

Debreceni Egyetem

Műszaki Kar
Villamosmérnöki és
Mechatronikai tanszék



A pneumobil dinamikai szabályozásának és telemetriai rendszerének kialakítása

Készítette: Tóth Xénia Erzsébet mechatronikai mérnök hallgató
Zilahi Krisztián László mechatronikai mérnök hallgató
Juhász Botond mechatronikai mérnök hallgató
Steiger Balázs gépészmérnöki hallgató

Belső konzulens: Dr. Juhász György

Dr. Szemes Péter Tamás

Tanszékvezető: Dr. Husi Géza

Debrecen
2012.

Tartalom

Bevezetés	3
1. A Nemzetközi Rexroth Pneumobil Verseny	4
1.1. Általános feltételek.....	4
1.2. Műszaki követelmények.....	4
1.3. Versenyszámok, kategóriák.....	5
1.4. A 2012-ben készült pneumobil műszaki paraméterei.....	7
2. Mért és származtatott mennyiségek	9
3. A méréshez felhasznált eszközök.....	10
3.1. Érzékelők	10
3.1. A vezérlés szoftver és hardver elemei.....	11
4. Mérési módszerek.....	14
4.1. A mérőrendszer kialakítása	14
4.2. A hajtás dinamikai vizsgálata.....	14
4.3. Nyomásmérés.....	16
4.4. A hengerdugattyú mozgásviszonyai.....	17
4.5. A levegő fogyasztásának mérése	18
4.6. A jármű sebességének meghatározása	18
4.7. A munkahenger löketenkénti átlagsebességének meghatározása.....	23
4.8. Tempomat szabályozás megvalósítása	23
4.9. A jármű sebességi, gyorsulási és GPS adatainak gyűjtése	25
4.10. A mért eredmények validálása.....	25
4.11. Rendszeren belüli kommunikáció	27
4.12. A mért adatok megjelenítése	29
5. Fejlesztési lehetőségek.....	31
6. Összegzés	32
7. Felhasznált irodalom	33
8. Ábrák jegyzéke	34
9. Táblázatok jegyzéke	34
10. Mellékletek.....	35

Bevezetés

Napjaink egyik globális feladata, fenntartani a gazdaság folyamatos fejlődését, a jelen igényeinek kielégítése mellett. Mindezt úgy, hogy a környezetből csak annyit vegyenek el, hogy biztosítva legyen a jövő generációinak ellátása is. Ezt a fejlődési folyamatot fenntartható fejlődésnek nevezzük, amelyet a gazdasági, társadalmi-fejlődés és a környezetvédelem közös metszetében találunk.

Jelenlegi, hagyományos energiaforrásaink melyek mellett, hogy nem újulnak meg, olyan káros hatással is járnak, mint üvegházhatás, levegő és vízszennyezés. Az alternatív energiaforrások alkalmazása egy lépés a fenntartható társadalom felé, melyek bevezetése során figyelniük kell az esetleges mellékhatásokra is.

A környezettudatos gondolkodásmód része, a meglévő rendszereink hatásfokának javítása is, mellyel elérhetjük, hogy rendszerünk kevesebb energia felhasználásával ugyanazt a teljesítményt nyújtsa, vagy változatlan energia befektetésével nagyobb teljesítmény leadására legyen képes.

Az automatizálási rendszerekben az adott és megkívánt referenciamodellhez képest mindig merülnek fel gyártási eltérések (hibák), amiket megfelelő mérőrendszer kialakításával ki lehet küszöbölni. Ezen hibákat így nagyságuk és jellegük szerint meg lehet határozni, majd megfelelő beavatkozással értéküket minimálisra lehet csökkenteni, ezzel a rendszerünk hatásfokát maximálisra tudjuk növelni.

Esetünkben lehetőségünk adódott a VI. Nemzetközi Rexroth Pneumobil Verseny kiegészítő versenyszámában egy pályázatot benyújtani a pneumobil telemetriás mérőrendszerének kialakítására. Ezen új versenykategóriában a már megépített járművünk dinamikai tulajdonságait tudjuk optimalizálni egy mérőrendszer kiépítésével. Megvalósításával fel tudjuk majd venni a tesztek és a verseny közben a jármű menetdinamikai, és főbb részeinek dinamikai tulajdonságait, ezen adatok felhasználásával járművünk hatékonyságát növelhetjük.

1. A Nemzetközi Rexroth Pneumobil Verseny

Az egri Bosch Rexroth Pneumatika Kft. 2012-ben is meghirdette a Nemzetközi Rexroth Pneumobil Versenyt immáron 6. alkalommal. Az eddigi feladat az volt, hogy a Bosch Rexroth által gyártott pneumatikus munkahengerek és vezérlő egységek segítségével építeni kellett egy sűrített levegővel hajtott járművet. Az elkészített járművek több versenyszámban mérték össze tudásukat: a megtett legnagyobb távolság, az ügyességi és a gyorsulási kategóriákban. Fontos szempont volt a pneumobilok elbírálásánál a járművek eredetisége és a kivitelezés technikai színvonala is. Az alábbi fejezetben bemutatjuk a verseny általános feltételeit és főbb műszaki követelmény-rendszerét [2].

1.1. Általános feltételek

A feladat egy olyan „pneumatikus jármű” – PNEUMOBIL - tervezése és kivitelezése, amely a sűrített levegő energiáját alkalmazva, pneumatikus vezérlő és végrehajtó elemek felhasználásával viszi át a nyomatékot a hajtott kerekre. A járműnek egy pilótával a fedélzetén kell teljesíteni a versenyszámokat.

1.2. Műszaki követelmények

- A sűrített levegő nyomási energiáját a Rexroth pneumatikus hengereivel és vezérlő szelepeinek felhasználásával kell mechanikai munkává átalakítani.
- Maximálisan felhasználható hengerek száma: 4 darab (max. D=100 mm-es méretig, katalógus szerinti szabványos lökettel).
- A járművön csak egy motor alkalmazható, amely egy mechanikai egységet alkot (egy kihajtó főtengely van). A motor működése közben a főtengelyt forgató munkahengereket a hajtáslánc megváltoztatása nélkül, csak pneumatikus (elektropneumatikus) kapcsolással lehet leválasztani.
- A vezérlés lehet elektropneumatikus is; ebben az esetben az előírt feszültség: 24V DC.

Az elektromos vezérlő egységet, PLC-t a nedvesség (eső) ellen védeni kell, ezért az ilyen részegységeket IP54 szigetelési osztályú, legalább egy oldalán átlátszó dobozban kell elhelyezni. Amennyiben a csapat a jármű hajtás-vezérlését PLC alapú vezérléssel kívánja megoldani, úgy egy alap PLC konfigurációs csomagot biztosítanak. A versenyen az IndraControl L10 típusú PLC használata engedélyezett.

1.3. Versenyszámok, kategóriák

1. Műszaki értékelés (Konstrukció eredetisége kategória)
2. Távolsági futam
3. Ügyességi futam
4. Gyorsulási futam
5. Telemetriás mérőrendszer kialakítása (új versenyszám)

Távolsági futam:

A futam célja: Egy feltöltött palackkal a legnagyobb távolságot megtenni.

A pálya tervezett hossza körülbelül 580 méter.

A pálya nyomvonalát követve kell megtenni annyi kört, amíg a palackban lévő töltet el nem fogy.

- Maximális üzemi nyomás: 10 bar.
 - Kötelező minimum átlagsebesség: 15 km/h, ami a megtett összes egész körre vonatkozik.
 - Az átlagsebesség egy körön belül nem kötelező, mivel az átlag számít.
 - Az utolsó nem teljes kör átlagsebessége nem számít, lehet menni lassan is, ha nem megy át a célvonalon, akkor nem számít bele az átlagsebességbe.
 - Minden befejezett kör beleszámít az átlagsebességbe.
 - Minimum 2 km megtétele kötelező!
 - Minimum három váltás kötelező!
- ☐ Váltásnak minősül, ha a megadott pálya szakaszon a jármű megáll, vezetőt cserél, elindul.
- ☐ A váltás ideje beleszámít az átlagsebességbe.

Ügyességi futam

A versenyszám célja: az akadályokkal nehezített pályaszakaszt a legrövidebb idő alatt teljesíteni. A pálya tervezett hossza körülbelül 250 méter. A pálya nyomvonalát követve kell 2 kört megtenni a legrövidebb idő alatt. Értékelésre a két kör megtételéhez szükséges idő kerül. A célvonalon történő áthaladás után egy rövidített levezető körön kell elhagyni a pályát a bírók jelzései alapján.

- A versenyszám alatt mindennemű megállás beleszámít a köridőbe.
- Repülő rajt a boxutcából felgyorsulva.
- A két köridő összege az elért eredmény.
- Maximális üzemi nyomás: 10 bar.

Gyorsulási futam

A versenyszám célja: A megadott pályaszakaszt a legrövidebb idő alatt megtenni. A pálya tervezett hossza körülbelül 220 méter. A futam lebonyolítása: A rajtsávba a kiadott rajtsorrend alapján párosával kell felsorakozni majd innen a rajtlámpa jelzésére, lehet elstartolni. A versenypályán a saját versenysávból tilos áttérni az „ellenfél” sávjába. A pálya nyomvonalát követve kell a versenyszakaszt megtenni, majd célba érkezés után a bírók jelzései alapján lelassítani.

A futam szabályai a következők. A legjobb idővel befutó jármű a versenyszám nyertese. Maximális sebesség mérése az utolsó 5 méteren. Maximális üzemi nyomás: 10 bar.

1.4. A 2012-ben készült pneumobil műszaki paramétere

Az 1. ábrán látható a Debreceni Egyetem Műszaki Karán készült pneumobil, amelyet a Debreceni Széllovagok csapata 2012-ben épített az V. Nemzetközi Rexroth Pneumobil Versenyre. A telemetriás mérőrendszerrel ezen jármű dinamikai tulajdonságait szeretnénk megvizsgálni.



1. ábra. A Debreceni Széllovagok járműve verseny közben

A jármű műszaki paramétereit tartalmazó főbb adatok az 1. táblázatban találhatók, amelyek egyben a verseny hivatalos adatlapján is szerepeltek [1].

1. táblázat. A 2012-ben készült pneumobil főbb adatai

A PNEUMOBIL FELEPÍTÉSÉNEK LEÍRÁSA		
elől két kormányzott, hátul egy hajtott kerék		
A JÁRMŰ JELLEGE	autó	
A PNEUMOBIL FŐ MÉRLETEI		
HOSSZÚSÁG	2200	mm
SZÉLESSÉG	1250	mm
TÖMEG	120	kg
A JÁRÓSZERKEZET ADATAI		
TENGELYTÁV	1600	mm
NYOMTÁV	1100	mm
KORMÁNYZOTT KERÉK ÁTMÉRŐJE	580	mm
KORMÁNYZOTT KEREKEK SZÁMA	2	db
KORMÁNYZOTT KERÉK FÉKRENDSZERE	Mechanikus tárcsafék, külön körbe kötve a hátsó kerekektől	
HAJTOTT KERÉK ÁTMÉRŐJE	580	mm
HAJTOTT KEREKEK SZÁMA	1	db
HAJTOTT KERÉK FÉKRENDSZERE	Mechanikus tárcsafék külön kötve a kormányzott kerekektől	
Kéthengeres. lineáris motor. Mindkét henger húzó üzemmódban dolgozik. A hengerek láncos mechanizmussal vannak összekötve.		
A MOTOR FELEPÍTÉSE	Expandáló, PLC vezérlés	
A VEZÉRLÉS JELLEGE		
A PNEUMOTOR ADATAI		
A MOTOR HENGEREINEK SZÁMA	2	db
A MOTOR LÖKETTÉRFOGATA	4533	cm ³
A MOTOR TENGELYÉNEK FORDULATSZÁMA	1218	ford/min
A MOTOR FORGATÓNYOMATÉKA	147	Nm
A BEÉPÍTETT MUNKAHENGEREK ADATAI		
ÁTMÉRŐ	80	mm
LÖKETHOSSZ	500	mm
HENGEREK SZÁMA	2	db

2. Mért és származtatott mennyiségek

A pneumobilnak adott versenykörülménynek kell megfelelnie, amihez terveztünk egy alapmodellt, melyet megfelelő dinamikai szempontok szerint méreteztünk. Az így kapott modell dinamikai paramétereit kell vizsgálnunk ahhoz, hogy a jármű menetdinamikáját javítani tudjuk, akár mechanikai paraméterek változtatásával, akár a jármű vezérlésének optimalizálásával.

