Рачунарска техника и рачунарске комуникације  
Аутомобилске мреже

Вежба 4 – *Carberry* плочица за проширење и *CAN* протокол

**Циљеви вежбе:**

* Продубљивање знања са опремом: *Carberry* плочица за проширење
* Физичко повезивање *CAN* магистрале
* *CAN* комуникација
* Мерења осцилоскопом

**Напомене:**

* Пре укључивања у струју проверите са асистентом да ли је све добро повезано
* Не спајајте остале уређаје на напајање за Carberry од 12V
* Пажљиво рукујте сондама осцилоскопа и обавезно уз присуство асистента

# CAN магистрала и протокол

## Важни детаљи

На предавањима смо видели важност терминирајућих отпорника за добро функционисање CAN магистрала. Да ли би могли да комуницирамо без њих? Шта би се десило уколико они не би постојали? Шта о томе каже теорија? Одговор на ова и још гомилу других питања у вези CAN магистрале ћете добити у овим вежбама на конкретним примерима реализованим на Carberry плочицама за проширење.

# Задаци вежбе

## Увод

Примарни задатак ових вежби је да се кроз даље упознавање и повезивање опреме преко *CAN* магистрале студентима омогући да стекну напредна знања и још већу сигурност и вештину у руковању хардвером и софтвером који окружује комплетан *Carberry* и *Raspberry Pi* екосистем.

Други део вежби је посвећен конфигурацији и манипулацији командном конзолом *Carberry* плочице за проширење на конкретном примеру и кроз упознавање аутомобилског комуникационог протокола CAN. Целокупан процес манипулације командном конзолом ће се у први моменат одвијати ручно да би се студенти навикли на окружење и редослед команди, док ће се у наредним вежбама прећи на аутоматизовање након упознавања са додатним алатима. Комплетан списак АТ команди може се погледати на званичном викију, док ћемо ми упознати оне релевантне за CAN :http://www.carberry.it/wiki/carberry:cmds:cmdslist

Трећи задатак вежби је да студентима омогући мерење и преглед физичких карактеристика сигнала аутомобилског комуникационог протокола *CAN* на осцилоскопу.

## Повезивање поставке

Да би обезбедили исправно функционисање читаве поставке за ове вежбе потребно је:

* Да је картица са инсталираним *Carbian* оперативним системом убачена у Raspberry Pi
* Да је *Raspberry Pi* повезан *GPIO* утичницом на *Carberry* каоу вежби 4.
* Да je исправљач укључен у струју а крајеви повезани на бочну шину на протоборду
* Да су пинови *Carberry* за напајање повезани на протоборд према упутству из вежбе 4.
* Да је *Raspberry* исправно подешен за мрежни приступ и етернет кабл повезан
* Да су *CAN* каблови повезани између 2 *Carberry* – користити протоборд и средњу зону
* Да су оба *CAN* канала повезана - пазити на ознаке линија и канале
* Да су канали исправно конфигурисани према упутству из наредних поглавља

## Мерење осцилоскопом

По сличним принципима из претходних вежби ћемо обавити и мерења CAN магистрале осцилоскопом. Битно је да се мерења осцилоскопом врше симултано на обе линије *CAN* магистрале. Мерења увек појединачно обавити са пријемне и стране слања. Задатак мерења је да се уоче промене, слабљења и понашање сигнала из разних референтних (мерних) тачака. Битно је консултовати асистента пре коришћења и добро чувати сонде од физичког оштећења.

## Потребни алати за вежбу

На рачунару:

* *Putty* за *Windows* или директно *SSH* повезивање из *Terminal*-a уколико је мрежа повезана. У супротном прикључити HDMI монитор, тастатуру и миш на Raspberry Pi.
* Подршка за телнет кроз *Putty* или телнет клијент
* Подешени серијски порт на *Windows*

На Raspberry Pi:

* telnet отворена библиотека Це кода
* minicom

## Команде

### Статус *CAN* модула

Да би се добило стање спремности *CAN* модула потребно је извршити следећу команду:

**CAN STATUS**

Ова команда враћа један од следећих резултата:

**DISABLE** *CAN* протоколарни стек на *Carberry* онеспособљен

**TIMING** *CAN* стек мери *CAN* линију аутомобила

**RECOGNIZING** *CAN* стек чека на завршетак процедуре препознавања

**READY** *CAN* стек спреман

**SLEEP** *CAN* стек у моду спавања

### Режим (мод) рада *CAN* модула

Између различитих режима рада је могуће прелазити позивањем следеће команде.

