јединице.
- Најмања јединица преноса је bit, а брзина преноса bit/секунда.
- Велики број елемената које се може повезати на мрежу.



УВОД

Класификација

Class A	
Transfer rates	Low data rates (up to 10 kBit/s.)
Applications	Actuator and sensor networking
Representative	LIN
Class B	
Transfer rates	Average data rates (up to 125 kBit/s.)
Applications	Complex mechanisms for error handling, control unit networking in the comfort functions
Representative	Low speed CAN
Class C	
Transfer rates	High data rates (up to 1 MBit/s.)
Applications	Real-time requirements, control unit networking in the drive and running gear functions
Representative	High speed CAN

Class C+	
Transfer rates	Extremely high data rates (up to 10 MBit/s.)
Applications	Real-time requirements, control unit networking in the drive and running gear functions
Representative	FlexRay
Class D	
Transfer rates	Extremely high data rates (> 10 MBit/s.)
Applications	Control unit networking in the telematics and multimedia functions
Representative	MOST

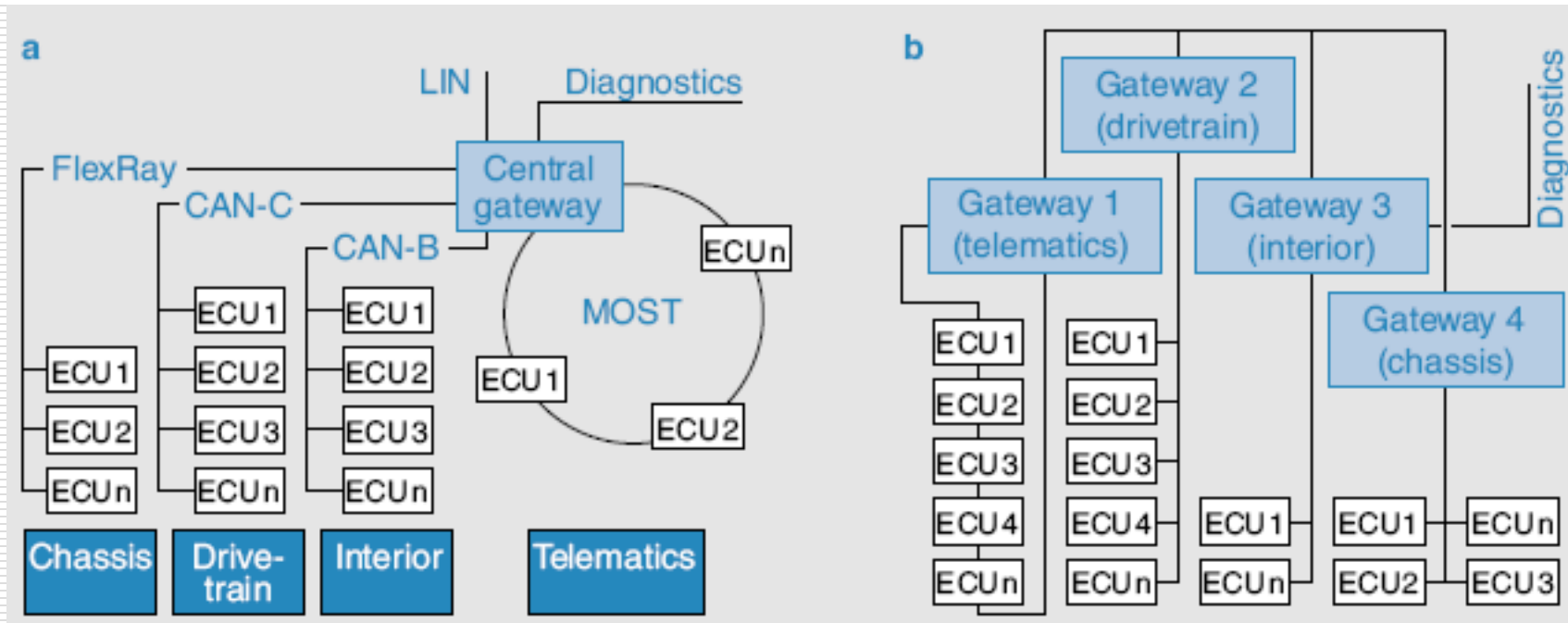


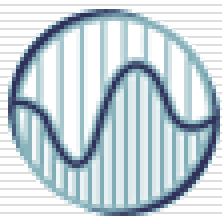
Организација мреже

a) Централни gateway

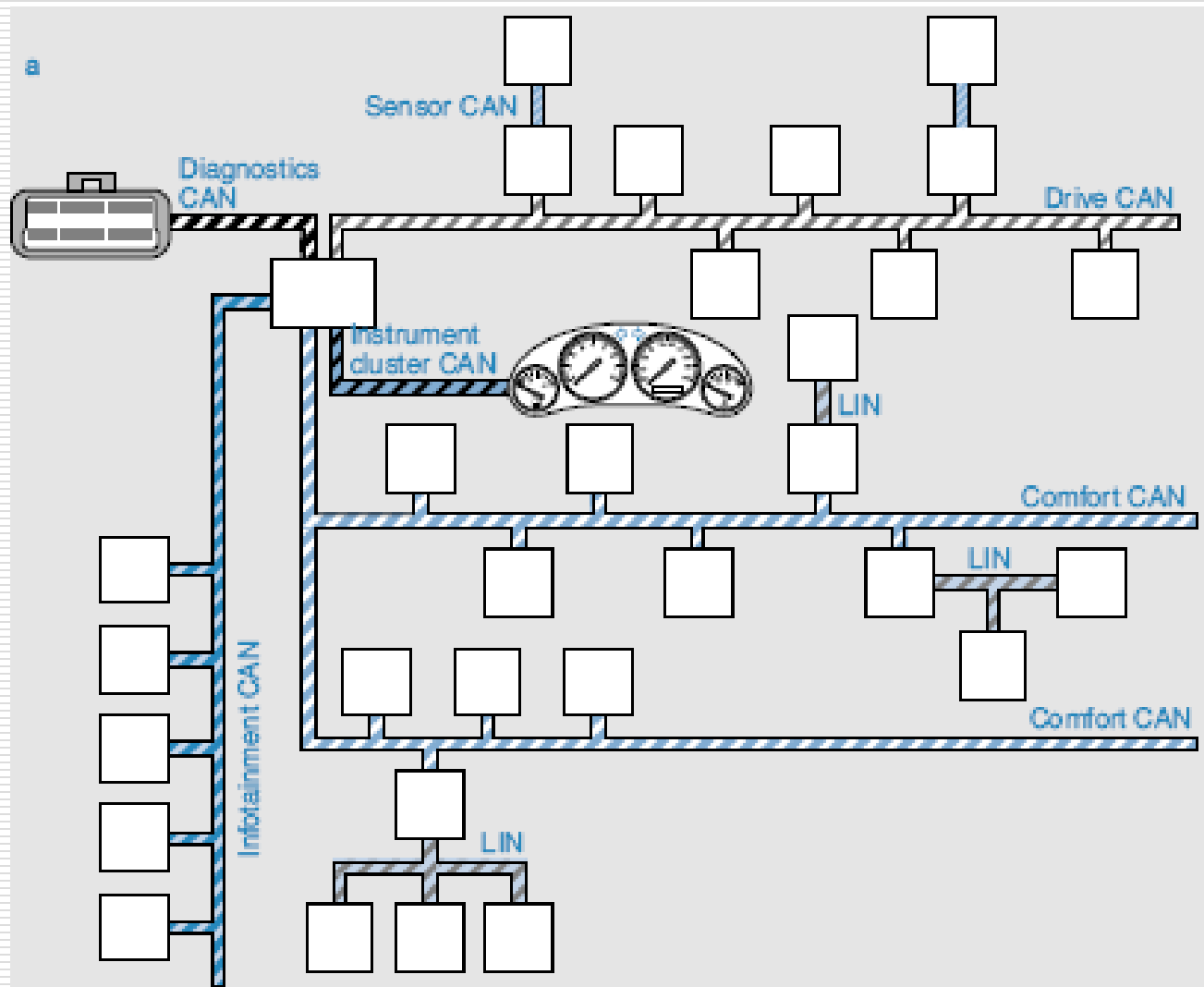
b) Подељени gateway

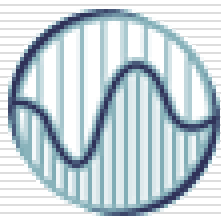
Gateway је рачунар који прима податке, преводи их у други формат и шаље ономе ко тражи податке. Нпр. дијагностичком тестеру.



