

Érintkezésmentes jelolvasó CAN adatbusz hálózatokhoz

Kánya Zoltán*, Sass Péter**, Szalay Zsolt***

*fejlesztési vezető, Inventure Autóelektronikai Kutató és Fejlesztő Kft.
Budapest, (Tel: +36 (1) 381-0970; e-mail: zoltan.kanya@inventure.hu)

**fejlesztőmérnök, Inventure Autóelektronikai Kutató és Fejlesztő Kft.
Budapest, (Tel: +36 (1) 381-0970; e-mail: peter.sass@inventure.hu)

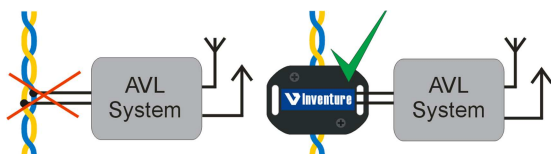
***egyetemi docens, BME Gépjárművek Tanszék
Budapest (Tel: (1)463-3226; e-mail: zsolt.szalay@auto.bme.hu)

Abstrakt: Gépjárművekbe utólag beépítendő elektronikus rendszereknek szükségük lehet a meglévő adatbuszokon hozzáférhető információkra. Az érintkezésmentes jelolvasók ezen információk kinyerésére biztonságos, a jármű garanciáját, üzembiztonságát megbízhatóan nem veszélyeztető megoldást nyújtanak.

1. BEVEZETÉS

A modern gépjárművekben számos különböző kommunikációs csatorna, adatátviteli buszrendszer található. Ezek többsége a jármű üzemszerű, biztonságos működéséhez szükséges, a gyártó által megtervezett és beszerelt elektronikus vezérlő egységek (ECU – Electronic Control Unit) számára van fenntartva, ezért az utólag ide csatlakoztatott, máshonnan származó készülékek az autó gyártójának szemében potenciális veszélyforrásként szerepelnek, ezért sok esetben a garancia elvesztését fenyegeti egy utólagos ECU beszerelés. Tipikusan ilyen, utólag beszerelésre kerülő rendszerek pl. a GPS-es járműkövető (AVL – Automatic Vehicle Locator), flottamenedzsment (FMS), járműdinamikai (gyorsulás és lassulásmérő) és fogyasztást kontrolláló rendszerek, melyek a jármű adatait is felhasználva működnek. Az utólagos beszerelések garanciális fenyegetettségére, a lehetséges biztonsági problémák megszüntetésére rendszerintegrátori igényként jelentkezett az érintkezésmentes adatleolvasás. Az Inventure Autóelektronika erre a kihívásra a saját fejlesztésű érintkezésmentes leolvasójával – Contactless CAN reader, röviden CL-CAN – válaszolt. A piac különösen fontosnak tartja az érintkezésmentes leolvasás által nyújtott biztonságot autóbuszok esetében, mivel az utasok testi épsége nem összemérhető a szállítmányozás során esetlegesen felmerülő anyagi károkkal.

Érintkezésmentes leolvasás esetén a hagyományos beszerelésű, galvanikus kapcsolatot alkalmazó rendszerekhez képest 1 db, kisméretű eszközzel bővül a rendszer (pl. AVL).



1. ábra: Egy AVL rendszer CAN buszhoz kapcsolódásának helytelen és helyes formája [1]

Járlékos előnye a megoldásnak, hogy egy ilyen eszköznek a kimenetétől már nagy távolságra elvezethető a jel a busz topológia megsértése nélkül. Ezen kívül a csatlakozáshoz nincs szükség járműfüggő speciális csatlakozóra, minden járműhöz ugyanolyan eszköz és csatlakozási módszer használható.