**CAN MODE** [<argument>]

Ова команда прихвата опциони аргумент и могуће је бирати између следећих опција:

<none> Празно се оставља уколико желимо да сазнамо режим, праћено са OK.

**SERIES** Користи се за серијско повезивање, нпр. контрола радио и волан

**PARALLEL** Користи се за паралелно повезивање, нпр. иза радија и OBD утичнице

**USER** Користи се у корисничком режиму за слободану размену и приступ OBD.

Веома је битно да се режим одабере према хардверском повезивању. Серијски режим служи да релејно прослеђује поруке од једног до другог уређаја, док паралелно за додавање уређаја.

У овим вежбама ће се искључиво користити кориснички режим и повезивање 2 *Carberry* уређаја преко оба доступна канала.

### Кориснички режим

За ове вежбе ће се искључиво користити кориснички (енг. **USER**) режим и све команде припадају тој групи.

**CAN USER** <user command> [<arguments>]

#### Провера статуса канала у корисничког режиму

**CAN USER STATUS CH**<1/2>

Пример

CAN USER STATUS CH1

CLOSED

OK

#### Затварање канала у корисничког режиму

**CAN USER CLOSE CH**<1/2>

Пример

CAN USER CLOSE CH1

OK

#### Oтварање канала у корисничког режиму

**CAN USER** **OPEN** **CH**<1/2> <500K|250K|125K|100K|95K2|83K3|50K|33K3|AUTO> [GMLAN]

Пример

CAN USER OPEN CH1 AUTO

Please wait for timing result.

Baud rate = <bps> .............

OK ERROR - Timing failed

Зеленим означен одговор у случају успешног а црвеним неуспешног отварања. Корисницима је доступно неколико брзина повезивања које могу одабрати из понуђене листе.

* **Формат примљене поруке:**

Након што се канал успешно отвори, у случају да је уређај повезан на „живу“ мрежу са активном разменом података, корисник би требао да види пријем поруке у следећем формату:

**RX**<1/2> [timestamp] <standard part of ID>:<extended part of ID> - [D0..D7]

Доступна поља: време пристизања поруке, редовна и проширена идентификација, и подаци.

Пример: Пријем пакета са проширенoм идентификацијом на каналу 1

RX1 7040:5000C0-001A

RX1 1100:500000-000000000000

RX1 1100:500000-000000000000

RX1 2100: 500040-0081804E0000000

Пример: Пријем пакета са редовном идентификацијом на каналу 2

RX2 3DC0-00FF

RX2 3AC0-C000

RX2 1900-40DE1C0000CC

RX2 3AC0-C000

RX2 7000-4C313930393131

RX2 2600-4041250FA6

Пример: Пријем временски означених пакета са проширеном идентификацијом на каналу 1

RX1 005E2C41F9 31A0:500000-0000

RX1 005E2D4103 2100:500180-00000000144E1442

RX1 005E2D45CB 2100:500180-00000000144E1442

RX1 005E2D4A92 2100:500180-00000000144E1442

**ВАЖНО:** Када пријем порука почне да ради, корисници могу да користе команду **+++** да зауставе и **ATO** да наставе пријем порука што им може олакшати куцање осталих команди.

#### Подешавање пријема - маске

Да би корисник почео да прима поруке потребно је поставити бар један филтер и по могућности (није обавезно) једну маску. Комбинација филтера и маске диктира да ли ће корисник примити специфичну поруку или опсег порука. Маска диктира који битови у идентификационом пољу примљене поруке морају да се поклопе са битима у филтеру да би порука изашла у командној конзоли. Бит 0 у маски значи да игноришемо одговарајући бит у филтеру, што даље значи да одговарајући бити у поруци и филтеру не морају да се подударају да би дошло до пријема. Бит 1 у маски значи да одговарајући бити у поруци и филтеру морају да се подударају да би дошло до пријема поруке. Подразумевана маска за *Carberry* је 0000:00000, што значи да ће бити омогућен пријем било које поруке независно од постављеног филтера.