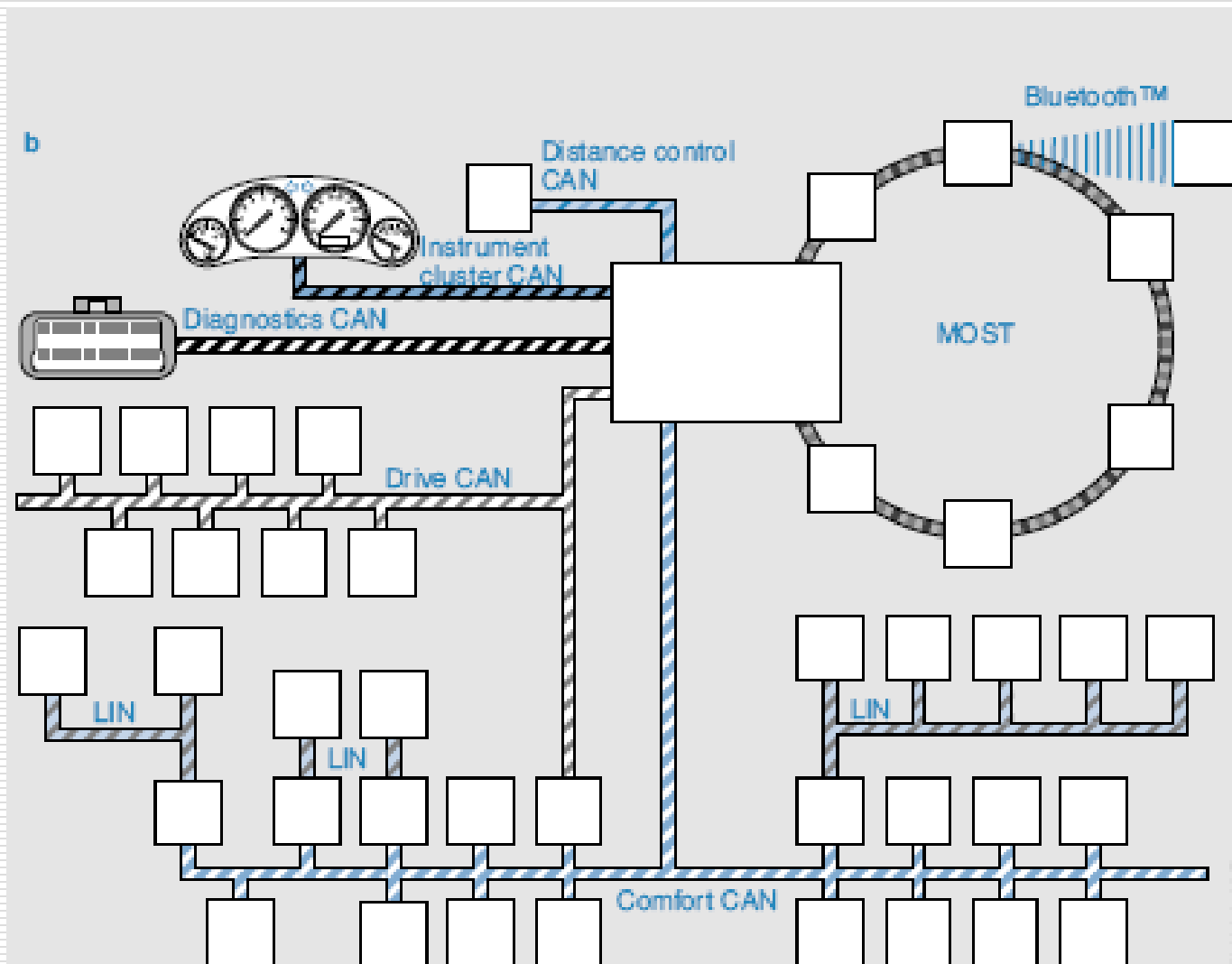


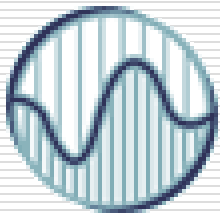
Организација мреже





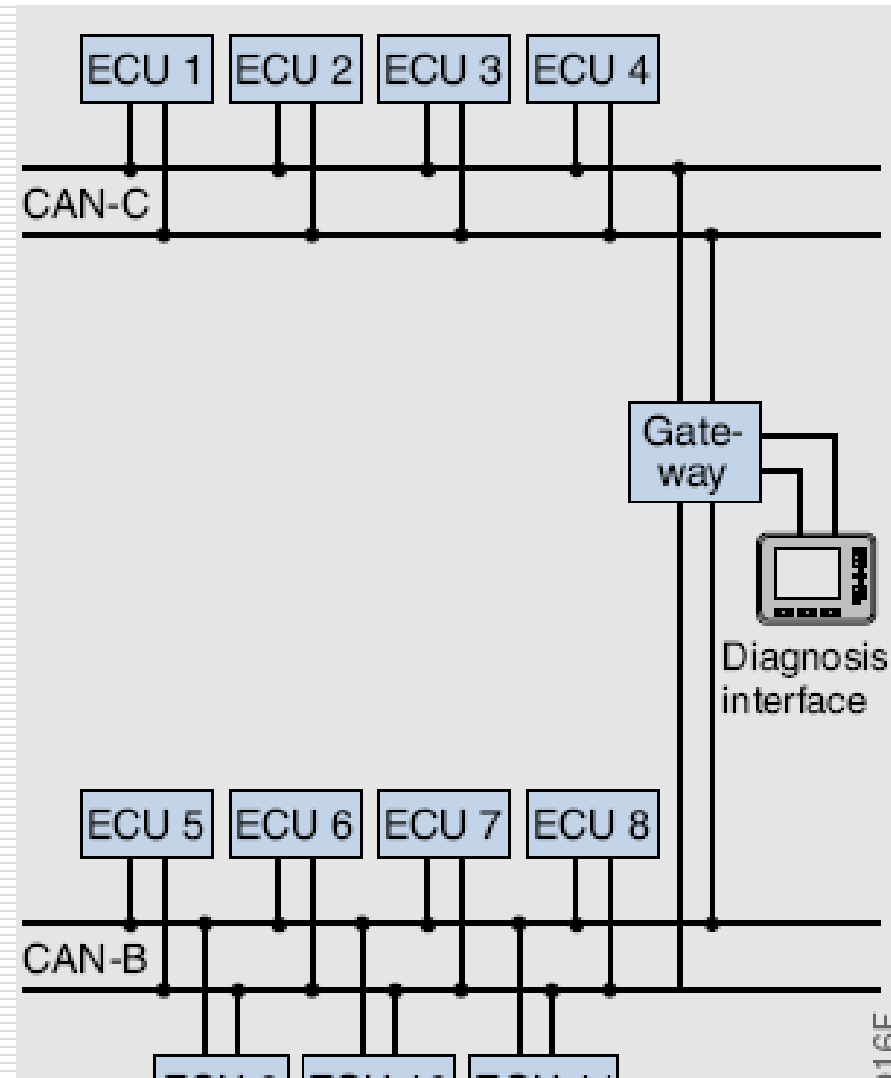
Организација мреже

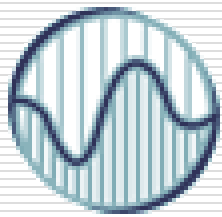




CAN bus систем

- ❑ **High-speed CAN (CAN-C)** је дефинисан у ISO 11898-2.
- ❑ Bit rate 125 kBit/s до 1 MBit/s.
- ❑ Примена EDC
- ❑ **Low-speed CAN (CAN-B)** је дефинисан у ISO 11898-3.
- ❑ Bit rate 5 до 125 kBit/s.
- ❑ Примена системи кабине, подизачи, ретровизори, итд.

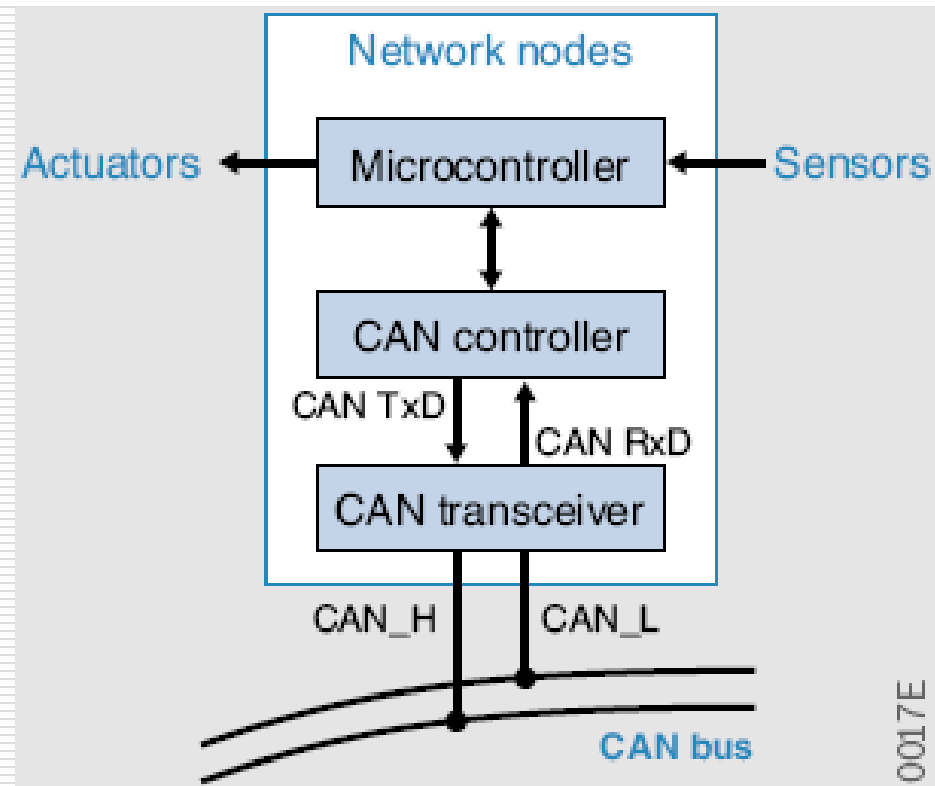




CAN bus систем

Мрежни чворови

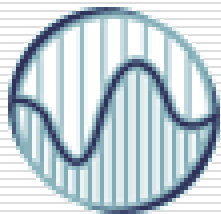
- ❑ Састоје се од микорконтролера са софтвером CAN контролера, CAN трансивера (bus driver).
- ❑ CAN контролер је одговоран за примање и слање модова. Он генерише бинарне кодове који се шаљу преко трансивера.



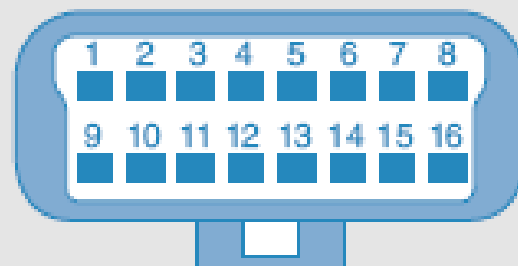


Дијагностички тестер

- ❑ Прописи у области дијагностике захтевају константно праћење рада компоненти које утичу на емисију издувних гасова -OBD-
- ❑ Грешке које се јављају током рада мотора се складиште у меморији грешке унутар ЕУЈ.