2. A MEGVALÓSÍTÁS KIHÍVÁSAI

2.1 Kis jelszint, környezeti zavarás.

A kommunikációs vezeték által spontán módon kicsatolt jel energiája igen alacsony, mind kapacitív, mind mágneses úton. Egy vezetékpár mentén terjedő elektromágneses teljesítmény

$$P=U^2/Z_0$$

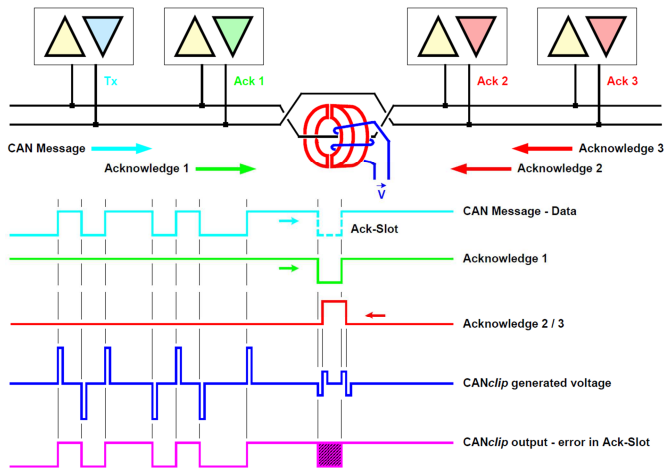
ebből egy adott „l” hosszra jutó energia

$$E=l \cdot P/c$$

ahol c az adott közegben mért fénysebesség, pl. HS-CAN esetén ($U=2V$, $Z_0=120 \text{ ohm}$) 4 cm hosszon $\sim 4,4 \text{ pJ}$.

Ennek ellenére a korszerű félvezetőkkel viszonylag könnyen érzékelhetőek, azonban a közelben számtalan más vezetéken is folyik/folyhat kommunikáció, ezektől a számunkra hasznos jelet meg kell tudni különböztetni. A hasznos jel elkülönítését a differenciális jelfeldolgozás megkönnyíti, mivel a zavaró jelek nagyrészt közös módusban jelentkeznek. Elvileg a hasznos jel kicsatolására több módszer is szóba jöhet, kapacitív, induktív, konduktív (nagy ellenálláson keresztül), illetve a teljesség kedvéért megemlíthető a mágneses teret hall-effektussal érzékelő módszer is. Kezdetben többféle próbálkozás is történt. Az *Eigner Messtechnik* az induktív úton történő jelérzékelést választotta, ez azonban problémát okoz, ugyanis az áram iránya függ a jelet létrehozó ECU pozíciójától az érzékelőhöz képest. Különösen nehéz az ACK (acknowledge - visszaigazoló) bit érzékelése, mivel ezt

többé-kevésbé egyszerre (a küldő kivételével) az összes ECU kiadja, így az irány nem meghatározott. Ezt a gyártó által kiadott ábra szemlélteti [2]:



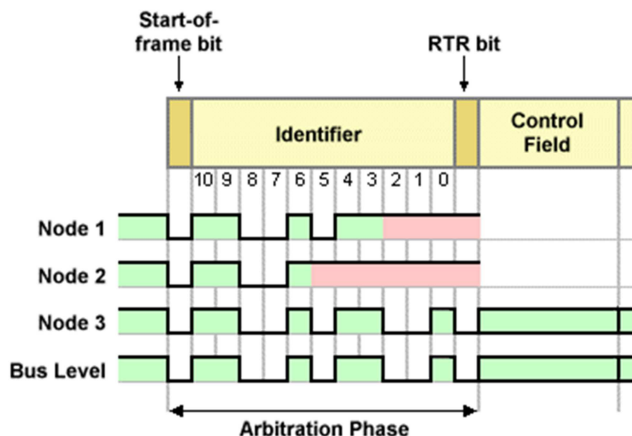
2. ábra: A mágneses érzékelés problémája [2]

Sajnos nem csupán az ACK bit okoz gondot, más esetben is előfordul, hogy az áram iránya nem meghatározható.

Jobb megoldás ezért az áram helyett a feszültséggel, pontosabban feszültségváltozással arányos – kapacitív csatolást alkalmazni. Erre vonatkozóan például szabadalommal is rendelkezik az NSI [3].

2.2 Arbitráció (versengés a busz hozzáféréért)

CAN buszon (és több más hasonló adatbuszon) bármely ECU kezdeményezhet adást, ha éppen szabad a busz. Ilyenkor előfordulhat, hogy 2 vagy több ECU (más elnevezéssel: node) is domináns állapotot kényszerít a vonalra, amíg a kisebb prioritású vezérlők észre nem veszik, hogy náluk magasabb prioritású vezérlő is éppen ad. Ez a folyamat az arbitráció. A fizikai közeg (CAN illesztő IC) kialakítása olyan, hogy több node által kiadott domináns és recesszív állapot közül mindig a domináns tud érvényesülni a buszon.

