	Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar Automatika Intézet	
---	--	---

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

LEVEGŐ SZÁLLÓ POR TARTALMÁNAK MÉRÉSE

	Szerző:	Fábián Kristóf
		villamosmérnöki szak, III. évfolyam

	Konzulens:	Lamár Krisztián
		adjunktus

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	- 2 -
1. Bevezetés	- 3 -
2. A szálló por	- 4 -
2.1. Csoportosítás	- 4 -
2.2. Forrásai.....	- 4 -
2.3. Élettani hatások.....	- 4 -
2.4. Az ökoszisztémára gyakorolt hatása.....	- 5 -
2.5. A látási viszonyokra gyakorolt hatása	- 5 -
2.6. Egészségügyi határértékek	- 5 -
3. Regionális Immisszió-Vizsgáló Hálózat (RIV).....	- 6 -
4. SHARP COMPACT OPTICAL DUST SENSOR	- 7 -
5. Készülék bemutatása	- 10 -
6. Készülék tervezésének lépései	- 11 -
7. Működési elv	- 12 -
7.1. Feszültség stabilizálás, zavarszűrés	- 12 -
7.2. Az analóg áramkör.....	- 13 -
7.3. A digitális áramkör	- 15 -
8. REALTERM használata	- 16 -
8.1. A REALTERM előnye a hyperterminállal szemben	- 16 -
8.2. A program használata.....	- 17 -
9. Mérési eredmények, következtetések	- 18 -
9.1. Mérési eredmények.....	- 18 -
9.2. Következtetések.....	- 20 -
10. Szimuláció	- 21 -
11. Összefoglalás, jövőbeli célok	- 24 -
12. Irodalomjegyzék, adatlapok	- 25 -
13. Melléklet	- 26 -
13.1. Programkód	- 26 -
13.2. Mérési adatok napjainkban.....	- 27 -
13.3. Cikkek napjainkból	- 28 -

1. Bevezetés

Napjainkban nagy hangsúlyt fektetnek a környezetvédelemre. Földünk népessége jelentősen megnövekedett, egyre több járműre van szükségünk, egyre több hulladék halmozódik fel, melyek nem kímélik a környezetet. A járművek üzemanyagának tökéletlen égése és a gyárkéményekből származó apró koromszemcsék miatt levegőnk sajnos szennyezetté válik. Megnövekedett a légúti megbetegedések száma, főleg a városokban, de a probléma a vidéki lakosságot is egyre jobban érinti.

Dolgozatomban a levegő szálló por tartalmának mérési eljárását szeretném bemutatni, valamint egy általam tervezett műszer megépítési folyamatát és lehetséges alkalmazásait. A műszer folyamatos fejlesztés alatt áll, így csak az eddig tapasztalt eredményeket és a jövőbeli terveket tudom ismertetni.

A készülék optikai úton érzékeli a por mennyiségét. Működésekor egy infravörös LED által kibocsátott fény verődik vissza a levegőben található porszemcsékről, melyet egy fototranzisztor érzékel. A létrejövő feszültségváltozást egy mikrokontroller feldolgozza, és soros vonalon elküldi a mért adatokat egy számítógépnek. Az adatokat a számítógépen futtatott EXCEL táblázatkezelő programba betöltve egy diagram segítségével jeleníthetjük meg, így kiértékelhető eredményt kaphatunk. Mivel kis jelek feldolgozásáról van szó (mV-os változások), ezért gondoskodni kell a zavarmentes áramkörről. A mérés nehézségét az optikai úton való megvalósítás okozza, hiszen külső zavaró fénytől mentes mérőegységet kell létrehozni.

A dolgozatban bemutatásra kerülnek az eddigi mérési adatok, azok értékelése, az ezekből levont következtetések, valamint a további tervezés lépései.

2. A szálló por [1]

A szálló por a levegőben eloszlatott finomszemcsés ($10\mu\text{m}$ alatti részecske-átmérőjű) szilárd vagy folyékony halmazállapotú anyagok gyűjtő-neve. A szálló por megnevezést az ülepedő portól való megkülönböztetés miatt használjuk, mivel a $10\mu\text{m}$ -nél nagyobb részecskék néhány óra leforgása alatt leülepednek. Mint minden más egészségre káros anyagra, így a szálló porhoz is tartozik egy egészségügyi határérték.