- ❑ Грешке могу бити очитане помоћу дијагностичког интерфејса.
- ❑ За ову намену користи се DLC конектор који је смештен у близини точка управљача или централне конзоле.



Дијагностички интерфејс



- Pin 2: Bus line (high) from SAE J1850
- Pin 10: Bus line (low) from SAE J1850
- Pin 7: K line in accordance with ISO 9141-2 and ISO 14230-4
- Pin 15: K line in accordance with ISO 9141-2 and ISO 14230-4
- Pin 6: CAN_H from ISO 15765-4
- Pin 14: CAN_L from ISO 15765-4
- Pin 1, 3, 8, 9, 11, 12, 13
Not used by OBD
- Pin 4: Vehicle ground
- Pin 5: Signal ground
- Pin 16: Battery positive



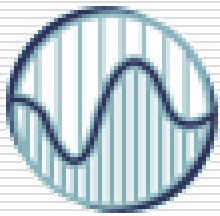
Дијагностички тестер

- ☐ Преко DLC конектора поред грешака везаних за емисију издувних гасова могуће је очитати и друге грешке које су се појавиле током рада електронских система.
- ☐ Могуће је извршити брисање грешака.
- ☐ Читање параметара рада мотора.
- ☐ Спровођење појединих тестова актуатора.
- ☐ Могуће извршити промену конфигурације ЕУЈ.
- ☐ Могуће је извршити репрограмирање flash EPROM-а.