**CAN USER MASK CH**<1/2> <standard part of ID>[:<extended part of ID>]

Вредност маске мора да прати исти формат *ID* поља поруке. За стандардни идентификатор се користе маске у опсегу 0000 дo FFE0 а за проширени у опсегу од 0000:000000 до 0000:FFFFC0.

Пример: постављање проширене маске на каналу 1

CAN USER MASK CH1 FFE0:FFFFC0

OK

Пример: #постављање стандардне маске на каналу 1

CAN USER MASK CH1 FFE0

OK

Пример: Постављање маске да бира идентификаторе из опсега x9xx на каналу 2

CAN USER MASK CH2 0F00

OK

CAN USER FILTER CH2 0 0900

OK

**Забелешке**:

Сваки канал има своје посебне маске. Формат маске прати тренутно подешавање за поравнавањем идентификатора (десно или лево, видети испод команду **CAN USER ALIGN**). Након поновног старта уређаја (циљано или након губитка напајања) све постављене маске од претходног пута су изгубљене а вредности обрисане на 0 што значи да је пријем оспособљен.

#### Подешавање пријема – филтери

Филтери се подешавају командом описаном испод, постављањем идентификатора у истом формату као и за саму поруку. Да би порука била пропуштена, сви бити у филтеру и идентификационом пољу поруке се морају подударати. Подразумевано подешавање искључује све филтере, а корисник може да постави до 32 филтера по појединачном каналу. Ниједна порука неће проћи филтрирање уколико ни један филтер није постављен. Треба такође напоменути да је потребно да је постављена и маска која садржи 1 на одговарајућим местима. *Која је то маска у примеру доле?*

**CAN USER FILTER** **CH**<1/2> <index (0..31)> <standard part of ID>[:<extended part of ID>]

Пример: Постављње филтера за пријем порука са ID = 1220 на каналу 1

CAN USER FILTER CH1 0 1220

OK

Пример: Постављање филтер за поруке са проширеним ID = C6C0:FFBC40 на каналу 2

CAN USER FILTER CH2 0 C6C0:FFBC40

OK

Пример: Постављање 2 филтера за пријем порука са ID = 1220 и 1320 на каналу 1

CAN USER FILTER CH1 0 1220

OK

CAN USER FILTER CH1 1 1320

OK

Забелешке:

Формат стандардног и проширеног идентификационог поља прати подешавање поравнања (лево или десно). При поновном старту уређаја сви филтери се губе.

#### Подешавање пријема - заједничко постављање маске и филтера

Да би разумели како маске и филтери раде заједно згодније је претворити их у бинарни формат. Маске се не разликују од оних које се користе у мрежним протоколима или некој врсти кодовања. Уколико је потребно да примите поруке из одређеног опсега, најбоље је претворити захтеве у бинарни формат и онда тек одлучити које маске и филтере да поставимо. У примеру испод, било која 1 у маски значи да бит на истој позицији у поруци и филтеру морају да се подударају. Било која 0 значи да је подударање бита у поруци и филтеру је небитно.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Пример 1 | Пример 2 | Пример 3 |
| MASK HEX | 07FF | 0F00 | 1000 |
| MASK BINARY | 0000 0111 1111 1111 | 0000 1111 0000 0000 | 0001 0000 0000 0000 |
| FILTER BINARY | 0001 0000 0000 1010 | 0000 0111 0000 0000 | 0001 1001 0000 0000 |
| FILTER HEX | 100A | 0700 | 1900 |
| Резултат | Бити између 1 и 11 морају да се подударају у поруци и филтеру | Бити између 9 и 12 морају да се подударају у поруци и филтеру | Бит 13 мора да се подударају у поруци и филтеру |

Целокупан процес пропуштања порука се може описати логичким битским операцијама: најпре се одради инвертовано екслузивно ”ИЛИ” (енг. XNOR) између идентификатора примљене поруке и филтера. Након тога тога се уради ”ИЛИ” између добијеног резултата и битски инвертоване маске. Уколико је вредност свих бита 1 порука се пропушта.