2.1. Csoportosítás:

A szálló port fizikai átmérője alapján csoportosítják. A $100\mu\text{m}$ -nél (PM_{100}) kisebb átmérőjűek már belélegezhetőek, de ezek nagy része az orrban és a garatban elakad és nem jut mélyebbre a légutakban. A $10\mu\text{m}$ -nél (PM_{10}) kisebbek már túljutnak a garaton, a $4\mu\text{m}$ -nél kisebbek pedig már bejutnak a tüdőbe. A $2,5\mu\text{m}$ -nél ($\text{PM}_{2,5}$) kisebb átmérőjűek már nagyon nehezen ürülnek ki a tüdőből. Egészségügyi szempontból a 10 és a $2,5\mu\text{m}$ -es határnak van nagy jelentősége.

2.2. Forrásai:

A por részben természetes forrásokból, pl. talajerózióból, vulkáni tevékenységből, erdőtüzekből származik. Emberi tevékenység során főbb forrásai a szén, olaj, fa, hulladék eltüzelése, a közúti közlekedés, poros utak, és ipari technológiák, mint bányászat, cementgyártás, kohászat.

A kisebb szemcsék természetes forrása a tengeri légtömegekkel érkező só, a növényi pollenek, baktériumok. A $2,5\mu\text{m}$ -nél kisebb részecskék az atmoszféra kémiai reakcióiból is származhatnak.

2.3. Élettani hatások:

A porrészecskék ingerlik, esetleg sértik a szem kötőhártyáját, a felső légutak nyálkahártyáját. A $10\mu\text{m}$ nagyobb porrészecskéket a légutak csillószőrös hámja kiszűri, a kisebbek lejutnak a tüdőhólyagokba. A tüdőelváltozást

befolyásolja a belélegzett por mennyisége, fizikai tulajdonságai és kémiai összetétele.

A por belégzése a légzőszervi betegek (asztma, bronchitis) állapotát súlyosbítja, csökkenti a tüdő ellenálló képességét a fertőzésekkel, toxikus anyagokkal szemben.

A porrészecskék toxikus anyagokat (pl. fémeket, karcinogén, mutagén anyagokat), valamint baktériumokat, vírusokat, gombákat adszorbeálnak, és elősegítik bejutásukat a szervezetbe.

Az egyik legkárosabb porforrás az aktív és passzív dohányzás.

A leginkább veszélyeztetett csoportok a csecsemők, légúti és keringési megbetegedésben szenvedők, időskorúak, aktív és passzív dohányosok.

2.4. Az ökoszisztémára gyakorolt hatása:

A porrészecskék a növények leveleire lerakódva gátolják a fotoszintézist, elzárják a légcseré nyílásokat (sztómákat). A növények ezért fejlődésükben visszamaradnak. Termesztett növények leveleire, termésére rakódva értéktelenné, felhasználhatatlanná teszik azokat.

2.5. A látási viszonyokra gyakorolt hatása:

A finom por rontja a látási viszonyokat, megtöri ill. elnyeli a fényt. Forgalmas utakon a füst tömeges baleseteket is okozhat.

2.6. Egészségügyi határértékek:

Különbséget teszünk napi és évi egészségügyi határértéktől. A $10\mu\text{m}$ -re vonatkozó napi határérték, mely egy 24 órás átlag $50\mu\text{g}/\text{m}^3$, az éves pedig $40\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Szmogriadóról akkor beszélhetünk, ha a szállópor értéke meghaladja egymást követő két napon a $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ -t.

3. Regionális Immisszió-Vizsgáló Hálózat (RIV) [2]

Magyarországon a levegő szálló por tartalmának mérésével a Regionális Immisszió-Vizsgáló Hálózat (RIV) foglalkozik. Az ország különböző területein mérőállomások találhatók, ahol folyamatosan gyűjtik az adatokat.

