

Dinamikus áramszedő-vizsgálat

City Rail 2025.09.10

Illés Tibor
Járműtechnológiai mérnök



Mit szeretnénk elérni?

- Megnövekedett áramszedő-üzemzavarok okainak feltárása
- Könnyen átszerelhető, járműtől és pantográf-típustól független mobil mérőrendszer
- Dinamikus hatások rögzítése és gyors lokalizáció (hely, idő, esemény)
- Automatizált feldolgozás (Python), térképes és videós összekapcsolás

- 1. generáció: TW6000, 50 Hz mérés → pillanatütések elfedése
- 2. generáció: ESP-NOW vezeték nélküli kapcsolat → HV környezetben zajérzékenység
- 3. generáció: RS485 (galvanikusan leválasztott), 1.6 kHz mintavétel, bináris mentés

- Slave (pantográf): LIS2DW12 gyorsulásmérő + mikrokontroller (I²C 400 kHz)
- Mester (jármű): ESP32-C3, RS485 vevő, lokális LIS2DW12, GPS, microSD
- Kapcsolat: RS485 fél-duplex, 500 kbaud, differenciális jel → jó zavartűrés
- Adat: 1600 Hz gyorsulás (X,Y,Z), GPS 500 ms, bináris loggolás SD-re

Slave (pantográf) – működés

- LIS2DW12 beállítás: ODR=1.6 kHz (HP mód), FS=±16 g
- I²C burst olvasás: STATUS (0x27) + XYZ (0x28..0x2D) → 7 bájt
- Mintánként: SEQ (16 bit), X/Y/Z (balra igazított 14 bit), CRC-8
- Küldés RS485-ön: SYNC=0xAA + 9 bájtos csomag, 500 kbaud

Miért RS485?

- Differenciális, ipari szabvány – nagy zajtűrés a pantográf környezetében
- Hosszabb kábelezésre alkalmas, fél-duplex, alacsony késleltetés
- Egyszerű protokoll: folyamatos egyirányú adatfolyam slave → mester
- Lehetőség több eszköz felfűzésére (multi-drop) – jövőbeli bővíthetőség

- RS485 puffer: SYNC (0xAA) keresés, teljes keret kiolvasás
- CRC-8 ellenőrzés → érvényes csomag feldolgozása
- 14 bit → mg konverzió (lsb14_to_mg, 1952/1000 faktor)
- Időbélyeg (millis), kimaradás detektálás (prev_seq, drops)

Mező	Típus	Leírás
SYNC	uint8	0xAA – csomag eleje
SEQ	uint16	Sorszám (folytonosság ellenőrzés)
X	int16	Gyorsulás (balra igazított 14 bit)
Y	int16	Gyorsulás (balra igazított 14 bit)
Z	int16	Gyorsulás (balra igazított 14 bit)

Adatrögzítés SD-kártyára (bináris)

- Rekord: ms (u32), seq (u16), ax/ay/az (i16) → 12 bájt/minta
- Bufferelt írás, flush ~2000 rekordonként
- Fájl-rotáció: új BIN fájl ~500 000 rekord után
- Fájlok szétválasztva: LOGxxxxx.BIN (távoli), LOCxxxxx.BIN (lokális), LOGxxxxx.GPS

- SYNC bájt (0xAA) → keretkezdet azonosítása
- SEQ sorszám → folytonosság ellenőrzése, 'drops' számolása
- CRC-8 (Dallas/Maxim) → sérült csomagok kiszűrése
- Diagnosztika: bytes, ok/bad, drops, rec, locRec, fileB, gps_ok, lis_ok, rotates, sd_ok

- Automatikus baud-detektálás (115200/9600/38400/57600)
- NMEA feldolgozás (GGA/RMC) → UTC idő, dátum, lat/lon
- Logolás 500 ms-enként (ha érvényes fix)
- Pozíció és gyorsulási események térképes összerendelése

Kulcs paraméterek (kód alapján)

- RS485: 500 000 baud, SYNC=0xAA, CRC-8
- LIS2DW12: ODR 1.6 kHz, ± 16 g, I²C 400 kHz
- BIN rekord: 12 B; flush: ~2000 rec; rotáció: 500k rec/fájl
- GPS: napló 500 ms; külön BIN/LOC/GPS fájlok

- Valódi nagyfelbontású (1.6 kHz) rezgéskép a pantográfról
- Robusztus kommunikáció és naplózás nagyfeszültségű környezetben
- Gyors post-process: BIN→CSV, grafikonok, térképes vizualizáció
- Hibák lokalizálása (hely, idő, esemény) – célzott beavatkozások