**ПИТАЊЕ**: Зашто би уопште желели да филтрирамо поруке? Шта нам то омогућава?

#### Подешавање тумачења идентификатора (поравнавање)

Као што је поменуто, постоји стандардни и проширени идентификатор за сваку CAN поруку. Свако од њих заузима 11 односно 18 бита да би се записало. Пошто се пакети шаљу на цео број октета (енг. *byte*), оригинални број бита се мора проширити на најмањи број дељив са осам (у овом случају на 32). На примеру комбинованог идентификатора се може уочити како се оригинални бити проширују са више 0 са леве стране да би се информација записала у најоптималнијем облику.

Спаковани стандардни и проширени идентификатор у хекса формату

0x18DBFEF1

Претварање у бинарни формат

1 8 D B F E F 1

0001 1000 1101 1011 1111 1110 1111 0001

Расчлањивање на делове (црвено стандардни, плаво проширени идентификатор)

- - - <- - -11- - - -> <-- - - - - -18- - - - - - ->

000 **11000110110** **111111111011110001**

Пошто се у *CAN* могу користити или стандардни или комбиновано стандардни и проширени идентификатор потребно је свако од поља проширити на целобројну вредност октета (MOD 8). Проширивање сваког од поља се може учинити тако што се бити поравнају на леву (подразумевану) или десну страну додавањем потребног броја додатних 0 са друге стране. (у случају стандардног идентификатора тај број је 5 а проширеног 6 бита). Самим поравнавањем се оригиналне вредности мењају и другачије изгледају у хекса приказу као на примеру доле.

Поравнање са леве стране:

**1100 0110 110**- ---- **1111 1111 1011 1100 01**-- ----

C 6 C 0 F F B C 4 0

C6C0:FFBC40

Поравнање са десне стране:

---- -**110 0011 0110** ---- --11 1111 1110 1111 0001

0 6 3 6 0 3 F E F 1

0636:03FEF1

Команда која омогућава промену начина поравнања је дата у следећем формату:

**CAN** **USER** **ALIGN** <option>

<none> Враћа тренутно коришћени формат

**LEFT** Постављање левог поравнања. Враћа само OK.

**RIGHT** Постављање десног поравнања. Враћа само OK.

Забелешке:

Лево поравнање представља бите у истом редоследу као што се појављују на магистрали – корисно је да се одмах уочи приоритет идентификатора. (**ПИТАЊЕ:** Зашто нам је то битно?) Код десног поравнања се бити у идентификатору представљају као редовне нумеричке вредности. Овакав начин је веома чест у софтверима за баратање CAN подацима.

#### Подешавање слања

**CAN USER TX CH**<1/2> <standard part of ID>[<extended part of ID>] [D0..D7][ WAKEUP]

Слање поруке је могуће урадити уколико је канал најпре отворен. Постоји и скраћени формат:

**TX**<1/2> <standard part of ID>[<extended part of ID>] [D0..D7]

Пример: слање поруке на каналу 1 са проширеним идентификатором

CAN USER TX CH1 C1C0:ABCDC0 112233

OK

Пример: Слање поруке на каналу 2 са стандардним идентификатором када је временско обележавање укључено (аутоматски се додаје)

CAN USER TX CH2 F1CA

0072B1A5B0

OK

Пример: Слање поруке користећи краћи формат команде са стандардним ID

TX2 C1A0-112233

OK

### Активирање временских ознака

Да би се омогућило обележавање послатих и примљених порука са временском одредницом потребно је најпре извршити неколико команди и подесити сам начин рачунања времена. Време се приказује у редовној дужини од 16 бита, док се може проширити на 40 бита (**EXT**).