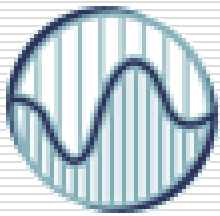
Дијагностички тестер

- Дијагностика захтева интерфејс за повезивање тестера са ЕУЈ.
- За комуникацију код данашњих возила начелно постоје две опције:
 - K line и
 - CAN bus
- K line мрежа није bus у поравом смислу речи, што значи да може доћи до колизије (неусаглашености у раду).
- Данашња возила за комуникацију електронских система користе CAN bus, ова опција је све чешћа и за комуникацију са дијагностичким тестером.



Дијагностички тестер

- За комуникацију се међутим и даље користе различити протоколи.
- То су обично CARB или званични протоколи и протоколи произвођача.
- Могућа је и комбинација: CARB протоколи који се односе на емисију издувних гасова раде преко CAN, док се произвођачке спецификације спроводе преко K line.



Дијагностички протоколи

a

Layer	CARB			
	K line			CAN
7	ISO 15031-5	ISO 15031-5	ISO 15031-5	ISO 15031-5
6				
5				ISO 15765-4
4				
3				ISO 15765-2 ISO 15765-4
2	ISO 9141-2	ISO 14230-2 ISO 14230-4	SAE J1850	ISO 11898 ISO 15765-4
1	ISO 9141-2	ISO 14230-1 ISO 14230-4	SAE J1850	ISO 11898 ISO 15765-4

Layers of the
OSI reference model

- 7 Application
- 6 Presentation
- 5 Session
- 4 Transport

b

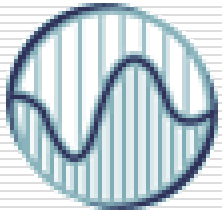
Layer	Manufacturer-specific	
	K line: KWP 2000	CAN / UDS
7	ISO 14230-3	ISO 15765-3 ISO 14229-1
6		
5		ISO 15765-3
4		
3		ISO 15765-2
2	ISO 14230-2	ISO 11898-1
1	ISO 14230-1	ISO 11898

SVA0018E

Layers of the
OSI reference model

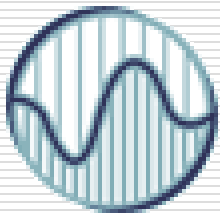
- 3 Network
- 2 Data link
- 1 Physical

UDS Unified Diagnostic
Services



Дијагностички протоколи

- ❑ Комуникациони метод у дијагностици карактерише чињеница да тестер захтева приступ једној или већем број ЕУЈ и захтева приступ подацима (нпр. читавање грешака) или захтвa управљање (нпр. током тестова актуатора).
- ❑ Ови захтеви, акције и пренос података дефинисани су протоколима.



Дијагностички протоколи

KWP 71 протокол

- ❑ Развијен је за први серијски интерфејс и базиран је на 5 baud иницијализацији (јединица брзине преноса једнака броју промене стања сигнала у секунди. Један бауд једнак је једном биту у сек.
- ❑ За адресирање, протокол предвиђа коришћење једносмерне линије (L line).
- ❑ Линија за измену података је двосмерна (K line).



Дијагностички протоколи

CARB

- Утврђен је стандардима ISO 14230-4/ISO 9141-2 за K line и ISO 15765-4 за CAN.
- Актуалне комуникацијске поруке су прецизно дефинисане стандардима ISO 15031-5/SAE J1979 који не дозвољавају произвођачима никаква одступања.
- Сва ново произведена возила у Калфорнији морају имати најмање један од ова три протокола у примени!
- У Европи пандам овоме је **EOBD** стандард.



Дијагностички протоколи

Приступни протоколи

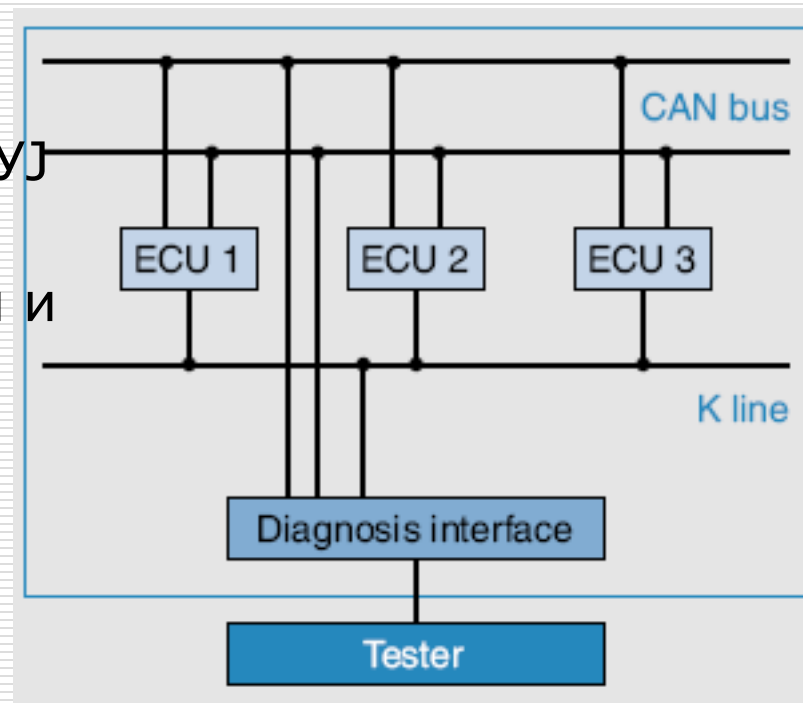
- Све већа комплексност електронских система захтева њихову оптимизацију и модификацију. За ту намену користе се тзв. приступни протоколи.
- Приступни протокол за K line је тзв. **McMess** протокол а за CAN је **CCP** протокол.

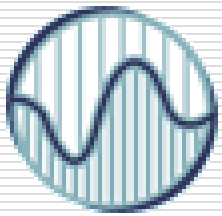


Дијагностички протоколи

Комуникација на K line

- ❑ Све ЕУЈ имају једнаку важност-једнака права.
- ❑ Комуникација између тестера и ЕУЈ је двосмерна.
- ❑ Ово значи да се подаци могу слати и примати од свих појединачних елемената система.
- ❑ Међутим у датом тренутку то може урадити само један елемент.
- ❑ Нема додатне линије за сат.
- ❑ Baud rate је између 1,200 и 10,400.
- ❑ У специјалним изведбама до 250 kBd.