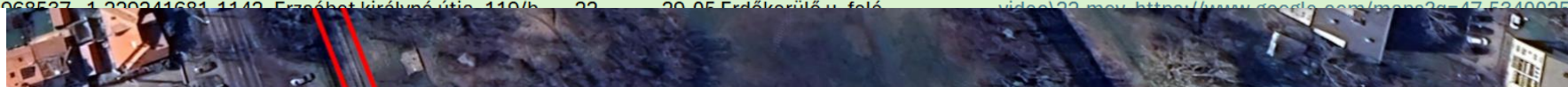
Adatelemzések

átírászedőteszt2025.01.20.py

```
1 import asyncio
2 from bleak import BleakClient, BleakScanner
3 import pandas as pd
4 from datetime import datetime
```

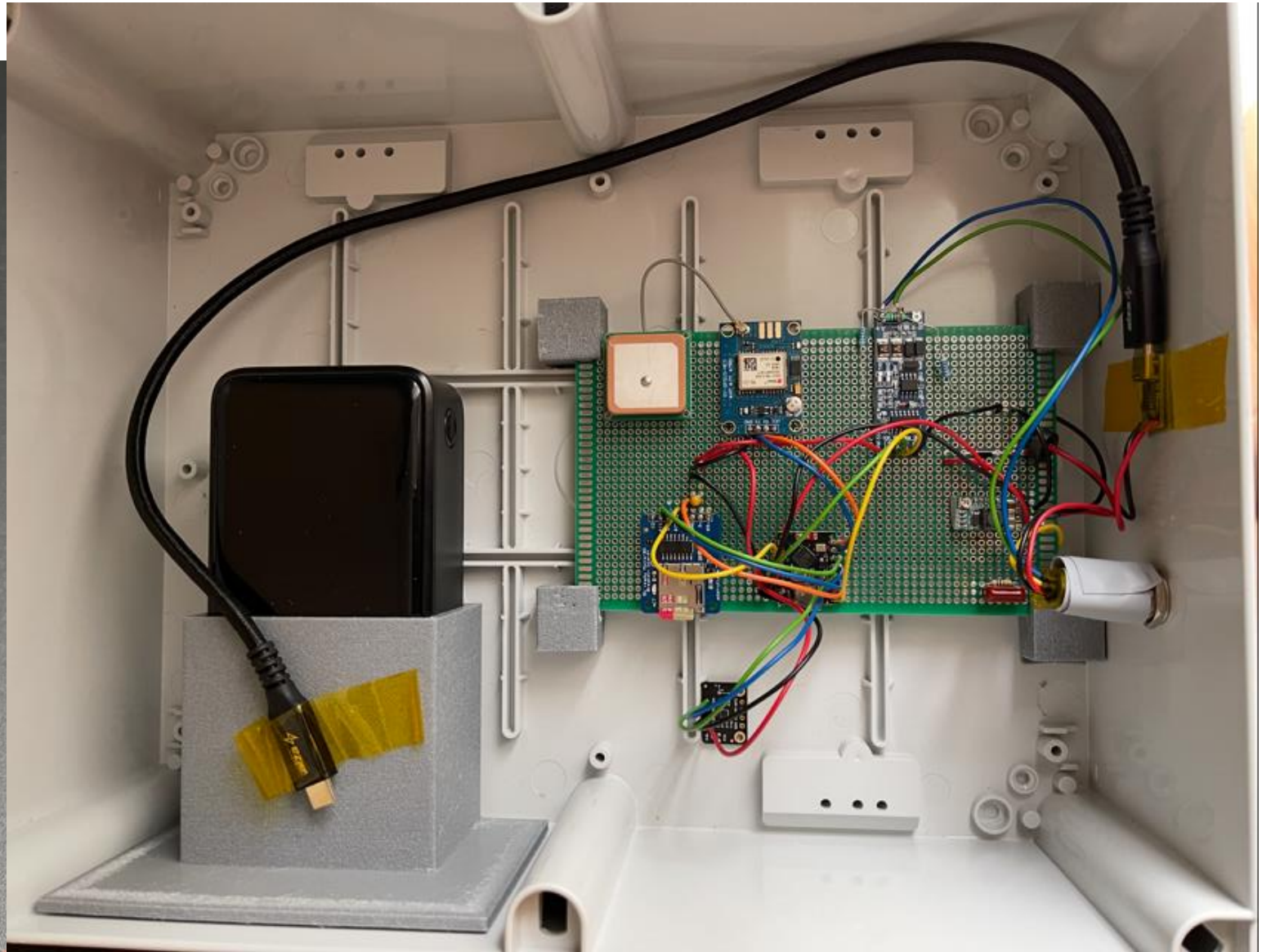
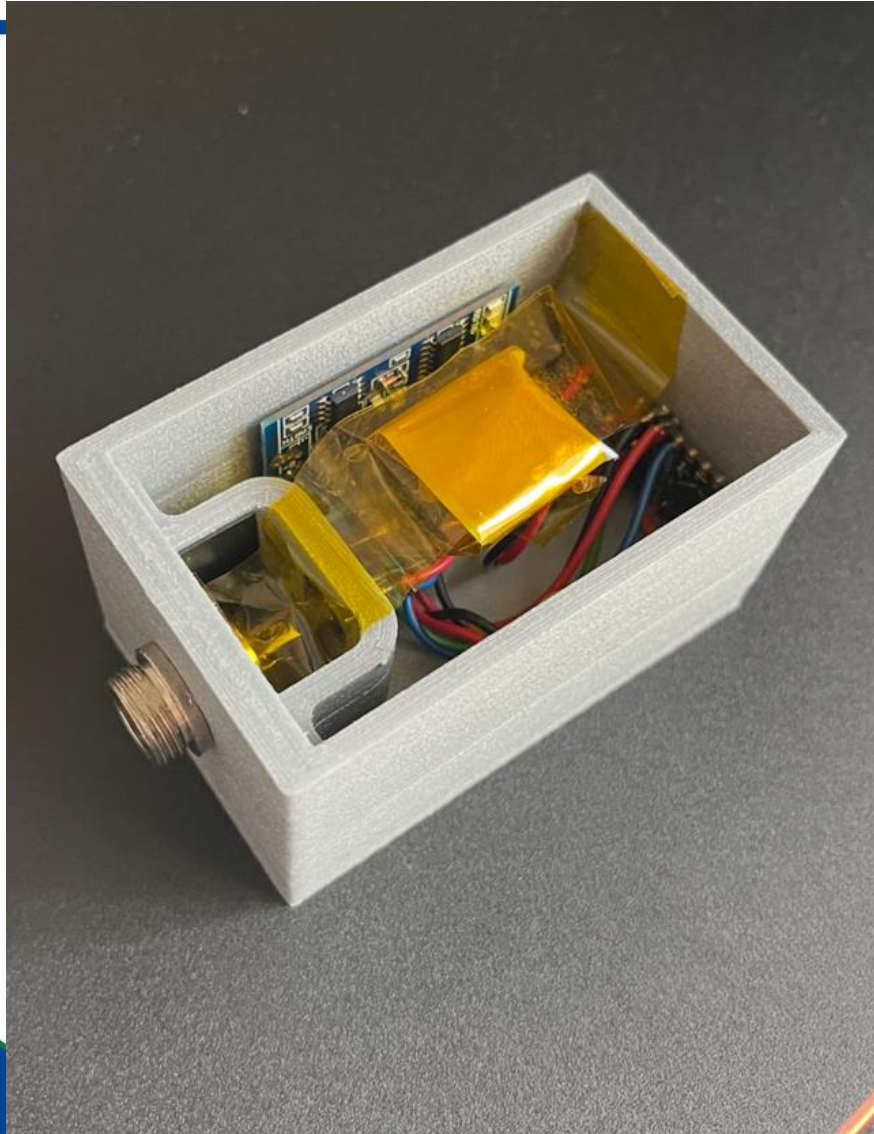
<https://earth.google.com/earth/d/1REF3vGFuX316uIWlWPsFJmAyqcBrxqDd?usp=sharing>