**CAN TIMESTAMP** [ON/OFF/EXT]

### Подешавање прецизности временске ознаке

Поруке се обележавају на основу вредности интерног бројача. Основна мерна јединица бројача има периоду окидања у распону од 12.5ns до 819,18µs. Подразумевана вредност за основну мерну јединицу која се користи за временске ознаке је 1µs јер је множиоц периода подешен на 80 а периода има вредност од 12.5 ns. Вредности множиоца је заједничка за све канале. Мењање множиоца је могуће обавити само док je канал затворен.

**CAN TSPRESCALER** <psvalue>

Подешавањем вредности множиоца можемо да варирамо основну мерну јединицу. Множилац може да се бира у опсегу од 0 до 65535.

### Подешавање будног стања

**CAN WAKEUP** [IGNITION/ACTIVITY]

Овом командом се контролише и подешава начин на који се *CAN* канал шаље у и враћа из стања ниске потрошње (тзв. спавања). У суштини се бира врста активности која неће послати канал у стање ниске потрошње. Могуће је бирати између:

* **IGNITION** – линија за паљење аутомобила мора бити на високом стању да би целокупни систем остао у будном стању. Уколико се вредност обори на ниско стање, покренуће се процес успављивања читавог система. Обрнуто исто важи:подизањем сигнала се буди канал из спавања.
* **ACTIVITY** – уколико нема активности на CAN или LIN магистрали током дефинисаног а подесивог периода (подразумевано 5 секунди), покреће се процес гашења целог система. Свака нова активност на магистрали док је систем успаван ће покренути процес буђења/паљења.

### Подешавање периода неактивности

Период неактивности из претходне команде се може подесити у дозвољеним границама:

**CAN IDLE\_DELAY** [<delay\_value>]

Време се подешава у секундама и могуће га је задати до ~18 часова (0 до 65535). Уколико се не зада време, систем враћа тренутно подешавање.

### Подешавање сервисног пакета

**CAN SERVICE** <service> [<argument>]

Ова команда спада у напредну (опциону) команду и омогућава да се директно добију сервисне информације за постављени профил аутомобила. Команда је згодна у раду уколико се повежемо на подржани модел кола. Команда се неће користити за потребе курса.

### Подешавање профила

Подешавање профила спада у напредне команде и користи се уколико се повезујемо на кола.

**CAN PROFILE** [<argument>]

Команда прихвата један од подржаних аргумената:

<none> Празан аргуменат враћа име тренутно коришћеног профила и OK.