Ehhez vizsgálnunk kell a légmotor tulajdonságait, ezen belül a motor karakterisztikáját, így a mért adatokból származtatjuk a nyomaték-idő függvényt; a levegő felhasználást, a jármű sebességét, a gyorsulását, az általa megtett utat, valamint a menet közbeni GPS koordinátákat. A mérőszenzorok és mérőeszközök [4] kiválasztását és beszerzését a Bosc-Rexroth Kft. pályázati kiírás keretében biztosítja.

Mért mennyiségek

- A hengerben lévő levegő nyomása
- A henger dugattyújának helyzete
- A rendszer által felhasznált levegő mennyisége
- A felhasznált levegő hőmérséklete
 - a henger környezetében
 - a nyomáscsökkentő környezetében
- A jármű GPS koordinátái

A 2013-ban meghirdetett VI. Nemzetközi Rexroth Pneumobil Versenyen a rendező vállalatok ez évben először egy új, kiegészítő versenyszámot hirdettek meg a pályázó csapatok részére: kiegészítő vezérlési, adatgyűjtési és megjelenítési feladat formájában az ipari tendenciáknak megfelelően a villamos vezérlési, megjelenítési és táv-beavatkozási megoldások megismertetése érdekében.

A PLC vezérlés használóknak a járművük néhány fizikai paraméterének a mérését kell, hogy megoldják, ezeket a mérési adatokat gyűjteniük kell, és rádiófrekvenciás adattovábbítás után egy PC-n kell tudni megjeleníteni ezeket, valós időben vagy

közel valós időben, grafikus formában, a Rexroth WinStudio nevű szoftveres fejlesztői környezet segítségével.

Származtatott megjelenítendő paraméterek

- Út-idő diagram
- Sebesség-út diagram
- Gyorsulás-út diagram
- Elmozdulás-erő diagram
- Jármű tényleges sebessége
- Összefüggések grafikus megjelenítése a dugattyúsebesség, légfogyasztás és a jármű sebessége között

3. A méréshez felhasznált eszközök

3.1. Érzékelők

- Reed-relé: ST6 (I. sz. melléklet)
- Útmérő szenzor: SM6 (II. sz. melléklet)
- Nyomásszenzor: PE5 (III. sz. melléklet)
- Áramlásmérő szenzor: AF1 (IV. sz. melléklet)
- Kiegészítő Inline analóg modulok a CML10 PLC-hez:
 - 8 csat. analóg bemenet: R-IB IL AI 8/SF-PAC
 - Tápszegmens analóg modulhoz R-IB IL 24 PWR IN/R-PAC
- Rádiós adattovábbító eszköz:
 - Rádiós transceiver eszköz, Ethernettel
 - Javasolt WLAN adó/vevő: Phoenix Contact 2692791 FL WLAN EPA
 - Javasolt access point: Phoenix Contact 2700718 FL WLAN 5100

A Bosch-Rexroth Pneumatika Kft. által felkínált eszközökön kívül mérései eredményeink kiterjesztésére, és pontosítására szeretnénk még felhasználni az alábbi szenzorokat:

- Hőmérő szenzor: HD 788TR1 (V. sz. melléklet, [3])

- Gyorsulási és GPS (pályakoordináta és pillanatnyi sebesség) adatok gyűjtésére: gyorsulás mérővel és GPS-el ellátott Android operációs rendszerű mobiltelefon

3.1. A vezérlés szoftver és hardver elemei

3.1.1. PLC

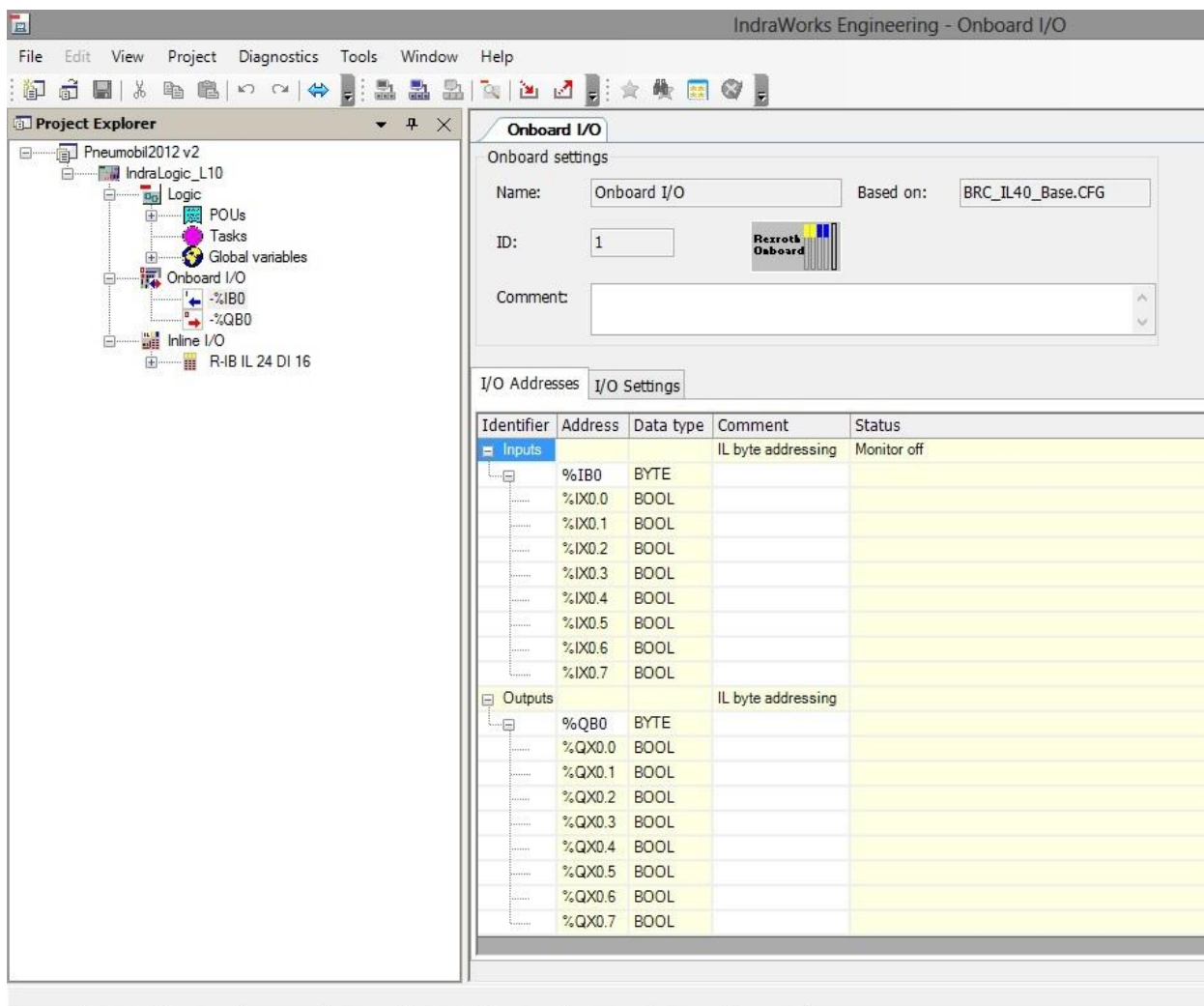
A PLC az elektromos vezérlésű szelepek irányítását végzi. A program egy memóriakártyán van tárolva, mely a megvalósítandó feladatokhoz szabadon változtatható. Az Indra Logic L10-es vezérlőegység (2. ábra) a Rexroth PLC kínálatának legkisebb tagja az ún. Microvezérlők csoportjába tartozik. A PLC a tápszegmensén keresztül beköthető külső 24 VDC tápfeszültséget igényel.



2. ábra. Indra Logic L10 típusú PLC

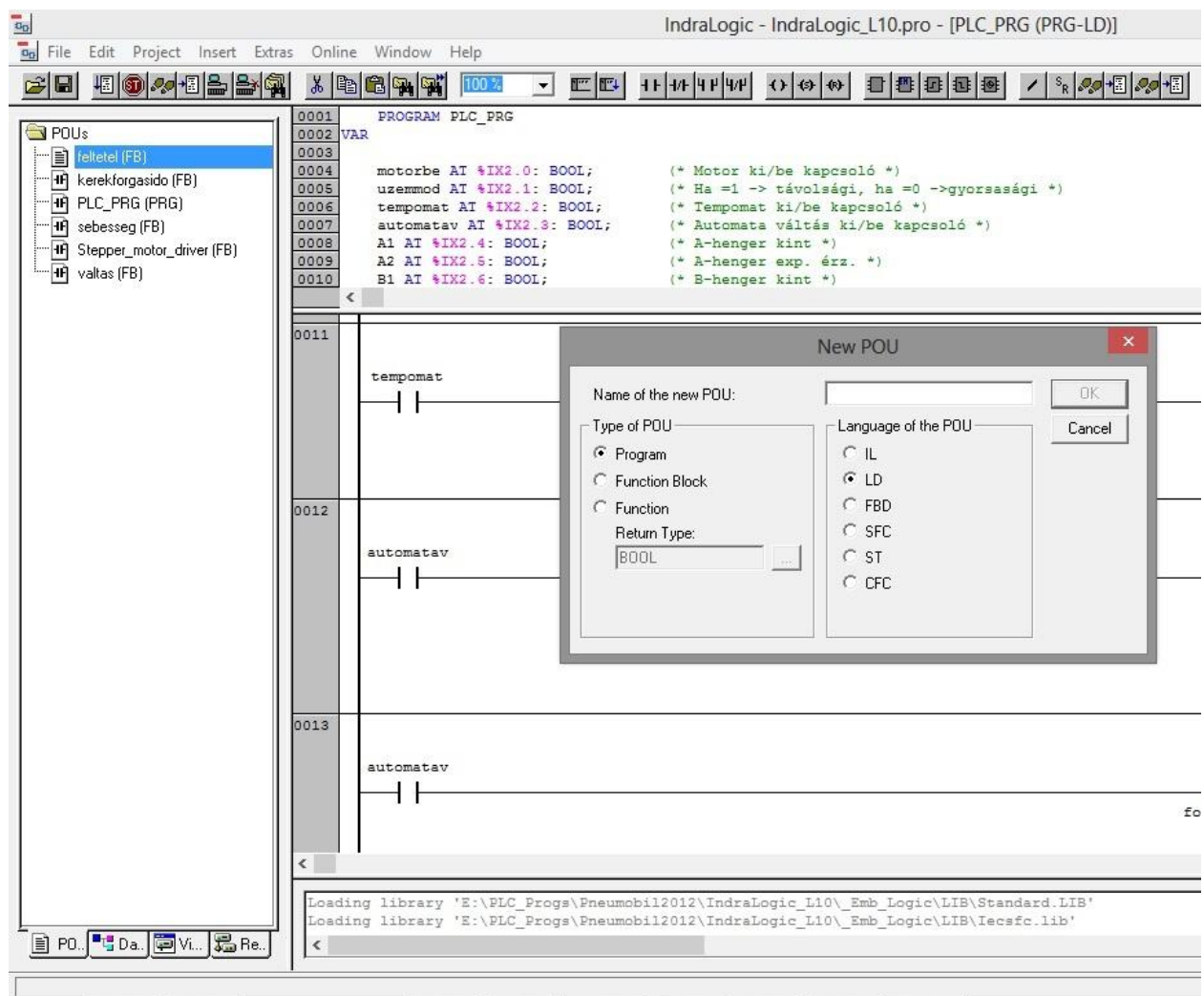
3.1.2. Indraworks, IndraLogic programok

Ezt a vezérlési feladatot egy Indra Logic L10-es típusú programozható logikai vezérlő látja el, melynek fejlesztő környezete az IndraWorks Engineering program (3. ábra), amiben a PLC konfigurációját végezhetjük, azaz beállítjuk a különböző kommunikációs portokat, különböző bővítő modulokat, valamint egyéb kiegészítő funkciókat.