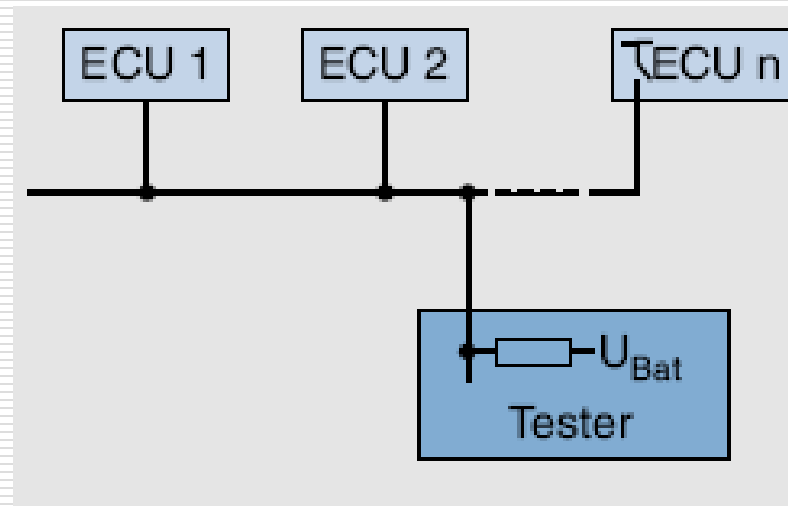


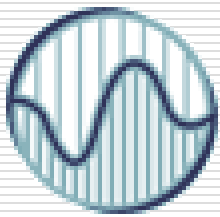


Дијагностички протоколи

Комуникација са K line

- Пренос података се врши на следећи начин: отпорник у тестеру повећава потенцијал линије на напон акумулатора. Уколико је ЕУЈ активна она повезује своју K line на масу. Све ЕУЈ у овом тренутку препознају да се на се на K line појавио нови елемент.

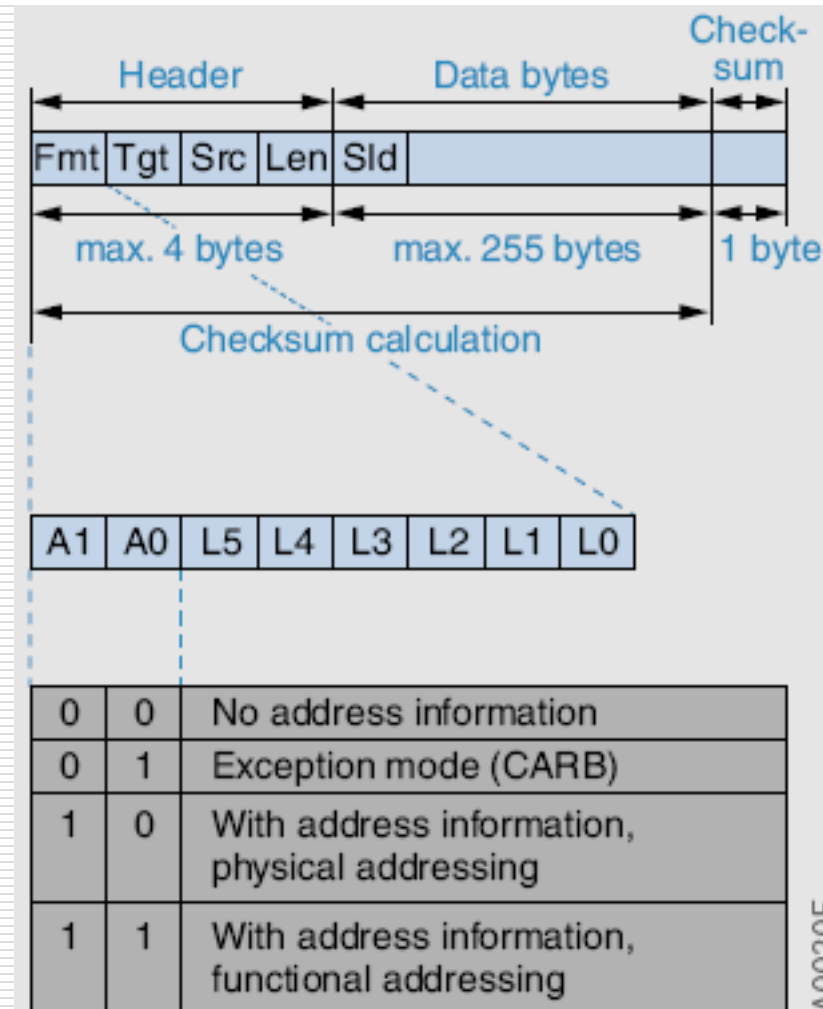




Дијагностички протоколи

Комуникација са K line – формат поруке

- Свака порука KWP 2000 протокола садржи три дела:
 - Заглавље,
 - Податке,
 - Контролни број.



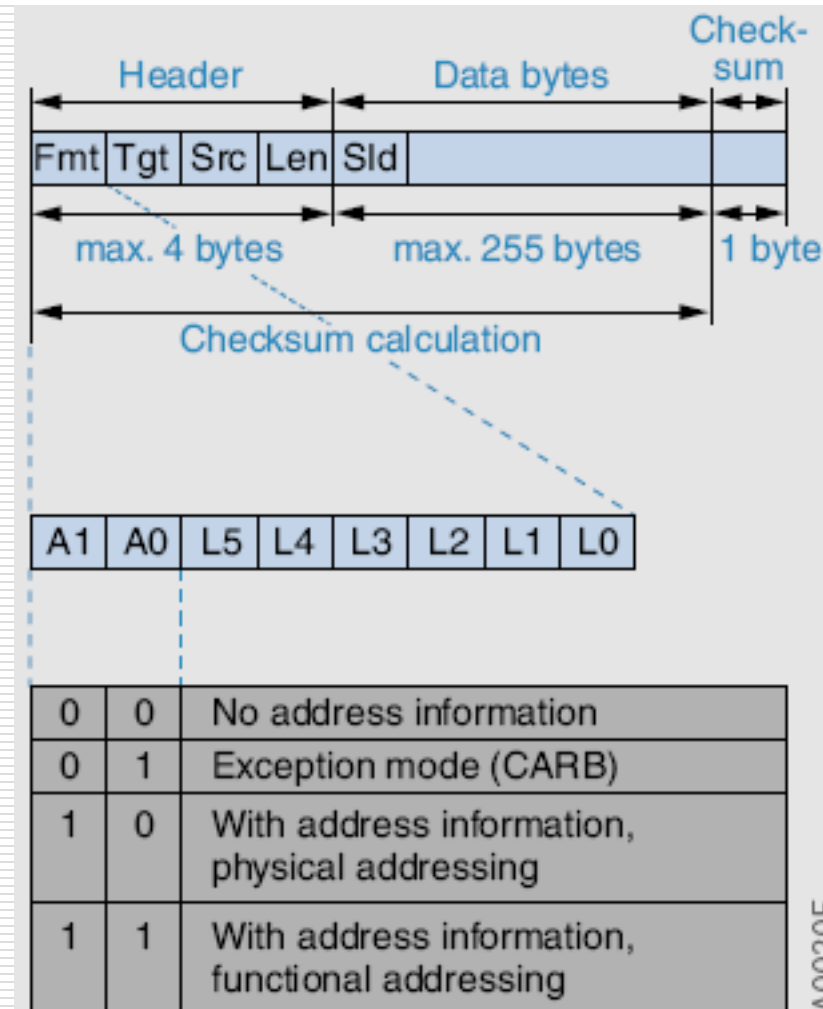


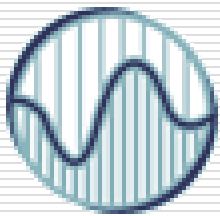
Дијагностички протоколи

Комуникација са K line – формат поруке

Заглавље

- ❑ 4 бајта
- ❑ Fmt – информације о облику и композицији поруке
- ❑ A – адреса
- ❑ L- информација о количини података
- ❑ Tgt – адреса коме је порука намењена
- ❑ Src – адреса са које је порука послата.
- ❑ Len – дужина поруке