**CLEAR** Чисти се профил и враћа CAN стек на почетно стање. Враћа OK.

**INFO** Читање података из тренутно коришћеног профила.

<ID> Задавање броја у декадном формату (ID) означава нови профил

Списак доступних профила и подржаних модела аутомобила се може наћи испод.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Prof**  **Num** | **Profile Name** | **Details** | **Profile Number** | **Profile Name** | **Details** | **Profile Number** | **Profile Name** | **Details** |
| 01 | MSBMW\_SERIE\_135 |  | 37 | MSPOR\_BOXSTER | Porsche Boxster | 73 | MSFIAT\_FREEMONT | FIAT Freemont |
| 02 | MSVW\_TUAREG |  | 38 | MSHONDA\_ACCORD\_08 | Honda Accord 2008 | 74 | MSSUBARU\_TREZIA | Subaru Trezia |
| 03 | MSVW\_GOLF5 | Golf 5 - Passat 2005/2006 | 39 | MSFORD\_FIESTA\_08 | Ford Fiesta 2008 | 75 | MSSUBARU\_IMPREZA | Subaru Impreza |
| 04 | MSMERC\_CLASSEA | Class A/B/C/E/CLK/SLK | 40 | MSFORD\_FIESTA\_08\_CANALAR | Ford Fiesta 2008 Diagnostc CAN | 76 | MSSSANGYONG\_KORANDO | SsangYong Korando |
| 05 | MSMERC\_CLASSES | Class S | 41 | MSALFA\_MITO | Alfa Romeo MITO | 77 | MSPASER | Paser Test Profile |
| 06 | MSJP\_GRANCHE | Jeep Grand Cherokee | 42 | MSVW\_GOLF6 | Volkswagen Golf 6 | 78 | MSRANGEROVER\_EVOQUE | Range Rover Evoque |
| 07 | MSAUDI\_A4 |  | 43 | MSCHEVROLET\_TAHOE | Chevrolet Tahoe LTZ 2008 | 79 | MSBMW\_X3\_12\_KCAN | BMW X3 2012 KCAN (10us) |
| 08 | MSAUDI\_A6 |  | 44 | MSREN\_MEGANE\_3 | Renault Megane 3 2009 | 80 | MSTOYOTA\_PRIUS | Toyota Prius OBD (only services) |
| 09 | MSSEAT\_ALTEA |  | 45 | MSPROFILO\_LIBERO | Not used | 81 | MSIVECO\_STRALIS | IVECO Stralis 2012 |
| 10 | MSOPEL\_UNIF | Opel Meriva-Corsa-Tigra / Astra-Signum-Zafira-Vectra | 46 | MSFERRARI\_CALIFORNIA\_09 | Ferrari California 2009 | 82 | MSVW\_GOLF7 | VW Golf 7 |
| 11 | MSMERC\_ML | ML 2006 GL Class R | 47 | MSSEAT\_IBIZA\_09 | Seat Ibiza 09 | 83 | MSMAN | MAN TGX 18.480 2013 |
| 12 | MSPG\_407 | Peugeot 407 / 307 / 207 | 48 | MSOPEL\_INSIGNIA | Opel Insigna | 84 | MSFIAT\_PANDA\_13 | FIAT Panda 2013 / FIAT 500L 2014 |
| 13 | MSALFA\_159 |  | 48 | MSOPEL\_CORSA\_1C | Opel Corsa GMLAN, connection behind display | 85 | MSHONDA\_CRV\_13 | Honda CRV 2013 |
| 14 | MSVW\_TOURAN |  | 48 | MSVW\_POLO\_09 | Volkswagen Polo 09 | 86 | MSFIAT\_500\_MOTORE | FIAT 500 2013 OBD CANBUS |
| 15 | MSFIAT\_PUNTO |  | 51 | MSSKODA\_YETI | Skoda Yeti | 87 | MSDUCATI\_FREEDUCK | Ducati Free Duck 2013 |
| 16 | MSMERC\_CLASSES06 |  | 52 | MSMERC\_CLASSE\_E | Mercedes Class E | 88 | MSREN\_ZOE | Renault ZOE 2013 |
| 17 | MSREN\_MEGANE |  | 53 | MSLANDROVER\_RANGEROVER | Land Rover | 89 | MSREN\_TWIZY | Renault TWIZY 2013 |