3. ábra. Az IndraWorks Engineering kezelőfelülete

Ezen programon belül van lehetőségünk a PLC programozására, az IndraLogic (4. ábra) segítségével, mely megfelel az IEC 61131-3 nemzetközi szabványnak. Ennek megfelelően lehetőségünk van 6 féle programnyelven való programozásra, amely magában foglalja az utasításlistás (IL), létra-diagrammos (LD), funkcióblokkos (FBD), sorrendi folyamatábrás (SFC), strukturált programnyelv (ST), és a CFC-t. Ezen belül a program lehetőséget ad egyéni funkcióblokk deklarálására is, melynek segítségével átláthatóvá és megfelelően tagolttá tehetjük a programot, továbbá lehetővé teszi ezen programnyelvek programon belüli vegyes használatát is.



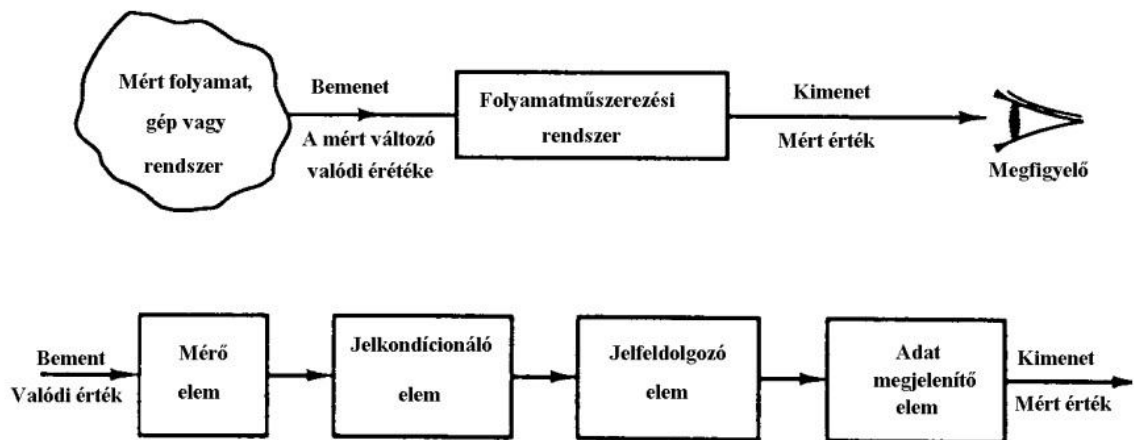
4. ábra. Az IndraLogic kezelőfelülete

4. Mérési módszerek

4.1. A mérőrendszer kialakítása

A mérőrendszer egy olyan megfigyelő, amely numerikus értékeket állít elő úgy, hogy bemenetén a valós fizikai jel, kimenetén pedig a valódit lehető legjobban megközelítő mért érték áll elő.

Egy mérőrendszer általánosan négy fő elemet tartalmaz, melyek az 5. ábrán láthatóak. Meghatározó eleme maga az érzékelő elem, amely megteremti a kapcsolatot a folyamattal, melyből információt nyerünk, továbbá kimenetén kapjuk a mérendő értéket. Ezt a kimenő jelet a jelkondicionáló konvertálja át egy jobban feldolgozható jelhordozóvá, amit a jelfeldolgozó elem alakít át egy jól szemléltethető és megjeleníthető formába. Végül azt az adatmegjelenítő elem hozza megfigyelhető és a megfigyelő számára könnyen felismerhető alakra [4]



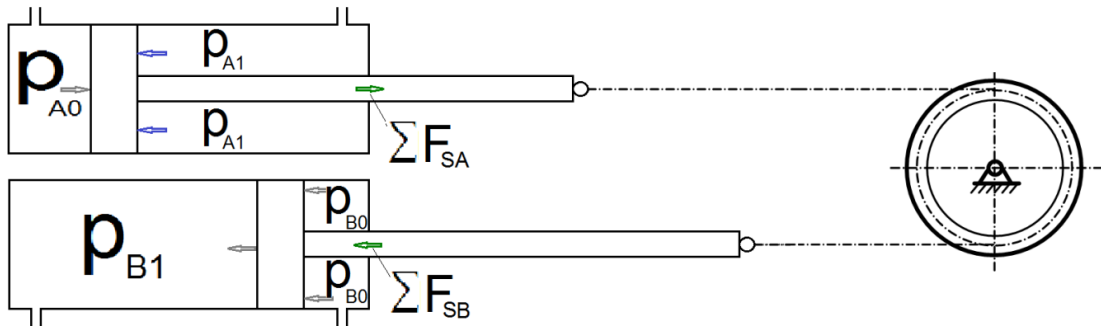
5. ábra. A mérőrendszer általános felépítése és az elemtípusok

4.2. A hajtás dinamikai vizsgálata

A hajtáslánc optimalizálása érdekében szükségünk van az abban ténylegesen létrejövő dinamikai paraméterekre. Ezen paramétereket méréssel, illetve a mért adatokból való származtatással tudjuk megállapítani.

$$F_A = p_{A1} \cdot A_2 - p_{A0} \cdot A_1 - \sum F_{sA} \quad (1)$$

$$F_B = p_{B1} \cdot A_2 - p_{B0} \cdot A_1 - \sum F_{sB} \quad (2)$$



6. ábra. A henger húzóerejének származtatása

A henger húzóerejének származtatása az 6. ábrán látható ahol:

p_{A1} : 'A' munkahenger töltőnyomása

p_{A0} : 'A' munkahengerből kiáramló levegő nyomása

p_{B0} : B húzott munkahengerből kiáramló levegő nyomása

p_{B1} : B húzott munkahenger levegőt szívó oldali nyomása

A hengerfejekre ható erő nagysága:

$$F_A = p_{A1} \cdot A_2 - p_{A0} \cdot A_1 - \sum F_{sA} \quad (3)$$

$$F_B = p_{B1} \cdot A_2 - p_{B0} \cdot A_1 - \sum F_{sB} \quad (4)$$

A hengerek által kifejtett húzóerő:

$$F_{húz} = p_{A1} \cdot A_2 - p_{A0} \cdot A_1 + p_{B1} \cdot A_2 - p_{B0} \cdot A_2 - \sum F_{sA} - \sum F_{sB} \quad (5)$$

ahol:

F_A : az A henger által kifejtett húzóerő

F_B : a B henger által kifejtett húzóerő

A_1 : a hengerben lévő dugattyú felületének nagysága

A_2 : a dugattyú dugattyúrúd felőli felületének nagysága

$p_{A1}, p_{A0}, p_{B1}, p_{B0}$: a hengerek kamráiban lévő nyomás

$\sum F_{sA}, \sum F_{sB}$: a hengerek egymásra hatásából, továbbá a súrlódásokból fellépő erők összessége

A nem aktív kamrák gyors leürülése miatt az ahhoz tartozó nyomásértékeket zérusnak tekinthetjük. A hengerekben fellépő járulékos veszteségek az aktív kamrában fellépő erő nagyságához képest elhanyagolhatóak.

Ezen létrejövő húzóerőből ténylegesen csak a nyomás nagyságának mérésére van lehetőségünk.

Viszont így is jó közelítéssel meg tudjuk határozni méréssel a sűrített levegő nyomásából származó erő által kifejtett henger húzóerejét, az elhanyagolható méretű veszteségektől eltekintve (súrlódási viszonyok, és a munkafázisok során a henger kamráiban lévő levegő kipréseléséből, és beszívásából adódó erők).

4.3. Nyomásmérés

A töltőnyomás méréséhez egy PE5 nyomásmérő szenzort (7. ábra) használunk, melynek mérési tartománya 0-10 bar-ig terjed. A szenzort 24V-os egyenfeszültségről tápláljuk, mely 0-10V-ig a mért nyomásnak megfelelő feszültséget ad kimenetén. A mérőszenzort egy gyorscsatlakozó segítségével a munkahengerhez csatlakoztatjuk egy T elosztótömb segítségével, aminek egyik ágára a nyomásszenzort, másikkra pedig a beáramló levegőt csatlakoztatjuk. Egy elektromos jelkábel segítségével a PLC-hez csatlakoztatható analóg modulra kötjük.



7. ábra. PE5 nyomásmérő szenzor

A sűrített levegő nyomásából származó húzóerőt (F_p) a henger töltőnyomásából (p_{henger}) származtathatjuk.

$$F_p = p_{henger} \cdot A \quad (6)$$

ahol:

A : a dugattyú nyomott felületének nagysága

D : a dugattyú átmérője

d : a dugattyúrúd átmérője

$$A = (D - d) \cdot \pi \quad (7)$$

Ennek folyamatos mérésével megkapjuk a húzóerő idő szerinti függvényét.

Az erő- idő függvényből származtatni tudjuk a hengerek által leadott nyomaték-idő függvényét ($M(t)$), melynek meghatározása:

$$M(t) = F(t) \cdot \frac{d_{l\acute{a}ncker\acute{e}k}}{2} \quad (8)$$

ahol:

$d_{l\acute{a}ncker\acute{e}k}$ a lánckerék átmérője.

4.4. A hengerdugattyú mozgásviszonyai



8. ábra. SM6-AL típusú útmérő szenzor

További paraméterek méréséhez és származtatásához, szükségünk van egy útmérő-szenzorra. Az SM6-AL típusú szenzort (8. ábra, II. számú melléklet) a munkahengernek megfelelő 503 mm-es mérési tartományú méretben választjuk meg, melynek tápfeszültsége 24 V. Az érzékelőt a munkahengerre rögzítve tudjuk az aktuális dugattyú pozíciót mérni. Az aktuális pozíciónak megfelelően a szenzor 0-10V-ig analóg jelet ad ki, melyet a PLC analóg bemeneti modulján fogadunk. Így az alábbi paramétereket határozhatjuk meg:

- A dugattyú elmozdulás-idő függvényét
- A dugattyú sebesség-idő függvényét
- Az elmozdulás-erő függvényét (a már nyomásból mért erő-idő függvényből)

A fent használt nyomásmérő, valamint az útdő segítségével meghatározhatjuk a munkahenger által leadott teljesítményt:

$$P_{henger}(t) = F(t) \cdot v(t) \quad (9)$$

A fentiekben származtatott $v(t)$ függvény úgy határozhatjuk meg, hogy a mintavételezések közötti elmozdulás és a mintavételezés periódus idejének a hányadosát vesszük.