Дијагностички протоколи

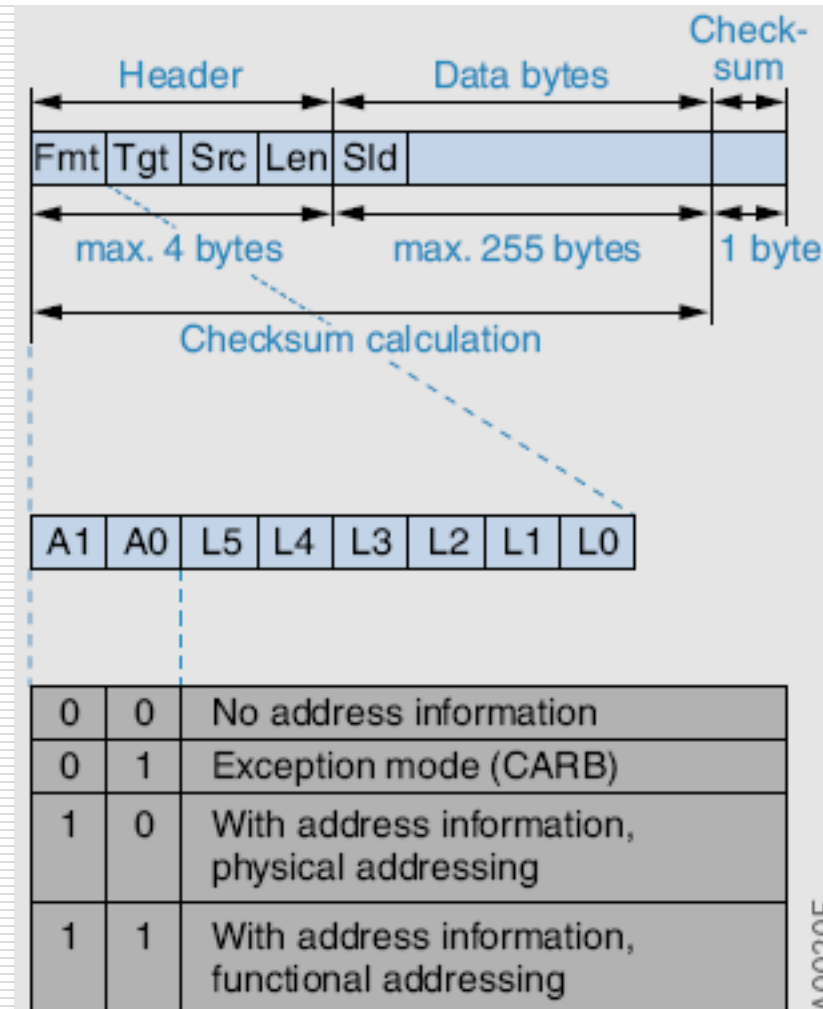
Комуникација са K line – формат поруке

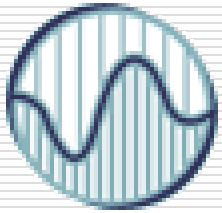
Подаци

- ❑ Може да садржи до 255 бајта.
- ❑ Sid – први бајт који идентификује врсту поруке.

Контролни број

- ❑ Увек се налази на крају поруке служи за идентификацију евентуалне грешке.





Дијагностички протоколи

Комуникација са K line – формат поруке Иницијализација

- Да би се остварила комуникација све ЕУЈ морају да разумеју формат поруке.
- Ово значи да тестер и ЕУЈ морају да имају исти „кључ“ који је део иницијализације да би комуникација могла да почне.
- Два су начина:
 - 5-baud иницијализација,
 - Брза иницијализација.

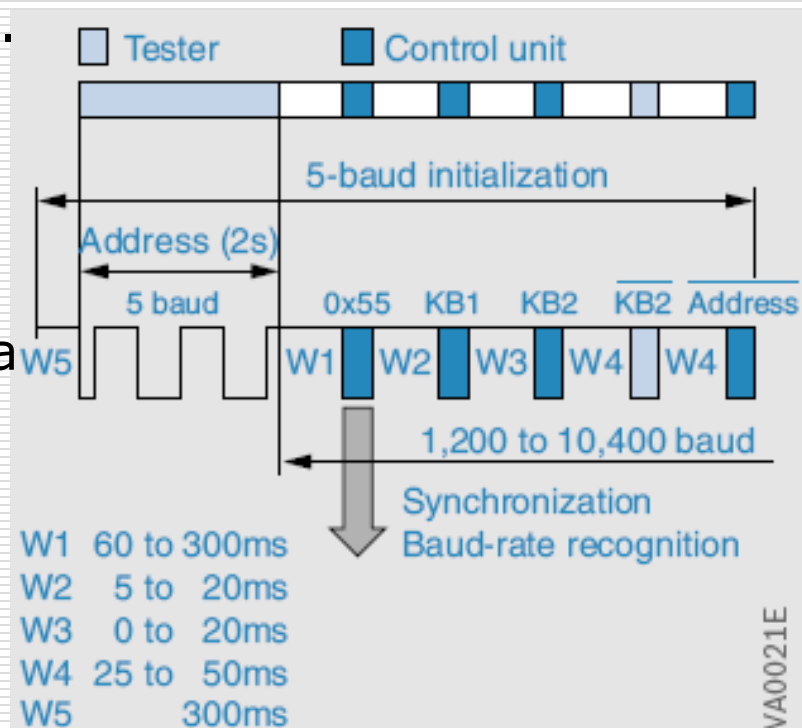


Дијагностички протоколи

Комуникација са K line – формат поруке

5-baud иницијализација

- ❑ Комуникација се иницира са 5-baud адресом упућеном од стране тестера.
- ❑ Тестер на K линију шаље 10 битну поруку (осам битова података, почетак и крај поруке) у трајању од две секунде.
- ❑ По пријему поруке ЕУЈ одговара. Она шаље два кључна бајта за распознавање.
- ❑ Тестер шаље додатни кључ ЕУЈ и од ње прима додатак адресе.
- ❑ Након овога почиње пренос података.