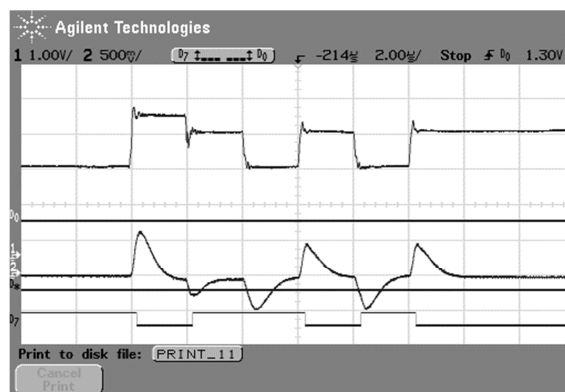


3. ábra: CAN busz arbitráció folyamata[4]

Az üzeneteket recesszív állapot (a fenti képen magas szinttel jelölve) előzi meg. A node-ok folyamatosan figyelik a jelszintet, és a busz állapotának ismeretében döntenek a kommunikáció elkezdéséről, folytatásáról. Minden üzenet-keret egy domináns bittel kezdődik, így az egyszerre kezdődő üzenet-kereteket ekkor még nem különbözteti meg semmi, az összes versengő fél folytatja az adást, mivel úgy érzékelik, hogy az ő kimeneti állapotuk érvényesült. Ha a következő bit recesszív az összes node kimenetén, akkor szintén minden node folytatja az adást. Egy node akkor értesül róla, hogy más node-ok is adnak a buszon, amikor először fordul elő, hogy recesszív állapotot szeretne adni, és a buszon mégis domináns állapotot érzékel. A 3. ábrán rózsaszínnel jelölt szakasz elejétől kezdve az adott vezérlő lekapcsolódik a buszról. A kezdeti együtt adás a jel adattartalmát nem sérti meg, mivel az egyidejűleg felvett domináns node1,2,3 állapotok együttesen is domináns busz állapotot eredményeznek.

Ez a jelenség üzemszerűen igen gyakran előfordul, főként nagy, 50 % fölötti busz terheltség esetén (busz terheltség: a busz adatátviteli kapacitásának átlagos kihasználtsága) azonban a jel alakját (a fenti, elvi ábrától eltérően) eltorzítja, mivel a több vezérlő által is kiadott domináns szint magasabb feszültséget eredményez, mint ha csak 1 vezérlő adná ki.

A kapacitív csatolás (ugyanúgy, ahogy az induktív) a gyakorlatban csak a jel változásakor eredményez kimeneti jelet. Arbitráció során akkor is változhat a jelet hordozó fizikai mennyiség (feszültség), amikor a logikai adattartalom változatlan, így a kapacitív érzékelés – hibásan – azt érzékelheti, hogy megváltozott a CAN busz állapota. Lásd 4. ábra::



4. ábra: Arbitrációs lépcső, kapacitív csatolt jel, és a lépcső hatására létrejövő hibás detektálás [5]

További nehézséget okoz, hogy a kapacitív csatolás mértékét sok olyan változó tényező befolyásolja, amelyekre nem lehet ráhatásunk: a vezeték szigetelésének anyaga, méretei, és hőmérséklete. Ezek különböző járművekben nagy mértékben eltérnek, ezzel a csatolt jel amplitúdóját akár +/-40 %-kal is módosíthatják.

A CAN és más bináris adatátviteli buszok meglehetősen robusztusak, így az implementáció során számos olyan – az



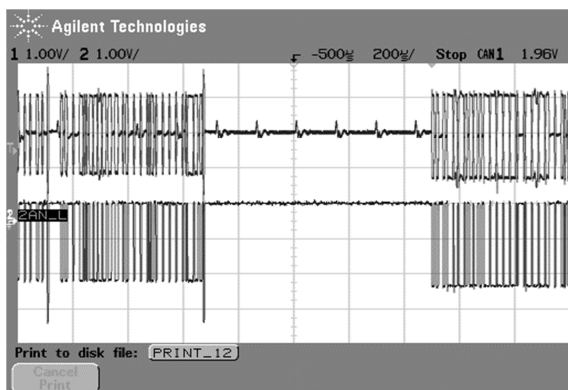
optimálistól való – eltérés (anomália) fordulhat elő, amely galvanikus kapcsolat esetén nem okoz hibás átvitelt, azonban egy érintkezésmentes jelolvasót megzavarhat. Ezek az anomáliák leggyakrabban utólag beszerelt vezérlők hibájából fordulhatnak elő. Ilyen anomália jellegében lehet közös módusú szinteltolódás, túl kicsi, vagy túl nagy jelszint, időzítési hiba, vagy jelalak hiba.