4.5. A levegő fogyasztásának mérése

A felhasznált levegő mennyiségének mérésére szükségünk van egy AS3 típusú áramlásmérőhöz (9. ábra, III. számú melléklet), melynek mérési tartománya 150 - 5000 l/min. 0-10 V-os analóg jelet ad ki az aktuális térfogatáramnak megfelelően. Az érzékelőt a nyomáscsökkentő és a 2/2-es útszelep között helyezzük el.



A felhasznált levegő mennyiségét a térfogatáram-idő függvényéből határozhatjuk meg:

9. ábra. AS3 típusú áramlásmérő

$$\int q(t)dt = \sum \frac{q(ti)+q(ti+dt)}{2} \cdot dt \quad (10)$$

ahol:

dt : a mintavételezési idő.

A sűrített levegő teljesítményét az alábbi módon tudjuk kiszámolni:

$$P = q \cdot p \quad (11)$$

4.6. A jármű sebességének meghatározása

A sebesség meghatározásánál mérhetünk szinkron sebességet, mellyel adott idő alatt egy ST6 típusú reed-relé segítségével a kerékre egyenlő osztással felhelyezett mágnesek által adott impulzusok számolásával tudjuk meghatározni a jármű sebességét. A szinkron méréssel csak magasabb sebességtartományban tudunk pontosan mérni. Az alacsonyabb sebességi tartományban a sebességet aszinkron mérésével tudjuk megadni, amely a kerékre felhelyezett mágnes

impulzus jelei közötti idő mérésével történik. A pontos mérés érdekében mindkét mérési módot felhasználva a szinkron és aszinkron sebesség értékeket súlyozva vesszük figyelembe, alacsonyabb sebességeknél az aszinkron sebességet vesszük nagyobb súllyal, míg a magasabbnál pedig a szinkron sebességet.

$$v_{sz} \cdot W_{sz} + v_{asz} \cdot W_{asz} = v_{pill} \quad (12)$$

ahol:

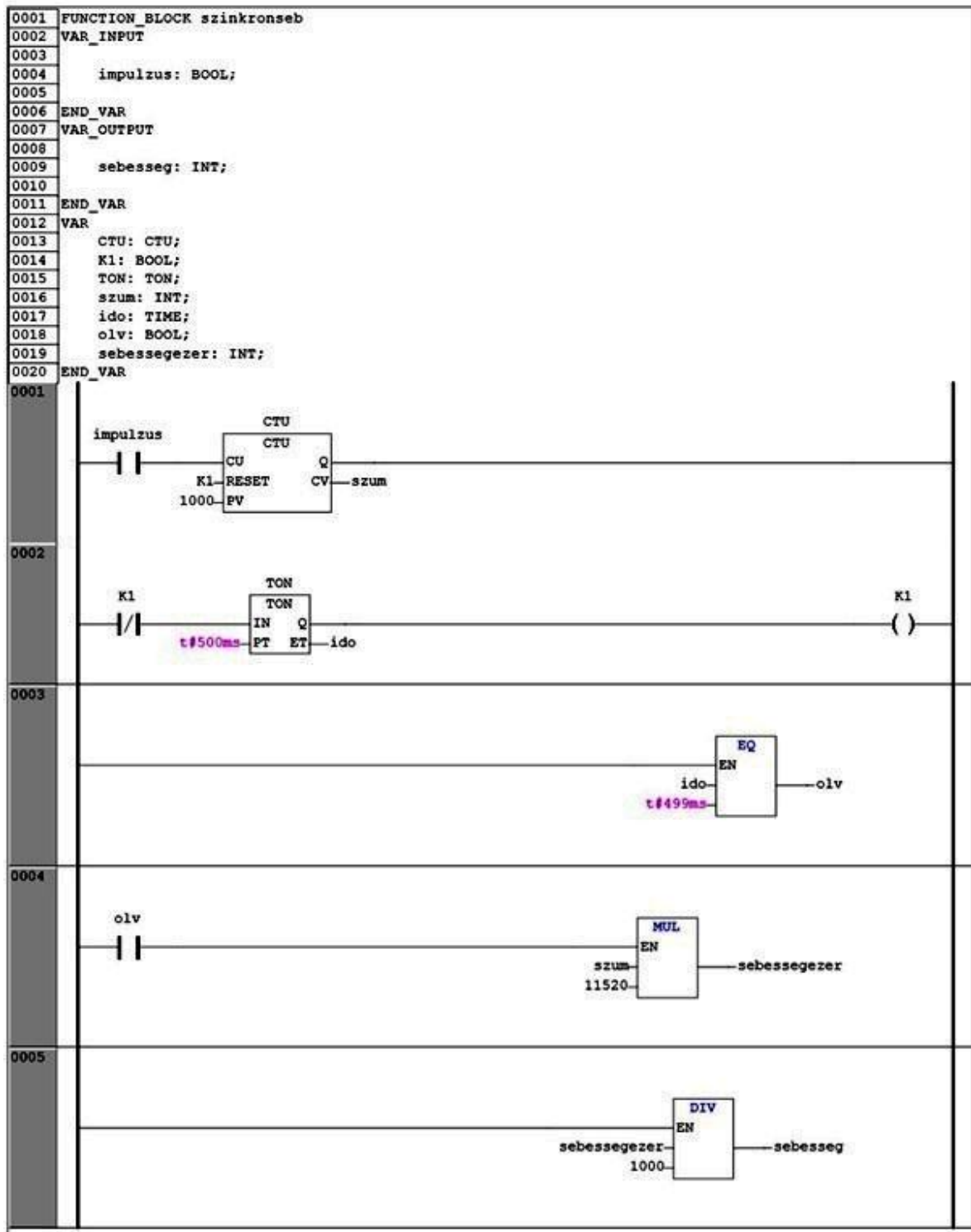
W_{sz} : a szinkron sebesség súlya

W_{asz} : az aszinkron sebesség súlya

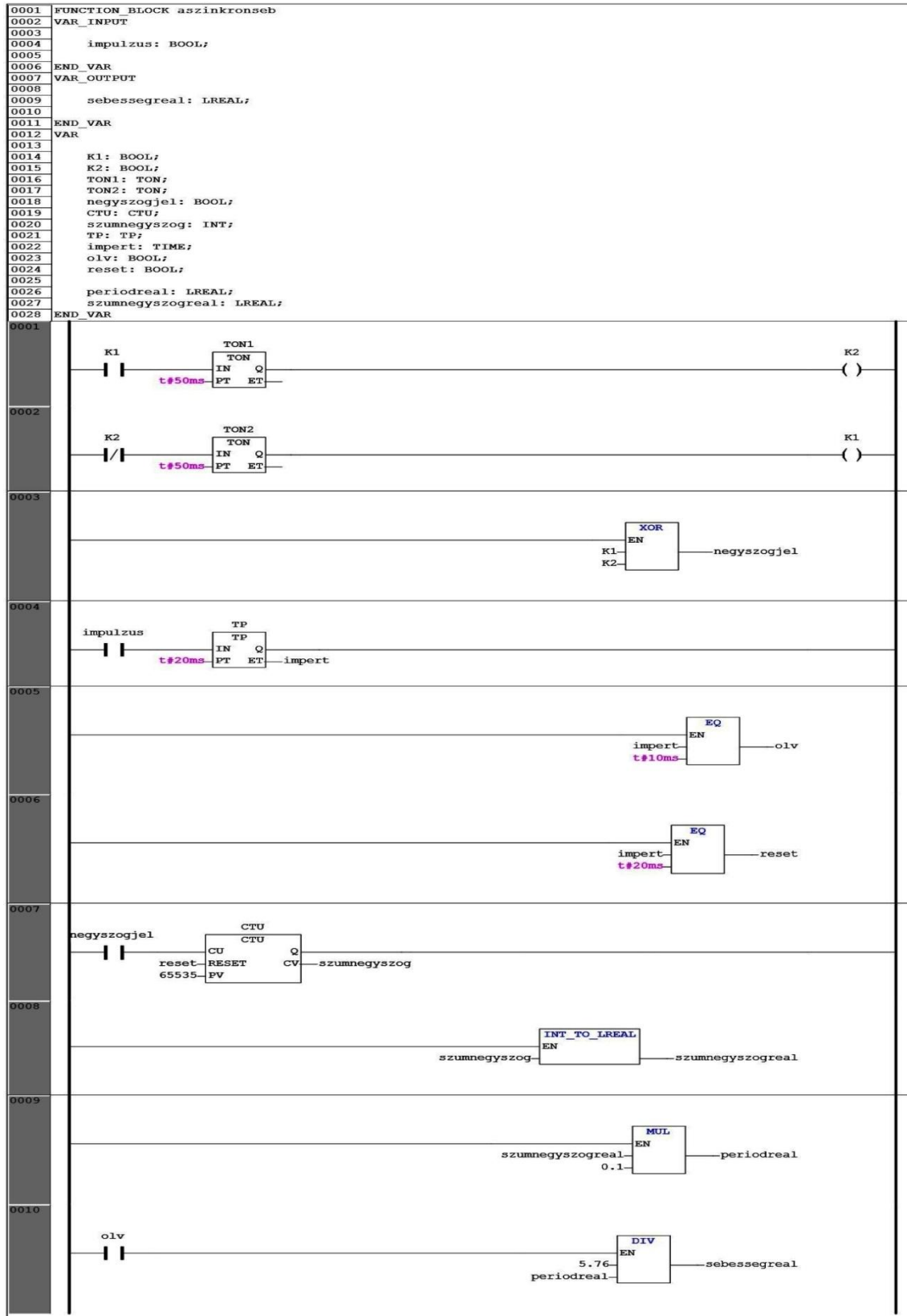
Ezt a súlyozást a sebességek függésében az alábbi módon írhatjuk fel:

$$v_{sz} \cdot \left(\frac{v_{sz}}{v_{max}} \right) + v_{asz} \cdot \left(1 - \left(\frac{v_{asz}}{v_{max}} \right) \right) = v_{súlyozott} \quad (13)$$