Az adatgyűjtés úgy történik, hogy a különböző kihelyezett mérőállomásokon meghatározott időközönként mintát vesznek a levegőből. Az egyik ilyen készülék, mellyel ezt megvalósítják, az OH-601 típusú AEROMAT levegő mintavevő. A készülék városok, ipari települések, üzemcsarnokok stb. levegőjének mintavevésére alkalmas. A mintavevő nyolc gázminta vevőedényt tartalmaz. A meghatározott átszívott levegőmennyiséget mintánként rögzíti. A mintavevő edényekben egy elnyelő oldat található, mely a mintavétel után laboratóriumi feldolgozásra kerül. A mintavételezési időt be lehet állítani, valamint kézi vezérlésre is lehetőség van. A legrövidebb mérési időtartam 1 óra egy mintavevő edényhez. Ezután a készülék kapcsol (edényt vált) és egy másik minta elkészítésére kerül sor. Az átkapcsolási idő 1 óra és ebben az üzemmódban egy nap alatt 4 mérést lehet elvégezni, így a készülék üzemideje 2 nap. Be lehet állítani 24 órás üzembe is. Ez esetben a készülék folyamatos üzemideje 8 nap.

**3.1. ábra Automata mérőpontok Magyarországon**

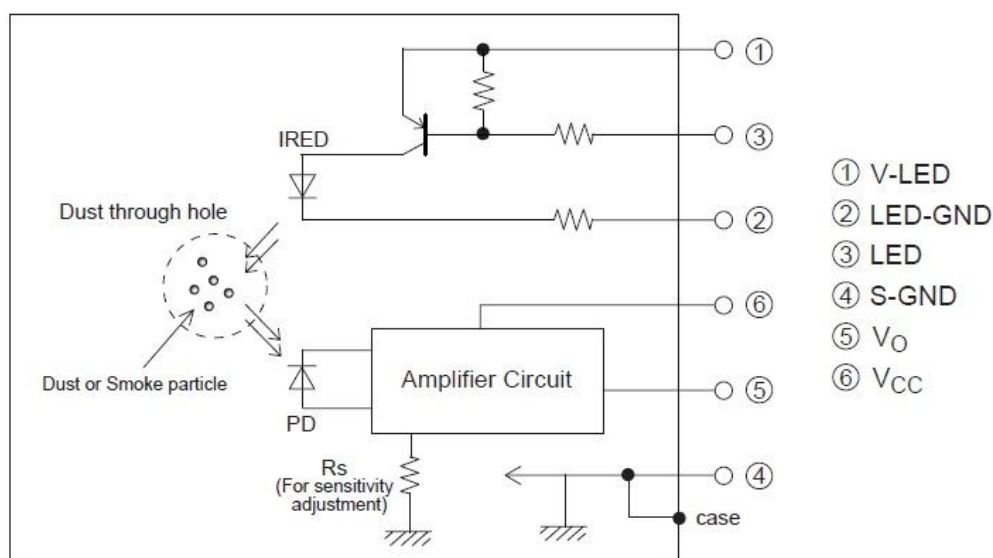
4. SHARP COMPACT OPTICAL DUST SENSOR

A Sharp cég kifejlesztett egy pormérő szenzort (4.1. ábra), melyet elérhető áron lehet megvásárolni. Maga a szenzor optikai elven működik.

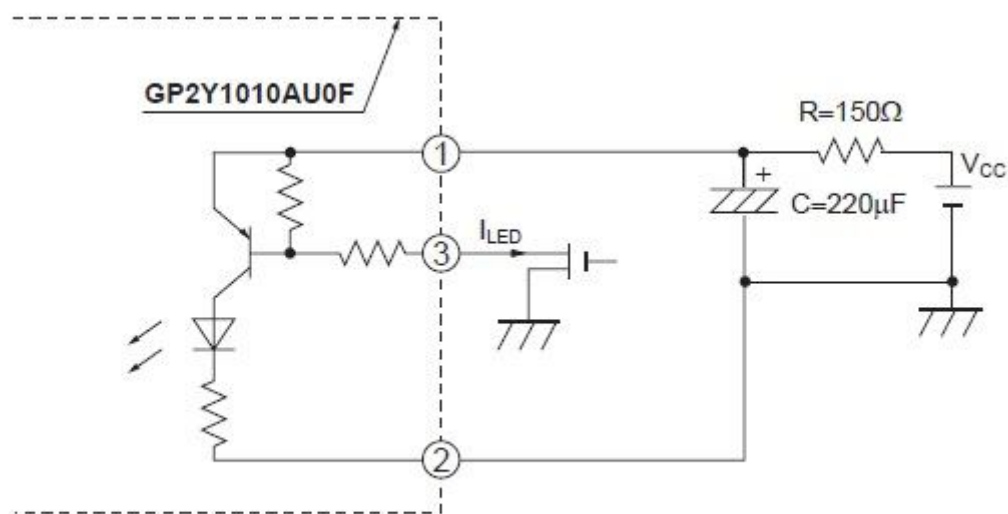


4.1. ábra SHARP COMPACT OPTICAL DUST SENSOR [3]