3. PERIFÉRIÁK

3.1 Bemenet

A leggyakoribb felhasználási terület a nagysebességű CAN (HS-CAN), de számos más fizikai réteg változaton lehet hasznos az érintkezésmentes jelolvasás. A kifejlesztett eszköz a működési paraméterek megfelelő beállításával gyakorlatilag bárhol alkalmazható, ahol kétállapotú (bináris) jeleket árnyékolatlan vezetékpáron továbbítanak. A leggyakoribb autóiipari példák: FT CAN, Trailer CAN (24V), J1708 (diagnosztika busz), vagy akár nem kifejezetten járműipari alkalmazásra szánt adatbuszok: RS485, RS232.

Az autóiiparban használt adatátviteli buszok nagy része differenciális jelekkel operál, ez mind a zavarok kibocsátása ellen, mind a külső zavaroktól való védelem érdekében hatásos eszköz, és redundanciája folytán a hibás fizikai réteg detektálására is lehetőséget ad, mint pl. a hibatűrő CAN (Fault tolerant CAN, FT-CAN) esetében. A differenciális jel zavarokra való érzéketlensége annak köszönhető, hogy a szimmetrikus lezárású, sodort érpár mindkét vezetékére ugyanolyan irányú, és majdnem pontosan egyforma nagyságú zavarás hat.

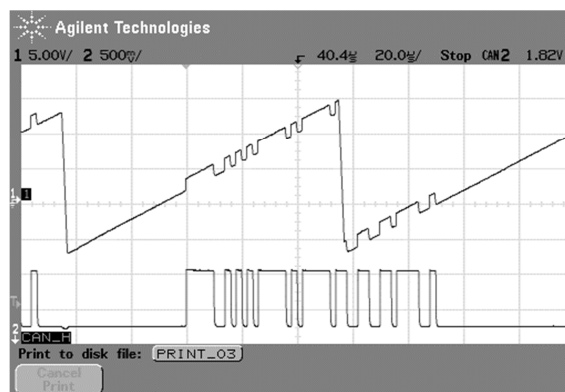


5. ábra: Differenciális jelátvitel zavarelnyomó hatása a gyakorlatban

A fenti jelalakokban a zavarást egy 24/230V-os inverter keltette. A felső jel külön a CAN High és Low vezeték feszültségeit ábrázolja, alattuk a kettő különbsége, vagyis a differenciális jel, amelyben már nem fedezhető fel a zavarás hatása. Ez a zavarelnyomó hatás az érintkezésmentes jelolvasóban is érvényesül, ha a kialakítás kellően szimmetrikus. Az Inventure Autóelektronika által kifejlesztett

eszköz e tekintetben kiemelkedően teljesít, akár 20 V / 2 us közös módusú zavarást is hibázás nélkül képes elviselni.

A 6. ábrán megfigyelhető, hogy a CAN jelekhez 20 Vpp amplitúdójú, közös módusú fűrészjelet adva az érintkezésmentes olvasó kimenetén a visszaállított jel továbbra is hibátlan, sem a domináns, sem a recesszív állapotot nem zavarja meg a gyors (2 us) lefutás.



6. ábra: Közös módusú immunitás teszt

3.2 Kimenet

A jelolvasó által biztosított kimenet a kompatibilitás céljából ideális esetben az eredeti forrásnak megfelelő, tipikusan pl. szabványos CAN fizikai réteg. Van olyan gyártó, amely ettől eltér, és más, egyedi jelszinten biztosítja a rekonstruált adatokat, így az más gyártók eszközeivel nem, vagy bizonytalanul/feltételesen működik együtt. Esetenként az is hasznos lehet, ha a kimeneti jel fizikai szintje eltér az adatforrásként használt busztól, helyette a kimeneti adatokat feldolgozó készülékhez alkalmazkodik, de ez csak akkor járható út, ha a jel időzítései alkalmasak a másfajta fizikai szinten való átvitelre. Pl. nem vihető át J1708-as adatbuszon HS-CAN-ról származó jel, mivel a J1708 jelváltási sebessége ehhez túl lassú, és fordítva: a HS-CAN fizikai réteg nem feltétlenül alkalmas J1708-nak megfelelő bitidejű jelek átvitelére, mert a legtöbb illesztő IC ehhez megfelelően hosszú idejű domináns állapotot nem hajlandó kiadni.