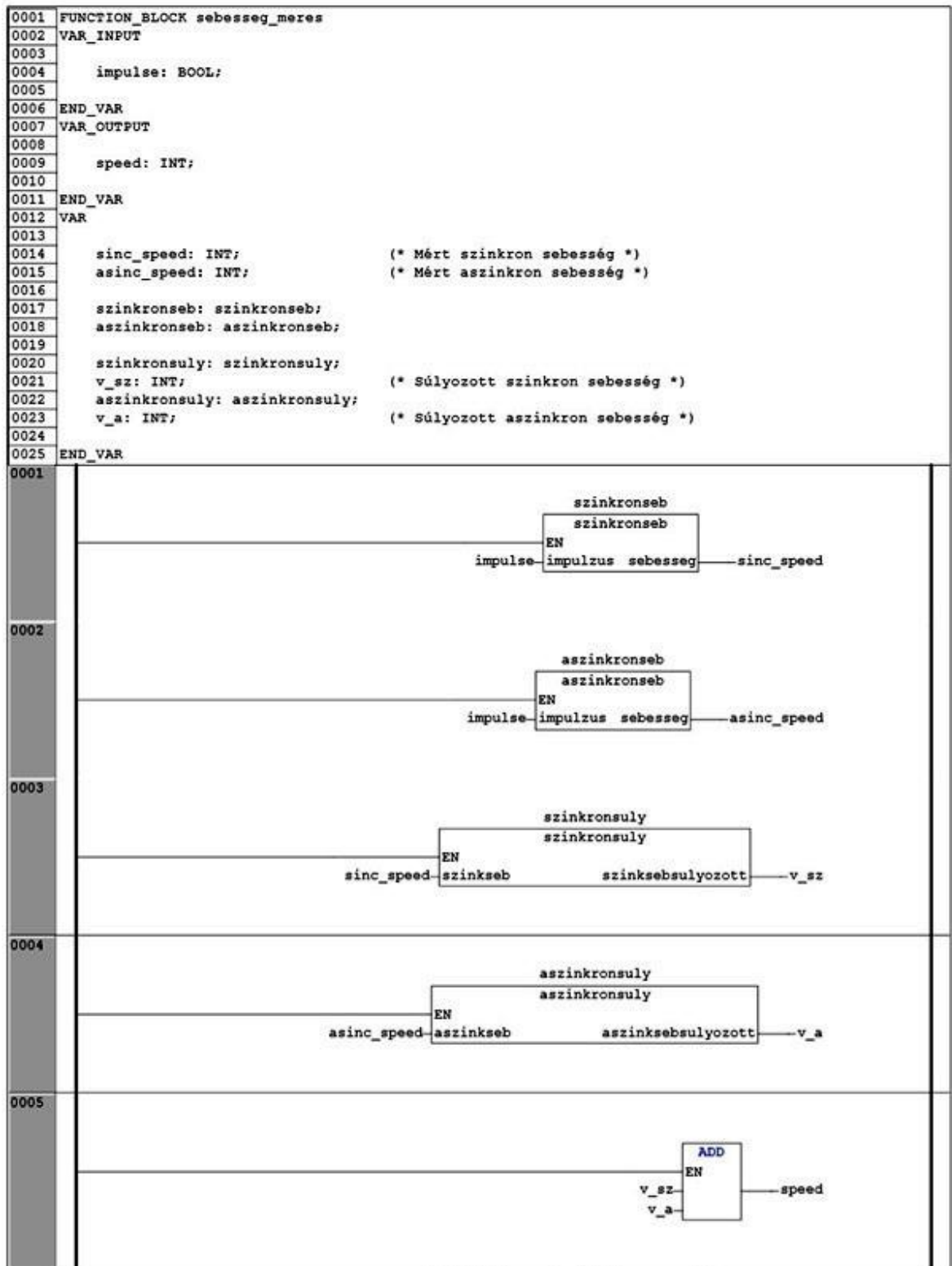
Az ehhez megírt PLC program (10-13. ábra):



10. ábra. Sebesség mérése szinkron metódussal



11. ábra. Sebesség mérése aszinkron metódussal



12. ábra. Sebességmérés

A teljes program a sebességméréssel kiegészítve :



13. ábra. Teljes program kiegészítése a sebességméréssel

4.7. A munkahenger löketenkénti átlagsebességének meghatározása.

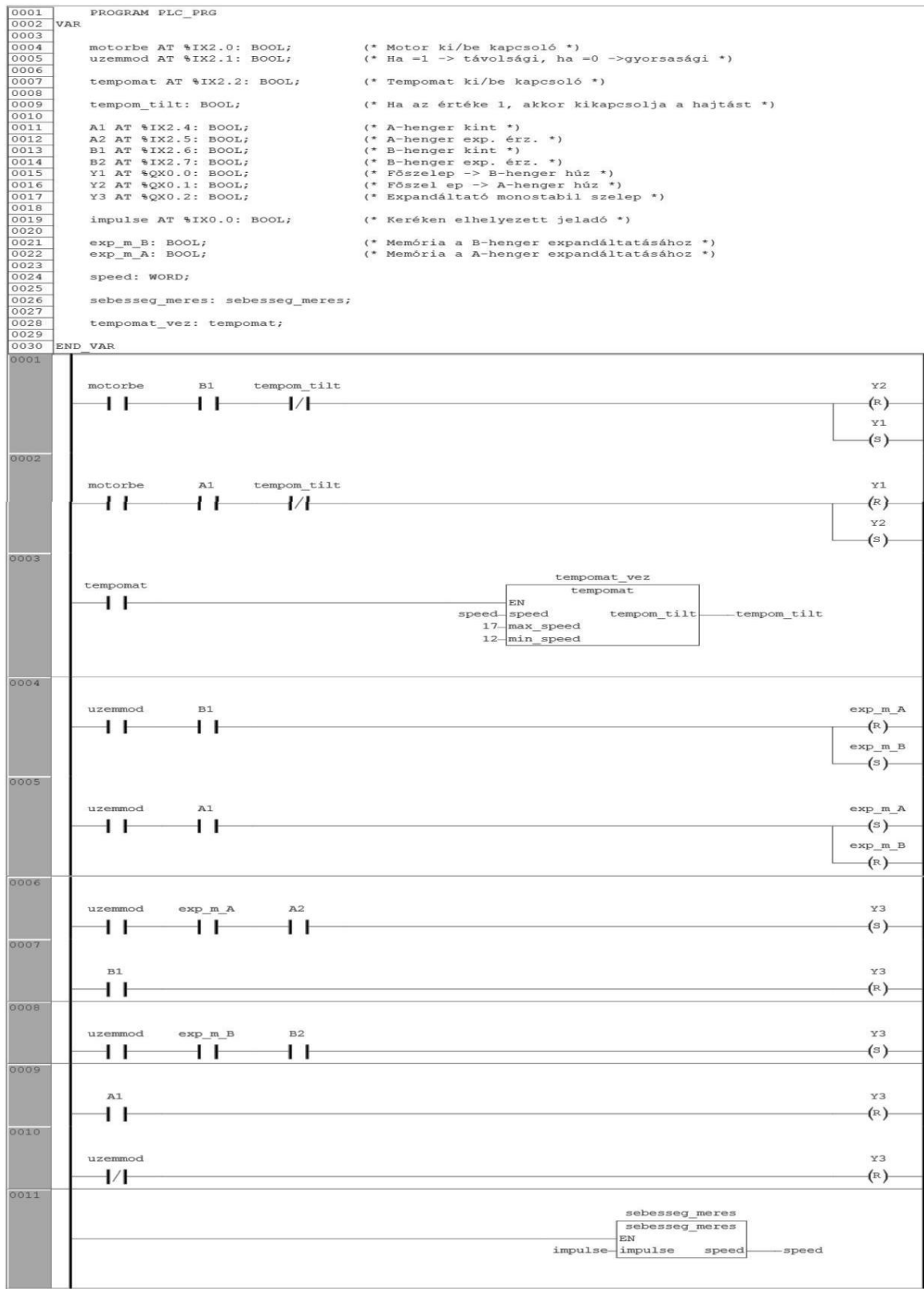
Az átlagsebesség meghatározásához az aszinkron sebesség mérésének elvét használjuk, ehhez mérnünk kell a dugattyú két véghelyzet közötti mozgásának idejét, így a löket hosszának és a munkahenger löket idejének hányadosával megkapjuk a henger löketenkénti átlagsebességét.

$$v_{\text{átl}} = \frac{0,5m}{t_{\text{löket}}} \quad (14)$$

4.8. Tempomat szabályozás megvalósítása

A távolsági futamnál a járműnek legalább 15km/h átlagsebességet kell tartania a járműnek. Ennek eléréséhez a hajtómű ki- és bekapcsolásával lehet közelíteni ezt az értéket. Ezt a folyamatot a PLC segítségével tudjuk vezérelni, ennek megvalósításához szükségünk van a jármű sebességére, a tesztek során megállapított maximális és minimális sebességre, amely között a jármű sebessége ingadozik.

Így a fokozatosan gyorsuló járműnek egy általuk meghatározott maximális sebesség értéknél kikapcsoljuk a hajtóművét, majd egy minimális sebességértéknél visszkapcsoljuk a hajtását. Ezt az alábbi programmal tudjuk megvalósítani (13. ábra)



14. ábra. Tempomat programja

4.9. A jármű sebességi, gyorsulási és GPS adatainak gyűjtése

Az adatok gyűjtése egy sebesség- és gyorsulásmérővel, valamint GPS-el ellátott Android operációs rendszerű mobiltelefonnal történik, itt a telefon memóriájára tárolódnak a mért adatok, melyet csak utólag tudunk majd kiértékelni.

A rögzített sebesség értékekből, gyorsulásából és a jármű tömegéből meghatározzuk a jármű menet teljesítményét:

$$\sum F(t) = m \cdot a(t) \quad (15)$$

$$P_{menet}(t) = F(t) \cdot v(t) \quad (16)$$

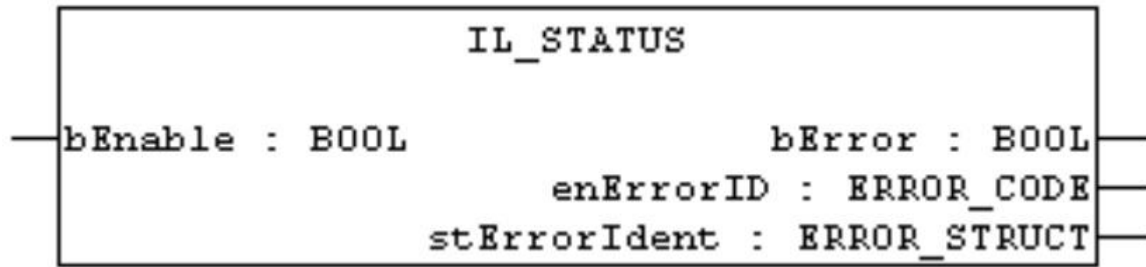
4.10. A mért eredmények validálása

A mérési jegyzőkönyvben az adatok kiértékelésénél vizsgálnunk kell a mért adatok hitelességét, ebből adódóan a mérési körülményeket, hogy megfelelő környezeti hatások között zajlottak-e a mérések.

A vizsgált szempontok:

- A szenzorok a gyártó által megadott hőmérsékleti tartományban voltak-e?
Ennek bizonyítására a szenzorok környezetében lévő légköri hőmérsékletet, valamint a sűrített levegő hőmérsékletét kell mérnünk, melyet 2 darab HD 788TR1 típusú hőmérsékletmérővel lehet megvalósítani.
- A megadott mérési tartományon belül vannak-e mért adatok?
Vizsgálni kell, hogy a szenzorok által szolgáltatott értékek a gyártó által megadott mérési tartományon belül esnek-e, ami 0-100°C-ig terjed.
- A szenzorok bemenő felültségének értéke:
Csökkenő tápfeszültség esetén a szenzorok hibás értéket adnak, tehát ezen feszültség értéket mérnünk kell, ezt a feladatot a PLC-n lévő analóg modullal tudjuk mérni.
- A figyeljük a mintavételezés idejét, és a mérési adatokkal továbbítjuk a PLC-be épített függvény segítségével.
- A PLC állapota, nem volt-e esetleges kommunikációs hiba a PLC és az adatgyűjtő állomás között.