Time	Speed (km/h)	RMS A	Filtered Address	Point	Vonal neve	Video	Google Maps Link
9:56:21	18.12430513	0.960472981	1091, Ferde utca, 1-3	0	32-06 Határ út felé	video\0.mov	https://www.google.com/maps?q=47.4646380264312,19.126472147181637
9:56:44	21.21317259	0.950905201	1192, Határ út, N/A	1	32-06 Gubacsi út felé, elágazás	video\1.mov	https://www.google.com/maps?q=47.463736636564136,19.12664565257728
9:57:18	45.6323668	0.941959338	1192, Határ út, 12	2	32-04 Gubacsi út felé	video\2.mov	https://www.google.com/maps?q=47.46174543164671,19.12349556572736
9:57:19	44.8403314	0.906117475	1192, Határ út, 12	3	32-04 Gubacsi út felé	video\3.mov	https://www.google.com/maps?q=47.46166924014688,19.1233741119504
9:57:29	43.7698257	0.962729663	1192, Határ út, 16	4	32-04 Erdőkerülő u. felé	video\4.mov	https://www.google.com/maps?q=47.46088813059032,19.12223853170872
9:57:34	43.26227798	0.911308657	1192, Határ út, 19	5	32-04 Erdőkerülő u. felé	video\5.mov	https://www.google.com/maps?q=47.46049552224576,19.121660348027945
9:58:37	38.79767993	1.00551876	1192, Határ út, 32	6	32-04 Gubacsi út felé	video\6.mov	https://www.google.com/maps?q=47.45871361345053,19.11888476461172
10:02:16	37.2520457	1.285304449	1098, Napfény utca, N/A	7	32-04 Erdőkerülő u. felé	video\7.mov	https://www.google.com/maps?q=47.457120129838586,19.113176185637712
10:09:59	36.3461163	1.196072928	1107, Bihari utca, 21	8	32-02 Gubacsi út felé	video\8.mov	https://www.google.com/maps?q=47.47744884341955,19.12126019597053
10:10:01	29.99556588	1.055638148	1107, Bihari utca, 21	9	32-02 Gubacsi út felé	video\9.mov	https://www.google.com/maps?q=47.477520341053605,19.12145532667637
10:10:56	14.94812117	0.94352601	1107, Bihari utca, N/A	10	32-02 Gubacsi út felé	video\10.mov	https://www.google.com/maps?q=47.47953845188022,19.124728376045823
10:11:03	26.90694068	0.936388303	1107, Bihari utca, N/A	11	32-02 Gubacsi út felé	video\11.mov	https://www.google.com/maps?q=47.47981958091259,19.12515761330724
10:18:46	7.400619477	1.164563325	1102, Kőrösi Csoma Sándor út, N/A	12	35-01 Gubacsi út felé	video\12.mov	https://www.google.com/maps?q=47.490870030596845,19.13780397735536
10:26:14	40.11685072	1.103840035	1144, Nagy Lajos király útja, N/A	13	35-02 Gubacsi út felé	video\13.mov	https://www.google.com/maps?q=47.50456036068499,19.1362736094743
10:27:57	50.03506225	1.0299155	1148, Nagy Lajos király útja, 43B-37A	14	23-07 Erdőkerülő u./Mexikói út felé	video\14.mov	https://www.google.com/maps?q=47.50814865343273,19.13158929906785
10:27:58	52.80242199	1.084028827	1148, Nagy Lajos király útja, 43B-37A	15	23-07 Erdőkerülő u./Mexikói út felé	video\15.mov	https://www.google.com/maps?q=47.50824009999633,19.131448566913605
10:32:57	15.92456202	1.040687943	1149, Nagy Lajos király útja, N/A	16	23-07 Erdőkerülő u./Mexikói út felé	video\16.mov	https://www.google.com/maps?q=47.517268834635615,19.116174643859267
10:35:18	53.74135136	0.908005695	1147, Gyarmat utca, 64	17	23-05 Erdőkerülő u./Mexikói út felé	video\17.mov	https://www.google.com/maps?q=47.52082150429487,19.107904806733128
10:39:57	35.94779491	1.454259651	1142, Erzsébet királyné útja, 72	18	37-05 Gubacsi út felé, elágazás	video\18.mov	https://www.google.com/maps?q=47.52812582999468,19.10655523650348
11:04:18	23.56515774	1.537622256	1155, Kolozsvár utca, 6/a-b	19	29-01 Erdőkerülő u. felé	video\19.mov	https://www.google.com/maps?q=47.54044219851494,19.11999729461968
11:04:42	41.37466907	0.910987999	1155, Kolozsvár utca, 15	20	29-01 Erdőkerülő u. felé	video\20.mov	https://www.google.com/maps?q=47.53888794220984,19.117863932624456
11:05:40	31.48601486	1.137840485	1155, Kolozsvár utca, N/A	21	29-05 Mexikói út felé	video\21.mov	https://www.google.com/maps?q=47.53592200577259,19.11391412839293
11:07:02	32.05068527	1.200241681	1142, Erzsébet királyné útja, 110/b	22	29-05 Erdőkerülő u. felé	video\22.mov	https://www.google.com/maps?q=47.53400354004622,19.1131544216441



```
38 file_thread.start()
39 file_thread.join()
40
41 if not filename:
42     return
```

Hardver építés



- Több slave/mérőpont (RS485 multi-drop) és idősinkron finomítása
- GPS PPS vagy idősinkron protokoll integráció (precízebb összevetés)
- GoPro BLE trigger és hőmenedzsment optimalizálása
- Automatizált riportok és eseménydetektálás (küszöb/AI)

Köszönöm a figyelmet