A szenzorban egy fototranzisztor és egy infravörös LED található, melyek optikai tengelye egymáshoz képest körülbelül 90 fokot zár be. Ha a LED által bevilágított tartományba porszem kerül, akkor a porszemről visszaverődik az infravörös LED által kibocsátott fény, melyet a fototranzisztor érzékel. A készülék adatlapja megadja, hogyan kell használni a szenzort, valamint mellékel blokkvázlatot és bekötési rajzot (4.2. ábra, 4.3. ábra).



4.2. ábra Blokkvázlat [3]

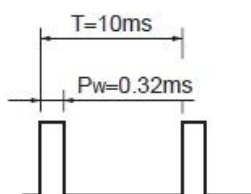


4.3. ábra Bekötési rajz [3]

Használata:

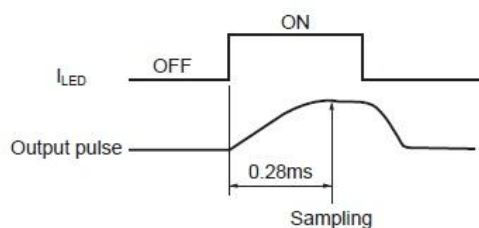
A szenzor működtetéséhez szükség van egy mikrokontrollerre, ami periodikusan egy 0.32ms-ig tartó impulzussal bekapcsolja az infra LED-et, majd 9.64ms-ig lekapcsolja. Így alakul ki a 10ms-os mintavételezési ciklus. (4.4. ábra)

Pulse-driven wave form

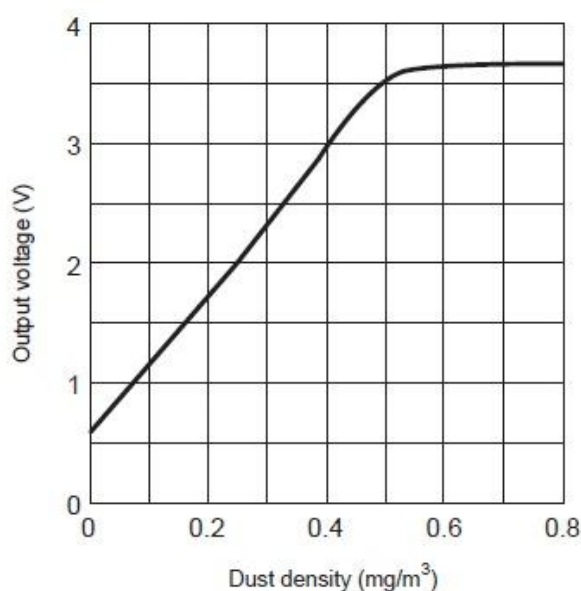


4.4. ábra Be és kikapcsolási idő [3]

A lekapcsolásra azért van szükség, hogy a szenzorban lévő áramkör a mintavételezés után alaphelyzetbe tudjon állni, és pontos mérési adatot tudjon szolgáltatni a következő mérési ciklusban is. A fény hatására a kimeneten egy növekedő jel jelenik meg. Az infra LED bekapcsolásától számított 0.28-ik ms-ban kell mintavételezni. (4.5. ábra)


4.5. ábra Mintavételezés [3]

A kimenő feszültségből már megállapítható a levegő portartalma mg/m^3 -ben. Ehhez a gyártó megad az adatlapban egy karakterisztikát (4.6 ábra), melyből megtudhatjuk a pillanatnyi portartalmat. Mivel 10ms-ként van a mintavételezés, ezért ha ki szeretnénk jelezni egy LCD kijelzőn a pillanatnyi porkoncentrációt, akkor érdemes egy mérési sorozatot készíteni, majd ennek az átlagát venni kb. 1s-ként, mivel a folyamatos változást nem tudnánk követni. A gyártó nem adja meg az erősítő áramkör kapcsolási rajzát, ezért a dolgozatomban célja, hogy egy hasonló működési elvű műszert hozzak létre.