A lenti, előre definiált funkcióblokk segítségével követhetjük a PLC állapotát:



```
(*****
** Variables for IL_Status
*****)
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    Diag:          IL_Status;
    CtrValidInput: DINT
    ...
END_VAR; ... ..
(*****
** Program
*****)
Diag(bEnable:=TRUE);
    IF(Diag.bError = TRUE) THEN
        (*Insert error treatment here.*)
        ...
        Diag(bEnable:=FALSE );
        (*Reset error (bEnable)*)
    ELSE
        (*valid data: Insert input and output data processing here *)
        CtrValidInput := CtrValidInput +1;
    END_IF
```

15. ábra. A PLC állapota

A szenzorok működési tartománya a műszaki paramétereik alapján:

2. táblázat Áramlásmérő működési tartománya

	Környezeti hőmérséklet		Közeghőmérséklet		Üzemi nyomás	DC üzemi feszültség min.-max.	Maximális áramfelvétel
Áramlásmérő	-10C°	50 C°	-10 C°	+50 C°	0-16bar	15 – 30VDC	300mA

3. táblázat Nyomásmérő működési tartománya

	Kapcsolási nyomás		Környezeti hőmérséklet		Közeg hőmérséklete		DC üzemi feszültség min.-max.	Rezgésállóság
Nyomásmérő	-1 bar	10bar	0 C°	60C°	0 C°	60 C°	17 V - 30 V	(10 - 150 Hz)

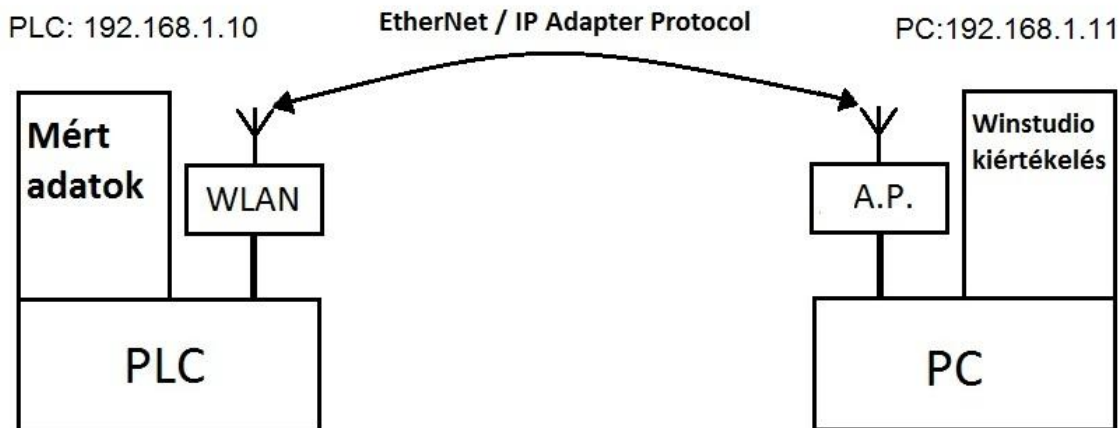
4. táblázat Útadó működési tartománya

	Környezeti hőmérséklet min./max.	Rezgésállóság (XYZ-irány)
Útadó	-20°C / +70°C	10 - 150 Hz

Ha a fenti feltételek teljesülnek, a mérésünk hiteles mért adatokat tartalmaz.

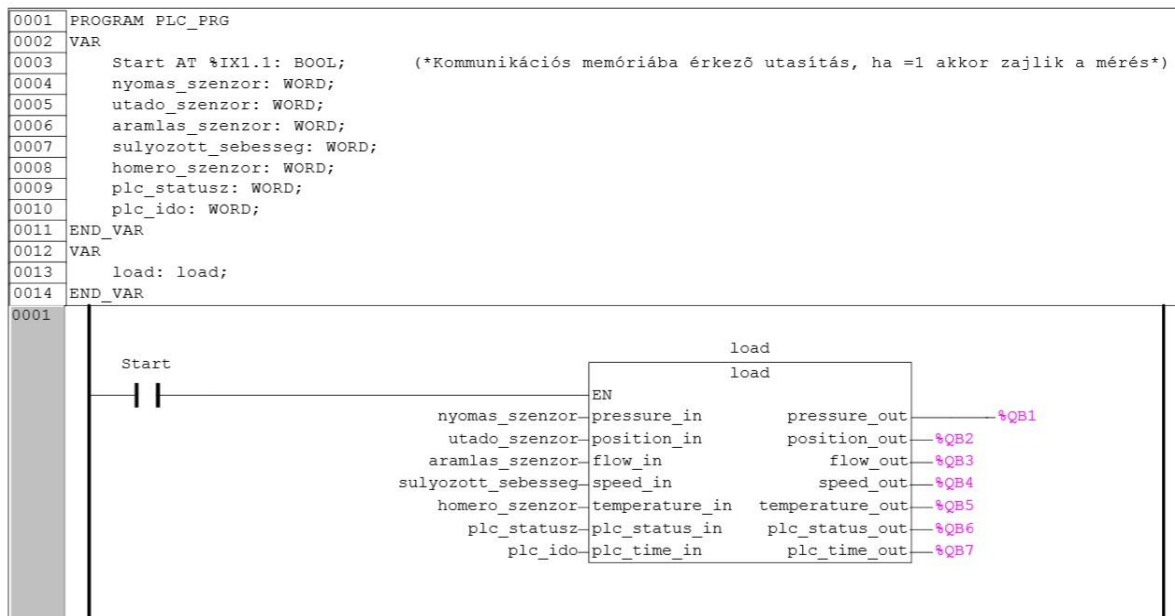
4.11. Rendszeren belüli kommunikáció

A PLC analóg modulokon keresztül fogadja a szenzorok jeleit. A PLC a jelek egy részét, például a jármű sebességét fel is dolgozza, másik részét csak továbbítja a Phoenix Contact 2692791 FL WLAN EPA típusú adó-vevő segítségével a PC oldali access point, a Phoenix Contact 2700718 FL WLAN 5100 felé. A kommunikáció a két egység között EtherNet/IP Adapter protokollon keresztül történik, ahol a PC a master, a PLC a slave egység.(16. ábra)



16. ábra. Az egységek közötti kommunikáció elvi vázlata

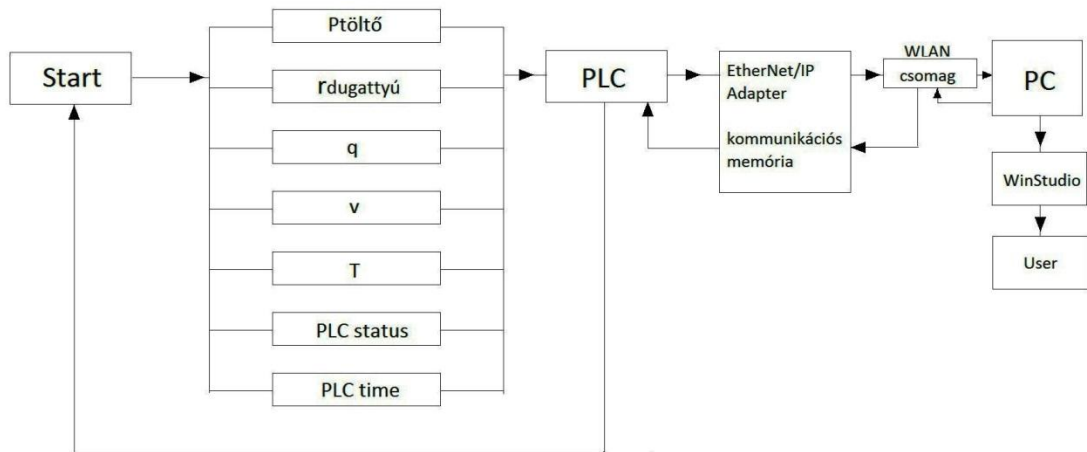
A kommunikáció beállításához a PLC konfigurálásánál engedélyeznünk kell a EtherNet/IP Adapter Slave beállítást, így a szoftver által meghatározott memória tartományt tudjuk elérni a PC oldalról. Ezen memóriák ciklikus kiolvasásából kapjuk meg a mért információkat.(17. ábra)



17. ábra. A mért értékek hozzárendelése az Ethernet/IP Adapter memóriájához

A PLC az alábbi információkat küldi az adatgyűjtőnk (PC) felé(18. ábra) :

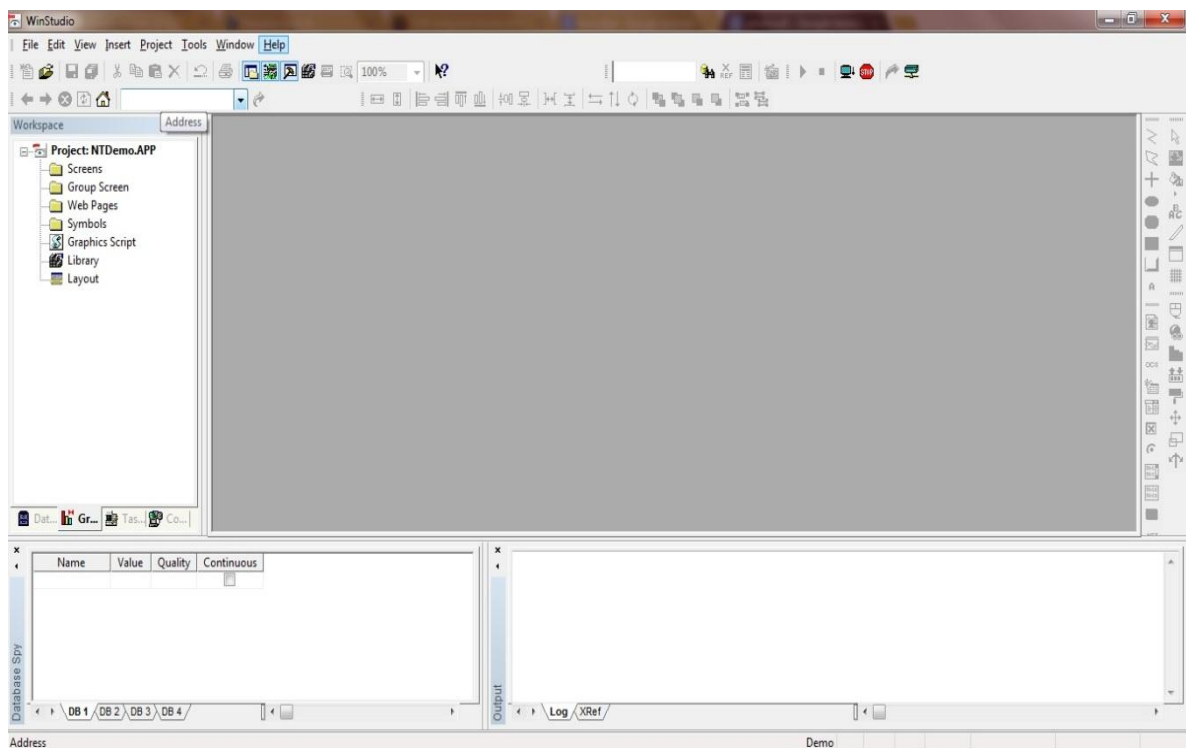
- a hengerben lévő töltőnyomás értéke
- a henger dugattyújának pozíciója
- a jármű pillanatnyi levegő fogyasztása
- a munkahenger löketenkénti átlag sebessége
- a jármű pillanatnyi sebessége
- a sűrített levegő hőmérséklete
- PLC kommunikációs állapota
- a mintavételezés időpontja



18. ábra. A mérőrendszer funkcióblokkos elvi vázlata

4.12. A mért adatok megjelenítése

A mérési adatok megjelenítését a Rexroth WinStudio programmal (19. ábra) tudjuk megvalósítani, melyhez a szoftverkulcsot csak a Rexroth által kiírt pályázat lezárása után kapunk, így nem volt lehetőségünk a WinStudio programjának megvalósítására.