| 18 | MSMERC\_SL06 |  | 54 | MSSKODA\_SUPERB | Skoda Superb | 90 | MSSEAT\_LEON\_13 | Seat Leon 2013 |
| 19 | MSVOLVO\_V70 |  | 55 | MSMERC\_SPRINTER\_10 | Mercedes Sprinter | 91 | MSTOYOTA\_VERSO | Toyota Verso 2013 |
| 20 | MSAUDI\_A3 |  | 56 | MSLANDROVER\_FREELANDER2\_08 | Land Rover Freelander 2 S TD4 2008 | 92 | MSFORD\_BMAX\_13 | Ford B-Max 2013 |
| 21 | MSSAAB\_93 | Saab 93 | 57 | MSPORSCHE\_CAYENNE\_10 | Porsche Cayenne 2010 | 93 | MSSKODA\_OCTAVIA\_13 | Skoda Octavia III 2013 |
| 22 | MSSAAB\_93\_CANALAR | Saab 93 | 58 | MSMERC\_W211 | Mercedes Class E 2003 | 94 | MSMERC\_SPRINTER\_13 | Mercedes Sprinter 2013 |
| 23 | MSSAAB\_95 | Saab 95 | 59 | MSMERC\_W210 | Mercedes Class E 2002 | 95 | MSMERC\_SPRINTER\_MOTORE\_13 | Mercedes Sprinter 2013 OBD CANBUS |
| 24 | MSMERC\_ACTROS | Mercedes Actros | 60 | MSMERC\_W203 | Mercedes Class C 2001 | 96 | MSCHEVROLET\_CAPTIVA\_13 | Chevrolet Captiva 2013 |
| 25 | MSVW\_TUAREG07 | VW Touareg 2007 | 61 | MSAUDI\_A8 | Audi A8 2011 | 97 | MSRANGEROVER\_EVOQUE\_14 | MSRANGEROVER\_EVOQUE\_14 |
| 26 | MSMERC\_SPRINTER | Mercedes Sprinter | 62 | MSVW\_TOUAREG\_11 | VW Touareg 2011 | 98 | MSFORD\_F150JJ\_11 | MSFORD\_F150JJ\_11 |
| 27 | MSAUDI\_A5 | Audi A5 | 63 | MSOPEL\_MERIVA\_B | Opel Meriva B | 99 | MSVOLVO\_V40\_13 | MSVOLVO\_V40\_13 |
| 28 | MSJP\_WRANGLER | Jeep Wrangler (only services) | 64 | MSAUDI\_A1 | Audi A1 ( CAN comfort ) | 100 | MSFORD\_TRANSIT\_14 | MSFORD\_TRANSIT\_14 |
| 29 | MSFORD\_SMAX | Ford SMAX 2006 | 65 | MSFORD\_CMAX\_11\_CASS | Ford C-Max 2011 ( Diagnostc CAN ) | 101 | MSMITSUBISHI\_OUTLANDER\_13 | Mitsubishi Outlander 2013 |
| 30 | MSVOLVO\_V70\_07 | Volvo V70 2007 | 66 | MSFORD\_FOCUS\_11\_PARK | Ford Focus 2011 ( Diagnostc CAN ) | 102 | MSPG\_4008 | Peugeot 4008 (Mitsubishi ASX) |
| 31 | MSSMART\_X2\_07 | Smart x2 2007 | 67 | MSHYUNDAI\_IX20 | Hyundai ix20 | 103 | MSFIAT\_500\_EL | FIAT 500 Electric |
| 32 | MSOPEL\_QUIET |  | 68 | MSVOLVO\_V70\_02 | Volvo V7 2002 (USA) | 104 | MSNISSAN\_QASHQAI\_14 | Nissan Qashqai 2014 (only steering wheel) |
| 33 | MSAUDI\_A4\_08 | Audi A4 2008 | 69 | MSOPEL\_ZAFIRA\_1C | Opel Zafira GMLAN | 105 | MSNISSAN\_QASHQAI\_14\_SERVIZI | Nissan Qashqai 2014 (only services) |
| 34 | MSVW\_MULTIVAN | Volkdwagen Multivan | 70 | MSNISSAN\_QASHQAI | Nissan Qashqai / Juke | 106 | MSMERC\_ACTROS\_14 | Mercedes Actros 2014 |
| 35 | MSFORD\_MONDEO | Ford Mondeo 2007 Diagnostc CAN | 71 | MSBMW\_X3\_11 | BMW X3 2011 |  |  |  |
| 36 | MSDAF | DAF | 72 | MSJAGUAR\_XF | Jaguar XF |  |  |  |