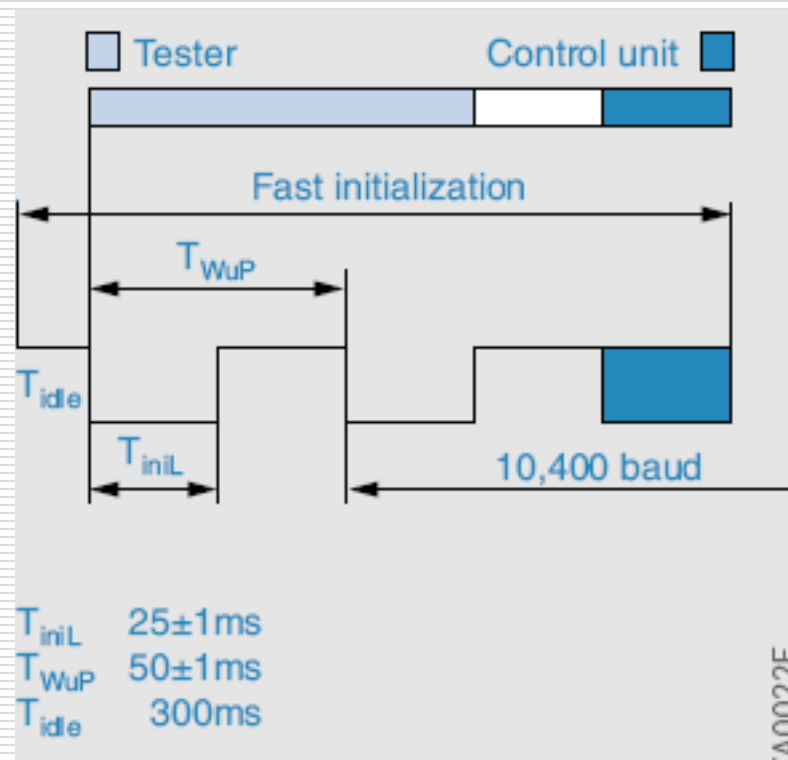


Дијагностички протоколи

Комуникација са K line – формат поруке

Брза иницијализација

- ❑ Захтева краће време.
- ❑ Тестер шаље WuP образац који садржи високу и ниску фазу при чему свака траје 25 ms.
- ❑ На крају WuP –а тестер шаље StartCommunication Service.
- ❑ ЕУЈ одговара кључним бајтом и трансфер података може да почне.

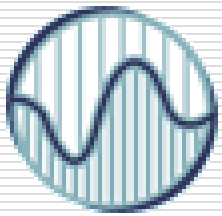




Дијагностички протоколи

Комуникација са K line – формат поруке Иницијализација

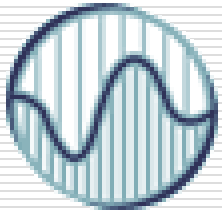
- ❑ ЕУЈ користи кључни бајт да информише тестер о врсти заглавља, дужини порука и временском методу који је подржан. Процес декодирања кључних бајтова је дефинисан стандардима ISO 9141 и ISO 14230-2.



Дијагностички протоколи

Комуникација са K line – формат поруке Арбитража

- ❑ Процес који спречава иили детектује колизију изазавану истовременим слањем две или више порука у исто време.
- ❑ Арбитража је неопходна ако се захтева коректан одговор на захтев тестера у случају функционалне комуникације (нпр. читање грешака).
- ❑ Очекује се токм иницијализације када више ЕУЈ истовремено одговара тестеру.
- ❑ Релевантна је једино код преноса подата на K line.

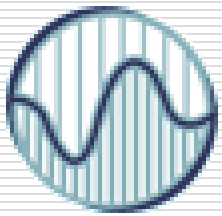


Дијагностички протоколи

Комуникација са K line – формат поруке

Арбитража/превенција колизије

- ❑ Колизија се спречава тако што свака ЕУЈ проверава стање на K line очекујући тзв. падајућу ивицу након времена P2min.
- ❑ Падајућа ивица представља крај поруке коју је нека друга ЕУЈ већ послала.
- ❑ Уколико је регистрована, ЕУЈ одлаже слање своје поруке док се bus не врати на почетно стање и када прође задато време од P2min.
- ❑ До тада ЕУЈ не сме да покуша да пошаље своју поруку.

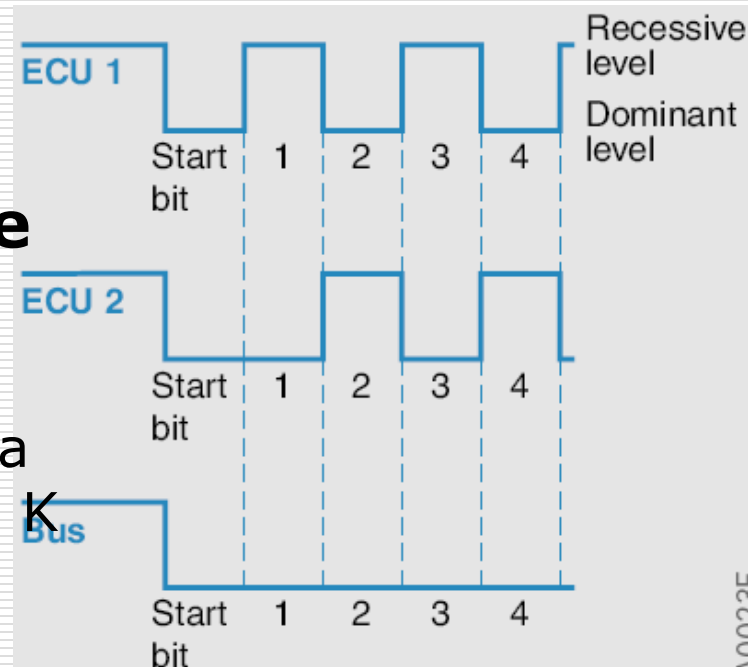


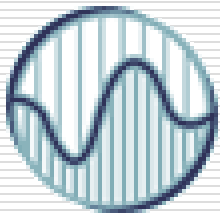
Дијагностички протоколи

Комуникација са K line – формат поруке

Арбитража/детекција колизије

- До колизије долази тако што су нпр. две ЕУЈ истовремено послале поруку.
- Детектује се тако што ЕУЈ има обавеза да прочита поруку коју је послала на K line.
- Две ЕУЈ су истовремено послале стартни бит. Након тога ЕУЈ2 шае доминанти (0) а ЕУЈ1 рецесивни (1) бит.
- 0 се појављује на K line. У другом биту је сигнал дугачији јер се сада појављује 0 уместо јединице.



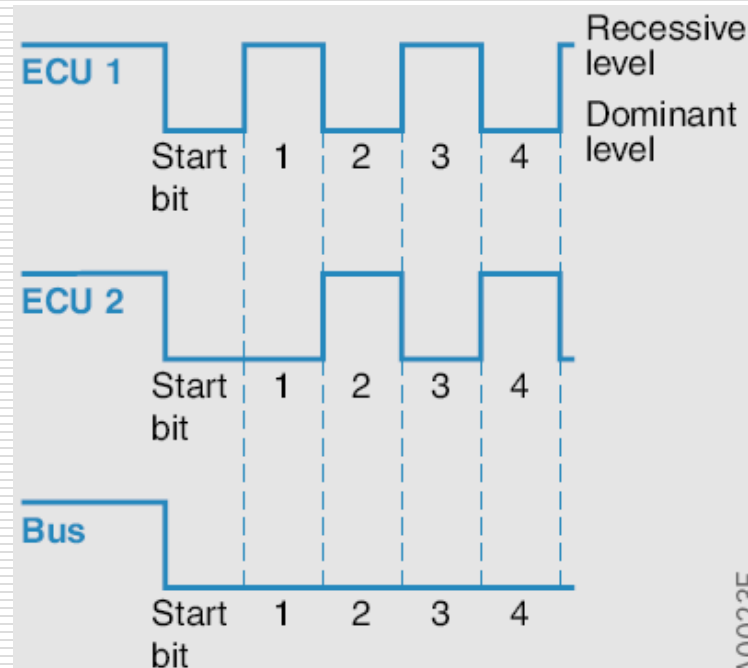


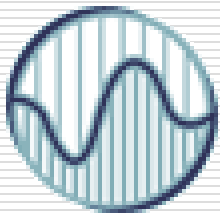
Дијагностички протоколи

**Комуникација са K line –
формат поруке**

**Арбитража/детекција
колизије**

- На крају послате поруке обе ECU ће
очитати да је сигнал који су
очоитале другачији од онога који су
послале.