19. ábra. Winstudio fejlesztői környezete (próba verzió)

5. Fejlesztési lehetőségek

A mérések segítségével képet kaphatunk a pneumatikus motor jelleggörbájéről, ami a későbbiekben lehetőséget biztosít az optimális hajtás megtervezéséhez.

A mérések lehetőséget adnak a hajtás pneumatikus és mechanikus teljesítményének mérésére, amelyből meghatározható a rendszer vesztesége és hatásfoka.

Összehasonlító méréseket tudunk végezni arról, hogy egyes részelemek megváltoztatása hogyan hat a rendszer jellemzőire (pl. tömítések vagy kenőanyagok vizsgálata).

A távolsági futamon felhasznált levegő mennyiség csökkentése érdekében mérésekkel be tudjuk állítani a reed-relé optimális pozícióját. Méréseket végzünk a reed-relé helyzetének változtatásával, azonos környezeti feltételek mellett. Az optimális helyzetet a legkisebb felhasznált levegő mennyisége mutatja.

Méréseket végzünk azonos nyomásértéken, vagy adott ideig tartó nyomáson történő expandáltatással, majd összehasonlítva a különböző útviszonyok között (például emelkedőn, lejtőn) mért értékeket, megállapítható lökethossztól függő nyomás szabályzás hatékonysága.

A jármű légellenállásának és gördülési ellenállásának csökkentéséhez az ideális burkolatot és gumiköpenyt ugyancsak a jármű sebesség és gyorsulásértékének összehasonlítása alapján határozható meg.

Távlati lehetőségeink közé tartozik például egy olyan érintőpaneles vezérlőegység beépítése, amelyen kijelezhetőek a sofőr számára a futamhoz szükséges főbb adatok (a jármű átlagsebessége, elfogyasztott levegő mennyiség, megtett út). Ezen keresztül akár azok (a tempomat maximális és minimális sebessége, expandáltatás) menet közbeni módosítására is lehetősége lesz a pilótának.

A mérőrendszerrel gyűjtött adatok alapján, egy tesztpad segítségével visszaszimulálhatók a versenykörülmények, így lehetőség nyílik a járművünk versenyre való optimalizálására szimuláció segítségével is.

6. Összegzés

A dolgozat a Debreceni Egyetem Műszaki Karán 2012-ben készült pneumobil telemetriás mérőrendszerének kialakításához szükséges eszközrendszert és módszereket hívatott bemutatni, amelyet egy – a Bosc-Rexroth Kft. által kiírt – sikeres pályázat után kíván a Debreceni Széllovagok pneumobil csapata megvalósítani a 2013-ban építendő járművén.

A dolgozat első fejezetében bemutatuk a pneumobil versenyek kiírását, főbb követelmény-rendszerét és a csapatunk által készített pneumobil jellemző paramétereit.

A 2 és 3. fejezetben meghatároztuk a mérni kívánt és származtatott jellemzőket, majd kiválasztottuk a méréshez szükséges szenzorokat és egyéb eszközöket, amelyeket részletesen bemutattunk a mellékletekben megtalálható adatlapokkal.

A 4. fejezetben részletesen tárgyaltuk a mérni kívánt jellemzők mérési módszereit: a mérőrendszer kialakítását, a hajtás dinamikai vizsgálatához szükséges módszereket, a hengerdugattyú sebességének mérését, a levegő fogyasztás mérését és bemutattuk a mérések validálási lehetőségeit is majd ismertettük a rendszeren belüli kommunikáció lehetőségét és módszereit.

Végül bemutattuk a mérőrendszer lehetséges további felhasználási módjait és távlati fejlesztési irányait, amelyek segítségével további fontos adatokhoz juthatunk a pneumatikus hajtások optimalizálásának érdekében.

7. Felhasznált irodalom

- [1] Steiger Balázs, Juhász Botond, Tóth Xénia Erzsébet, Zilahi Krisztián:
V. generációs pneumobil tervezése és fejlesztési irányai. TDK-dolgozat,
Debreceni Egyetem Műszaki Kar, 2012
- [2] http://www.pneumobil.hu/pneumobil_2013/versenykiiras Adatok letöltve:
2012.november 15.
- [3] <http://www.muszeroldal.hu/measurenotes/folyamatmuszerezes.pdf> Letöltve:
2012.november 15.
- [4] http://www.boschrexroth.hu/country_units/europe/hungary/hu/products_and_solutions/index.jsp;jsessionid=acb0rfYL9rUkx9hQQTuSt Adatok letöltve:
2012.november 15.

8. Ábrák jegyzéke

1. ábra. A Debreceni Széllövágok járműve verseny közben	7
2. ábra. Indra Logic L10 típusú PLC.....	11
3. ábra. Az IndraWorks Engineering kezelőfelülete	12
4. ábra. Az IndraLogic kezelőfelülete	13
5. ábra. A mérőrendszer általános felépítése és az elemtípusok	14
6. ábra. A henger húzóerejének származtatása	15
7. ábra. PE5 nyomásmérő szenzor	16
8. ábra. SM6-AL típusú útmérő szenzor.....	17
9. ábra. AS3 típusú áramlásmérő.....	18
10. ábra. Sebesség mérése szinkron metódussal.....	20
11. ábra. Sebesség mérése aszinkron metódussal.....	21
12. ábra. Sebességmérés	22
13. ábra. Teljes program kiegészítése a sebességméréssel	23
14. ábra. Tempomat programja.....	24
15. ábra. A PLC állapota	26
16. ábra. Az egységek közötti kommunikáció elvi vázlata.....	28
17. ábra. A mért értékek hozzárendelése az Ethernet/IP Adapter memóriájához .	28
18. ábra. A mérőrendszer funkcióblokkos elvi vázlata	29
19. ábra. Winstudio fejlesztői környezete (próba verzió)	30

9. Táblázatok jegyzéke

1. táblázat. A 2012-ben készült pneumobil főbb adatai.....	8
2. táblázat Áramlásmérő működési tartománya	27
3. táblázat Nyomásmérő működési tartománya.....	27
4. táblázat Útadó működési tartománya	27

10. Mellékletek

I. számú melléklet. Reed-relé

Érzékelő, Sorozat ST6

► 6 mm-es horony ► Kábellel ► Óozott vezetékvég



Környezeti hőmérséklet min./max.	-25 °C / +70 °C
Védettség	IP 69K
Kapcsolási pont pontosság [mm]	±0,1
Kapcsolási teljesítmény	3 W / 3 VA
Rezgésállóság	10 - 55 Hz, 1 mm
Ütőszilárdság	30 g / 11 ms

Nyersanyag:

Ház

Kábelköpeny

Poliamid

Poliuretán

		Kábel-hossz	DC üzemi feszültség min./max.	Üzemi feszültség AC min./max.	DC kapcsoló-áram, max.	AC kapcsoló-áram, max.	U feszültség-esés I _{max} esetén	Rendelési szám
		[m]	[V]	[V]	[A]	[A]	[V]	
	Reed	3						0830100629
		5	10 / 30	10 / 30	0,13	0,13	I ² Rs	0830100630
		10						R412004575
	Elektronikus PNP	3						0830100631
		5	10 / 30	-	0,1	-	≤ 2,5	0830100632
		10						R412004576
	Elektronikus NPN	3						0830100633
		5	10 / 30	-	0,1	-	≤ 2,5	0830100634
	Reed	3	10 / 110	10 / 110	0,13	0,13	I ² Rs	R412007815
	Elektronikus PNP	1,4	10 / 30	-	0,1	-	≤ 2,5	0830100635

Rendelési szám	Védőellenállás Reed-hez	Max. kapcsolási frekvencia	Üzemáram nem kapcsoltan	Üzemáram kapcsoltan	LED	Megj.
	[Ω]	[kHz]	[mA]	[mA]		
0830100629 0830100630 R412004575	15	< 0,3	-	< 10	Sárga	1); 3)
0830100631 0830100632 R412004576	-	< 1,0	< 20	< 30	Sárga	2); 3)
0830100633 0830100634	-	< 1,0	< 20	< 30	Sárga	2); 3)
R412007815	15	< 0,3	-	< 10	Sárga	1)
0830100635	-	< 0,1	< 20	< 30	Sárga	1); 3)

1) Polaritás-csere ellen védett

2) rövidzárvédett; Polaritás-csere ellen védett

3) UL (Underwriters Laboratories)

Interfész: Óozott vezetékvég

II. számú melléklet. Útmérő szenzor

Sensors, Series SM6-AL

► with cable ► Plug, M8x1, 4-pin ► with distance measuring sensor, measurement range 107 - 1007 mm



18358

Ambient temperature min./max.	-20°C / +70°C
Protection class	IP 67, IP 65
Output signal	1x current and 1x voltage
Nominal current, idle state mA	< 35
sampling interval	0,5 ms
Resolution % FSR (max. measuring range)	0,03
Repetitive precision % FSR (max. measuring range)	0,06
Linearity	0,3 mm
Sampling speed	1,5 m/s
Partial stroke	
Sampling speed	3 m/s
Full stroke	
Display	2 LED
Vibration resistance	10 - 55 Hz, 1 mm
Shock resistance	30 g / 11 ms

Materials:

Housing	Aluminum
Cable sheath	Polyurethane

Cable length	Measurement range Max.	Overall length Sensor A	Incl. number of sensor clamp pairs	DC operating voltage min./max.	Voltage signal	Current signal	Part No.
[m]	[mm]	[mm]		[V]	[V]	[mA]	
0.3	107	109	2	15 / 30	0 - 10 V DC	4 - 20 mA	R412010880
	143	145	2				R412010881
	179	181	2				R412010882
	215	217	2				R412010883
	251	253	2				R412010884
	287	289	3				R412010885
	323	325	3				R412010886
	359	361	3				R412010887
	395	397	3				R412010888
	431	433	3				R412010889
	467	469	4				R412010890
	503	505	4				R412010891
	539	541	4				R412010892
	575	577	4				R412010893
	611	613	4				R412010894
	647	649	4				R412010895
	683	685	5				R412010896
	719	721	5				R412010897
	755	757	5				R412010898
	791	793	5				R412010899
	827	829	6				R412010900
	863	865	6				R412010901
	899	901	6				R412010902
	935	937	6				R412010903
	971	973	6				R412010904
	1007	1009	6				R412010905

III. számú melléklet. Nyomásérzékelő szenzor

Bosch Rexroth AG | Pneumatics

1

Érzékelési módok → Nyomásérzékelők

nyomásszenzor, Sorozat PE5

► Kapcsolási nyomás: -1 - 10 bar ► Elektronikus ► Kimenő jel: 1 x PNP és 1 x analóg / 1 x NPN és 1 x analóg
► Elektr. Csatlakozás: Dugó, M12x1, 4-pólusú ► Piezorezisztív alapú szenzorral ► ATEX tanúsítvány



00130285

Tanúsítványok	LABS-frey
ATEX	II 3G Ex nA II T6 X II 3D Ex tD A22 IP65 T80°C X
Mérési nagyság	Relatív nyomás
Kijelzés	LCD kijelző, 4-karakteres
Kijelzés állíthatósága	bar, psi, kPa, inHg
Kapcsolási logika	NO/NC (állítható)
Környezeti hőmérséklet min./max.	+0°C / +60°C
Közeg	+0°C / +60°C
A sűrített levegő olajtartalma	Sűrített levegő
Ütőszilárdság max. (XYZ-irány)	0 mg/m³ / 40 mg/m³
Rezgésállóság (XYZ-irány)	30 g
Pontosság %-ban (a végértékhez képest)	5 g (10 - 150 Hz)
	±1,5% a 10 - 30°C hőmérsékleti tartományban
	± 2% a beleértett ház hőmérsékleti együtthatóval
	± 0,2 %
Ismétlési pontosság %-ban (a végértékhez képest)	
Kapcsolási idő	< 5 ms
Kapcsolási pont	Állítható 0 - 100%
Visszakapcsolási pont	Állítható 0 - 100%
Hiszterézis	beállítható
Késleltetett hiszterézis	beállítható
Ablakfunkció	beállítható
DC üzemi feszültség min./max.	17 V - 30 V
Sajátáram-felvétel	< 50 mA
Analóg kimenő feszültség	0 - 10 V DC
Analóg kimenő áram	4 - 20 mA
DC kapcsolóáram, max.[A]	0,2
Analóg kimenet linearitás	<± 0,5 % a végértékhez képest
Terhelési ellenállás max.	600 Ω
Rövidzárlati szilárdság	Ütemezett
Rögzítési módok	Tartóra DIN-sínre Kettős közcsavarral
Védettség	IP 65
Súly	0,05 kg
Nyersanyag:	
Ház	Polikarbonát
Tömítések	Akrilnitril-butadien-kaucsuk
Elektr. Csatlakozás	Sárgaréz, nikkelezett

Műszaki megjegyzések

- Alternatív nyomáscsatlakozás a hátoldalon
- A számjegyek színváltása hiba esetén
- Robbanásveszélyes környezetben való alkalmazásnál csak reteszeltető hollanderes CN sorozatú csatlakozóval szabad használni.