## Комуникација са *CAN* протоколом

Кроз серију задатака студенти ће се најпре упознати са физичким карактеристикама сигнала на *CAN* магистрали и са начинима представљања података и филтрирањем порука. Такође, опробаће се на упрошћеном примеру и са начином за емулацију једног стварног случаја употребе магистрала за контролу подсистема у колима. Због потребе за 2 *Carberry* модула за размену порука, студенти се позивају да буду колегијални и договоре се када ће се мењати на пријемној и предајничкој страни тако да се омогући да сви прођу кроз потребне кораке.

### Мерење физичких сигнала осцилоскопом (показно)

* Измерити сигнале из разних референтних тачака као што је описано у одељку за осцилоскоп.
* Подешавање комуникације: мењати брзину на произвољном каналу (обавезно ускладити на обе стране), а кроз мерење сигнала осцилоскопом установити да ли се подудара са номиналним вредностима. **Питање**: шта се дешава ако су брзине раздешене? Који је разлог?
* **Забелешка**: Да би се нешто мерило морају се поруке спорадично ”испаљивати”.

### Размена и филтрирање порука

* Важност терминатора: пронаћи који канал није терминиран. Како сте установили?
* Са обзиром да се CAN мрежа састоји од мноштва порука које се размењују у једном тренутку, ради лакше анализе података на магистрали, често је неопходно фокусирати се само на одређене поруке, односно на опсег ID одређених порука. У првом случају, једна група поставља маске и филтере док друга група шаље поруке. У другом случају обрнути улоге. За први случај за стандардне идентификаторе, поставите маску и филтер тако да пропушта само поруке које имају ID облика x5x1 за стандардни идентификатор и облика xx34:00FFAA за проширени идентификатор. У другом случају поставите маску и филтер тако да пропушта само поруке које имају ID облика x76x за стандардни идентификатор и облика x55x:00AACC за проширени идентификатор.
* За задате опсеге одредити какви нам филтери и маске требају за случај левог и десног поравнања. Најпре срачунати на папиру а затим посматрати ефекат пре и после постављања. Студенти треба да установе који подаци након постављања филтера и маски ће да прођу а који неће проћи филтрирање. Студенти треба да поставе вежбу да би обе групе могле да уоче исте феномене. Групе треба да користе различите опсеге.
* Проверити да заустављање приказа примљених порука ради, извршавајући команду **+++** а затим променити неке од филтера тако да додатно или умањимо опсег.

### Aутоматизовање обраде и генерисања података

* Потребно je да студенти направе Це код који врши паковање/распакивање идентификатора (стандардног и проширеног) коришћењем левог и десног поравнавања. Направити параметризоване генеричке функције.
  + Пример Руби и Пајтон кода за инспирацију:

**Лево поравнање**: Руби код

carb="carb\_var".split(":")x=((carb[0].hex>>5)<<18)+(carb[1].hex >> 6) puts x.to\_s(16)

**Десно поравнање**: Пајтон код

rightid=input('Enter your right aligned CAN ID XXXX:XXXXXX: ')

sid, eid=(rightid.split(':',2))

sid=int(sid, 16)

eid=int(eid, 16)

converted=hex(int("{0:b}".format(sid)+"{0:b}".format(eid),2))

print (converted)

* Направити периодичне и псеудо-случајне генераторе података у ***telnet*** Це библиотеци. Периодични токови података треба да се понављају са унапред дефинисаном и подесивом периодом израженом у милисекундама. Емпиријски утврдити најмањи период тако да *Carberry* још увек успе да пошаље. **Питање**: чиме је периода ограничена са доње стране? За псеудо-случајне процесе може се користити Поасонова расподела. Обавезно параметризовати функцију.

### Aутоматизовање хватања и одговора на специфичне поруке

* Направити функцију у Це која може да хвата специфичне поруке задате са опсегом идентификатора и реализовати функције за директан одговор - реакцију (енг. *callback*).

### Емулација стварног система у колима – клима (напредно – изборни задатак)

* Идеја је да се имитира један подсистем у колима: контрола климе. Коришћењем угаоног енкодера и једносмерног мотора емулирати подешавање климе. За повезивање уређајчића из *Sunfounder* комплета користити бочну ГПИО утичницу на *Carberry* са 14 пинова. Студенти из 2 групе треба да се договоре око идентификатора порука којима се шаље позиција енкодера за промену брзине мотора. Свака примљена вредност треба да се испише. Уколико постоји дискрепанца у брзини напредовања између партнерских група, бржа група може да сама шаље и хвата сопствене поруке.

### Олакшавање уноса команди

На примеру кода који је дат у датотеци **menu\_example.c** олакшати унос команди тако што ће се омогућити да се команде бирају на додир неког слова на тастатури а затим да се параметри накнадно укуцају. Оваквим приступом је жеља да се избегну грешке у куцању.