Дијагностички протоколи

Комуникација на CAN

- Baud rate 500 kBd или 1 MBd.

Адресирање и типови порука

- За разлику од K линије где је могуће пренети до 255 бајтова података код CAN је могуће пренети само 8 бајтова.
- Подаци су одвоје од заглавља и контролног броја и шаљу се као посебна порука.
- Адреса ECU је уједно и CAN идентификатор
- Постоје различите методе адресирања:
 - Нормално (7 бајтова) и
 - Продужено адресирање (16 бајтова)

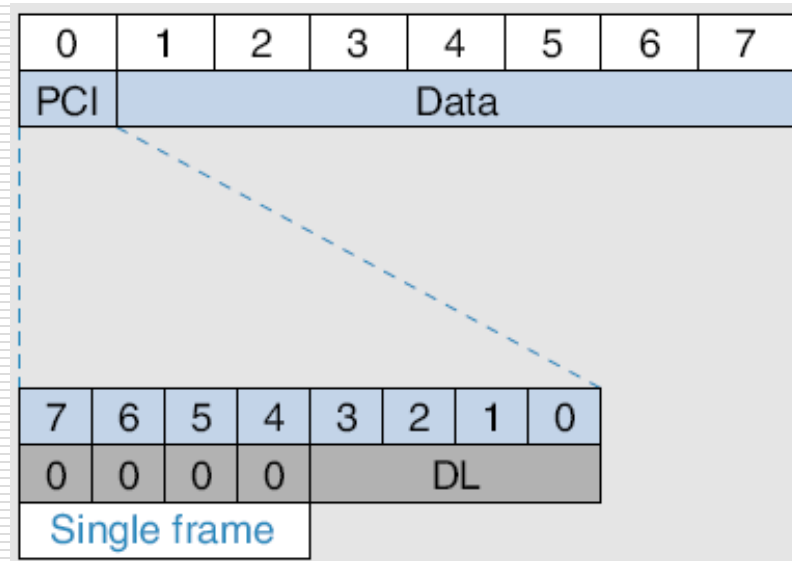


Дијагностички протоколи

Адресирање и типови порука

Неподељена порука

- Уколико порука садржи до 7 бајтова (за нормално адресирање) онда се шаље као single frame
- Први бајт је PCI (Protocol Control Information) који идентификује обим поруке и њену дужину.
- Подаци се шаљу у једној поруци.



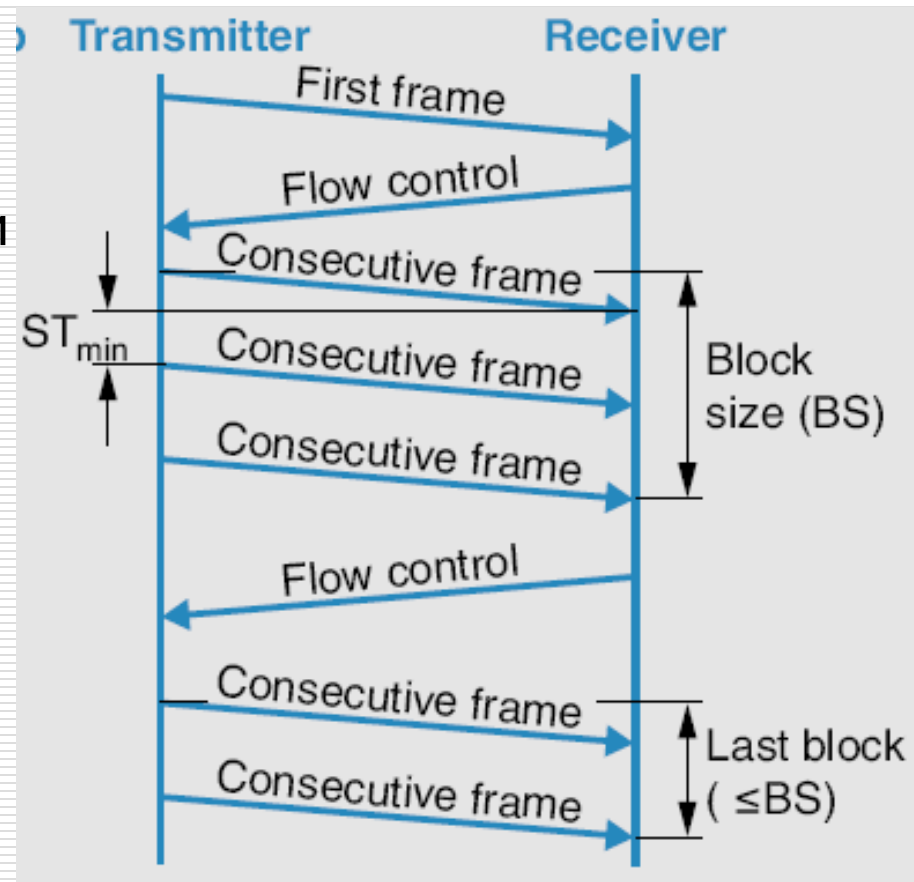


Дијагностички протоколи

Адресирање и типови порука

Подељена порука

- ❑ Уколико порука садржи више 7 бајтова (за нормално адресирање) онда дијагностички тестер најпре шаље тзв. први frame.
- ❑ ЕУЈ одовоара са flow-control frame-ом.
- ❑ Остали подаци се шаљу као узастопни.





Дијагностички протоколи

Адресирање и типови порука

Подељена порука

- Први садржи frame PCI, информацију о дужини поруке и првих шест бајтова података.
- Пошиљалац шаље први frame и чека flow-control frame који поново садржи PCI у оквиру кога је и FS – податак о статусу (спреман за слање или чекај).
- BS – говори о томе колико узастопних порука може бити послато без поновне провере- flow-control frame.
- ST (Separation Time) – говори о интервалу између узастопних порука.

a

0	1	2	3	4	5	6	7
PCI	DL	Data					

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	1	XDL			

First frame

3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
XDL				DL							

b

0	1	2	3	4	5	6	7
PCI	BS	ST _{min}	Data				

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	1	1	FS			

Flow control

0	0	0	0
0	0	0	1

Clear to send (CTS)

Wait (WT), receiver not ready

c

0	1	2	3	4	5	6	7
PCI	Data						

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	1	0	SN			

Consecutive frame