A vastag betűvel jelölt anyagszámok a németországi központi raktárból hozzáférhetők, a részletes információkat lásd a bevásárlókosárban
Pneumatika katalógus, online pdf, 2012-10-23-i állapot, © Bosch Rexroth AG, a változtatás joga fenntartva

IV. számú melléklet. Áramlásérzékelő szenzor

Bosch Rexroth AG | Pneumatics

3

Érzékelési módok → Áramlásérzékelők

Áramlásérzékelők, Sorozat AF1

► Qn = 150 - 5000 l/min ► Fojtóperem-elv ► Elektromos csatlakozás: Dugó, M12x1, 5-pólusú



00130948_a

Nagyság	AS3
Beszereleési helyzet	Tetszőleges
Tanúsítványok	CE Megfelelőségi nyilatkozat, EMV-nek megfelelő
Kimenő jel	2 x PNP / NPN + 1 x analóg feszültségjel 2 x PNP / NPN, 1 x analóg áramerősségjel
Display	LED
Kijelzés	l/h/l/min/l/secm³/hgal/h
Üzemi nyomás min./max.	0 bar / 16 bar
Környezeti hőmérséklet min./max.	-10°C / +50°C
Közeghőmérséklet min./max.	-10°C / +50°C
Közeg	Sűrített levegő
Részecskeméret max.	5 µm
DC üzemi feszültség Min.	15 VDC
DC üzemi feszültség Max.	30 VDC
Max. áramfelvétel	300 mA
Reakcióidő	< 15 ms
Védettség	IP 65
Nyersanyag:	
Ház	Alumínium; Poliamid
Homloklap	Akrilnitril-butadién-sztirol

Műszaki megjegyzések

- „A sűrített levegő harmatpontjának a környezeti és a középhőmérséklet alatt 15 °C-kal és min +3 °C-nak kell lennie. „
- A védettség csak akkor érhető el, ha a dugó szerelése kifogástalan. Közelebbi információkat lásd a Kezelési utasításban.
- A készülék AS sorozatú karbantartási egységekbe való beépítésre vagy W05 sorolókészlet segítségével történő egyedi készülékként való szerelésre van tervezve.
- A készüléket nem szabad szabályzó vagy szűrőszabályzó mögé szerelni.
- Folyékony olajat vagy vizet előszűrőssel kell leválasztani. Nem kielégítő leválasztáskor, irányváltás léphet fel.

Qn Min. [l/min]	Qn Max. [l/min]	Analóg kimenő áram	Analóg kimenő feszültség	Pontosság %-ban (a végértékhez képest)	Súly [kg]	Rendelési szám
150	2000	- 4 - 20 mA	0 - 10 V DC -	± 3 %	0,395	R412010638 R412010673
250	5000	- 4 - 20 mA	0 - 10 V DC -	± 3 %	0,395	R412010637 R412010674

A vastag betűvel jelölt anyagszámok a németországi központi raktárból hozzáférhetők, a részletes információkat lásd a bevásárlókosárban Pneumatika katalógus, online pdf, 2012-10-23-i állapot, © Bosch Rexroth AG, a változtatás joga fenntartva

V. számú melléklet. Hőmérő szenzor



4÷20 mA CONFIGURABLE TEMPERATURE TRANSMITTERS FOR PT100 SENSORS

HD 788TR1, HD 788TR1-I, HD 786TR1, HD 988TR1, HD 988TR1-I and HD 988TR2 are 4÷20 mA configurable transmitters with microprocessor for Pt100 Platinum temperature sensor. They convert the temperature variations found with any standard Pt100 sensor (100Ω at 0°C) into a linear current signal with two leads in the field 4÷20 mA. Linearization with a digital technique allows excellent precision and stability to be obtained. User can set the 4÷20 mA output (or 20÷4 mA) in any temperature range within the field -200...+650°C, with a minimum amplitude of 25°C; it may be simply reprogrammed by pressing a key, without any need to regulate jumpers, potentiometers, software, etc. A led indicates any alarm situations (temperature outside the set range, broken or short-circuiting sensor) and assists the user in the programming phase. **The 4÷20mA output of models HD788TR1-I and HD988TR1-I is galvanically isolated from the Pt100 input.** The transmitters are also protected against inversions of polarity. The HD 788TR1, HD 788TR1-I are specifically designed for installing in type DIN B connecting heads, while the HD 988TR1, HD988TR1-I and HD 988TR2 are suitable for fitting in containers with a 35 mm DIN bar connection. As well as the 4÷20 mA output, the HD 988TR2 has a

°C	Ω	°C	Ω	°C	Ω
-200	18.52	70	127.08	200	175.86
-100	60.26	80	130.90	220	183.19
-50	80.31	90	134.71	250	194.10
-30	88.22	100	138.51	280	204.90
-20	92.16	110	142.29	300	212.05
-10	96.09	120	146.07	350	229.72
0	100.00	130	149.83	400	247.09
10	103.90	140	153.58	450	264.18
20	107.79	150	157.33	500	280.98
30	111.67	160	161.05	550	297.49
40	115.54	170	164.77	600	313.71
50	119.40	180	168.48	650	329.64
60	123.24	190	172.17		

Tab. 1

convenient 3 digit display (height 10 mm) which allows the display of the measured temperature.

Technical data (20°C and 24VDC)

Technical data (HD 788TR1-I and HD 988TR1-I)		
INPUT	HD 788TR1 HD 788TR1-I HD 786TR1 HD 988TR1 HD 988TR1-I	HD 988TR2
Sensor	Pt100 (100Ω at 0°C)	
Connection	3 (or 2) wires	
Linearization	EN 60751, IEC 751 BS 1904 (α=0,00385)	
Current into sensor	<1 mA	
Measuring range	-200+650°C	
Default range	0100°C	
Minimum measuring amplitude	25°C	
Influence of the connecting leads	Negligible with coupled lead	
Conversion speed	2 measurements per second	
Accuracy	±0,1°C ±0,1% of the reading (-100+500°C) ±0,2°C ±0,2% of the reading (-200+650°C)	
Sensitivity to variations of env. temperature	0,01°C/°C	
Working temperature	070°C	
Storage temperature	-40+80°C	
OUTPUT		
Output	420 mA (or 204 mA) 22 mA in case of incorrect programming or temperature out of range note 1 and Fig. 2	
Resolution	4 μA	Analogue output: 4 μA Display: 0,1°C up to 200°C 1°C over 200°C
Power supply voltage	730Vdc (protection against inversions of polarity)	
Sensitivity to variations of the feeding voltage Vcc	0,4 μA/V	
Load resistance	$R_{LMax} = \frac{V_{dc}-9}{0,022} \Rightarrow R_{LMax} = 680 \Omega$ @ Vdc = 24 Vdc	
Red led	It switches on while programming and when the measured temperature is out of the set range	
Input-Output isolation for models HD 788TR1-I and HD 988TR1-I	500 Vdc	-

Temperature

Note 1) If the measured temperature T is out of the set range T1T2 (T1<T2), HD 788TR1, HD 788TR1-I, HD 988TR1, HD 988TR1-I and HD 988TR2 maintain 4 mA for T<T1 and 20 mA for T>T2 for a dead band of 10°C before going into error status at 22 mA.

Fig. 2 reports the connection diagrams for the transmitters in the current loop. In order to obtain the maximum precision, the connection to the Pt100 should be performed with 3 wires and with wires having the same diameter so to grant the same impedance in each connection. The symbol RL (load) represents any device in the current loop that is to say an indicator, a controller, a data logger or a recorder.

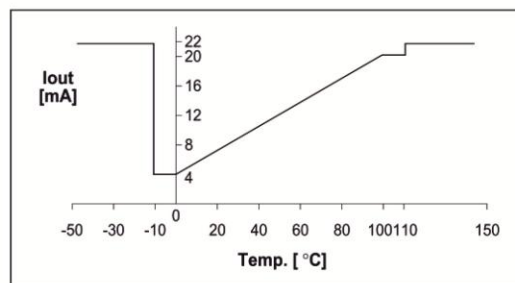


Fig. 1 Range 0...100°C, output current according to the temperature function.

Temperatura

VI. számú melléklet IndraControl L10

Electric Drives
and Controls

Hydraulics

Linear Motion and
Assembly Technologies

Pneumatics

Service

Rexroth
Bosch Group

IndraControl L 10 (CML 10) vezérlinstallációs segítség, els lépések

Az alap konfiguráció tartalma:

PLC:

Típus: CML10.1-NN-210-NB-NNNN-NW
Rendelési szám: R911170722
IndraControl L10.1
Controller: ST40-compatible, 200 MHz
32 MB RAM, 32 kB NvRAM
Interfaces: Ethernet
Digital on-board I/O: 8DI/4DO

Rexroth Inline csatlakozó csomag:

Típus: R-IB IL CML S01-PLSET
Rendelési szám: R911299856
Rexroth Inline
Set of connector for IndraControl L

Operációs rendszer/firmware CF kártyán:

Típus: FWA-CML10*-IL*-04VRS-D0-0003
Rendelési szám: R911321638
IndraLogic Runtime
Installed to memory-module (CF)

Fejlesztői környezet:

Típus: SWA-IWORKS-IL*-04VRS-D0-CD650
Rendelési szám: R911319774
Programming system tool IndraWorks
WinStudio lite runtime and editor
incl. WinStudio Lite Runtime und Editor
Single licence

Az alap PLC konfiguráció tartalmaz 8db galvanikus szigetelt digitális gyors bemenet, és 4db digitális kimenetet (On-board)

Bosch Rexroth Kft.
1149 Budapest
Angol u. 34.
Tel.: +36 (1) 422-3200
Fax: +36 (1) 422-3201
www.boschrexroth.hu

Székhely: Budapest, Cégbeírás: CG 01-09-461621
Ügyvezetés: Ács István
Bankkapcsolat: Citibank Rt. (HUF) 1080 0007 8453 7009 00000000 (EUR) 1080 0007 8000 0010 0453 7501