3.3 Állapotkijelzés

Az érintkezésmentes jelolvasó ugyan funkciójában csak egy csatlakozót vált ki, mégis önálló elektronikus készülék, és a felhasználó, illetve a beszerelést végző szakember számára segítséget nyújthat, ha a készülék visszajelzést nyújt a saját működéséről, illetve a CAN busz állapotáról.

Például az Inventure CL-CAN eszköze 1 db kétszínű LED-dal 5 különböző állapotot jelez ki, így megkönnyítve az esetleges hibakeresést, segítve a beszereléskor esetlegesen előforduló hiba minél előbbi felismerését, a poka-yoke elvnek megfelelően.

A készülék érzékeli az adatfolyam megszűnését és ekkor csökkentett áramfelvételű állapotba megy át. Az eszköz

továbbá érzékeli és jelzi a fordított polaritású CAN vezetékeket, és a túlmelegedést is.

Állapot	Státusz LED	
Készenléti állapot (CAN kommunikáció hiánya legalább 2 mp-ig)	piros	
Nincs kommunikáció, vagy nincs tápfeszültség	nem világít	
Kommunikáció	zöld	
CAN polaritás hiba	narancs	
Túlmelegedés (85°C fölött)	ha van kommunikáció	villogó ...zöld
	ha nincs kommunikáció	narancs és... ...piros

7. ábra: A CL-CAN által kijelzett üzemiállapotok.

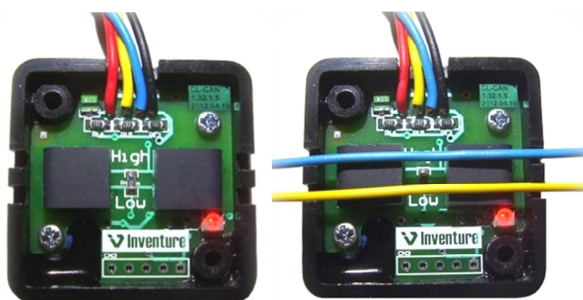
3.4 Tápellátás

A felhasználási területtől függően több opció létezik: a legszélesebb körben alkalmazható a jármű segédüzemi rendszeréről táplált verzió. Hogy mind 12V, mind 24V-os rendszerben szélsőséges állapotban – leterhelt akkumulátor vagy gyorsöltés végén megnövekedett feszültség – minél megbízhatóbban működjön, kb. 7...32 V tartományban biztosítani kell a működőképességet.

4. AZ INVENTURE CL-CAN ESZKÖZE

A készülék elsősorban az Inventure FMS Gateway termécsadához került kifejlesztésre, de fontos szempont volt, hogy harmadik fél által gyártott rendszerekkel is együttműködjön, ezért a CAN kimenet szabványos (ISO 11898 HS-CAN), teljesen kiépített, a tápellátás pedig univerzális, bármilyen gépjárműben használható, hibás csatlakoztatás (pl. fordított polaritás, vagy földelés hiánya) hatása ellen is védett. Akár a CAN vezetékekkel való véletlen összecsisztás esetén sem szenved az eszköz károsodást.

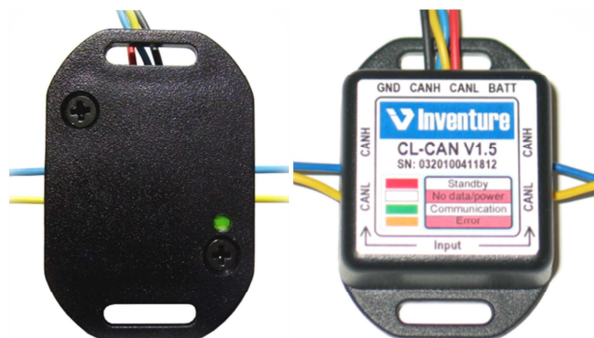
Az alábbi ábrán a tápfeszültséggel már ellátott CL-CAN-t látjuk a jármű CAN vezetékeire illesztés közben.



8. ábra: Csatlakoztatás a CAN vezetékek megsértése nélkül

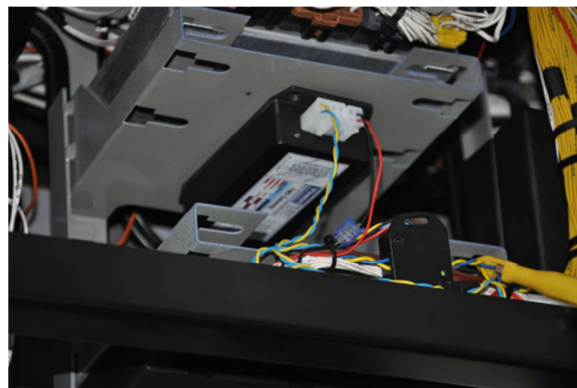
A vezetékek pozicionálását a doboz oldalán bevágások, a készülék belsejében feliratok is segítik. A CAN vezetékeket a szenzor felületek fölé helyezve, majd a doboz fedelét rászorítva az indikátor LED rögtön jelzi, ha az adatok vétele elkezdődött. A színek értelmezését a készüléken látható táblázat is segíti. Ezek együttesen lehetővé teszik, hogy a

beszerelés helyességéről a rendszert részleteiben nem ismerő személy is egyszerűen meggyőződhesen, ne merüljön fel bizonytalanság a működést illetően.



9. ábra: az összeszerelt CL-CAN eszköz

A táplálás és a kimeneti CAN vezetékek bármilyen kombinációban történő véletlen felcserélése ellen védett az eszköz, de az Inventure rendszerben történő felhasználás esetén a csatlakozók kialakítása is poka-yoke elv szerinti, csak megfelelő csatlakozók dughatók össze.



10. ábra: MB Citaro autóbuszba szerelt CL-CAN eszköz a hozzá csatlakozó FMS Gateway-jel.

A CL-CAN eszköz működési paraméterei a széleskörű felhasználásnak megfelelően lettek meghatározva, kiegészítő lezáró ellenállást nem igényel, de eltűri, ha mégis csatlakoztatják. Működési sebessége a szabványos HS-CAN teljes tartományát lefedi.

Paraméter	Szimbólum	Min.	Tip.	Max.	Egység
Tápellátás					
Üzemi feszültség	VBAT	7		32	V
Üzemi áramfelvétel	I _{op}	10	15	35	mA
Nyugalmi áramfelvétel	I _{sb}			3	mA
CAN interfész					
Baud rate		50	250	1000	kBaud
Lezáró ellenállás	R _t	60	∞	∞	Ohm
Környezet					
Tárolási hőmérséklettartomány	T _{storage}	-40		85	°C
Üzemi hőmérséklettartomány	T _{op}	-10		75	°C
Páratartalom	RH	5		80	%

11. ábra: A CL-CAN készülék főbb üzemi paraméterei

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Érintkezésmentes jelolvasók használata javasolt olyan helyen, ahol az adatok forrását jelentő fizikai réteghez biztonsági okokból nem javasolt, vagy kifejezetten tiltott közvetlenül csatlakozni. Az érintkezésmentes jelérzékelő által szolgáltatott jelek megbízhatósága természetéből adódóan nem lehet olyan jó, mint az illesztett, galvanikus kapcsolaté, azonban gondosan optimalizált tervezés és kivitelezés esetén a tipikus alkalmazási területén jó eredményt nyújt.

6. HIVATKOZÁSOK

- [1] Inventure Contactless CAN User's Manual, Inventure Kft., Budapest 2012.
- [2] Eigner Messtechnik CANclip termékismertető - http://canclip.com/CANclip/CANclip_en_screen.pdf 2004.
- [3] Jean-Yves Berenger. iCC 2006 - Contactless CAN interface - A standard for aftermarket automotive
URL:<http://www.can-cia.org/fileadmin/cia/files/icc/11/berenger.pdf>
- [4] Industrial Networks –
URL:http://www.technologyuk.net/telecommunications/industrial_networks/can.shtml 2012.08.15.
- [5] Inventure - belső használatú CL-CAN fejlesztői dokumentáció v0.17