4.6. ábra Output Voltage vs Dust Density [3]

5. Készülék bemutatása

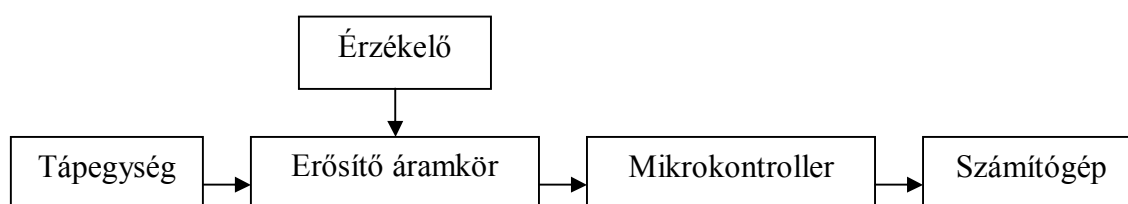
Az általam készített műszer a Sharp szenzor működési elvéhez hasonlóan, a reflektált optikai jel mérése segítségével állapítja meg a porkoncentrációt, de az áramköri felépítése saját fejlesztésű.

A mérés elve:

A műszeremben egy infra LED és egy fototranzisztor optikai tengelye egymáshoz képest 90° -os szöget zár be. Az infra LED egy előre meghatározott ideig bekapcsol, majd kikapcsol. Ez alatt az idő alatt a levegőben lévő porszemcsékről visszaverődik az infra LED által kibocsátott fény egy nagyon kicsi része, melyet a fototranzisztor érzékel. A tervezéskor figyelembe kell venni azt, hogy optikai úton végzünk mérést, így sötét környezetben kell elhelyezni a mérő egységet. Erre a még alkalmazott infravörös tartomány esetén is szükség van, mert a mérési tapasztalataim szerint a zavaró fényforrások ebben a tartományban is sugározhatnak. Erre különösen nagy figyelmet kell fordítani, mivel nagyon kis fény is már erősen torzítja a mérést. A porszemcse által kialakult feszültséget fel kell erősíteni egy erősítő áramkörrel, majd ezt a jelet fel kell dolgozni egy mikrokontrollerrel. Miután ez megtörtént soros vonalon kiküldhető a jelhez hozzárendelt érték egy számítógépre, hogy értékelni tudjuk a mérést.

6. Készülék tervezésének lépései

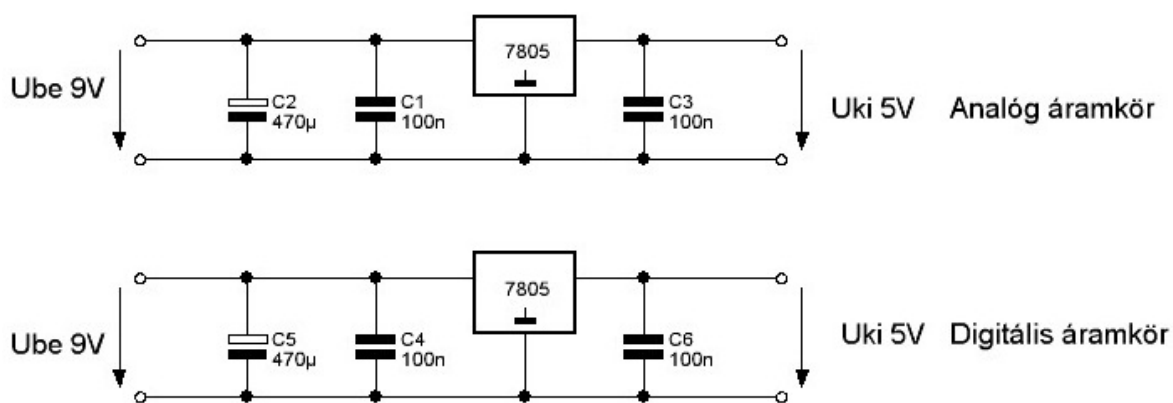
A készülék működéséhez elengedhetetlen feltétel a mikrokontroller programozásának ismerete, ezért a feladat megoldása során először erre fektettem a hangsúlyt. A PIC16F690 típusú mikrokontrollert választottam ki, mivel technikai éveim során ezzel a mikrokontroller családdal foglalkoztam. Mivel csak az assembly nyelvet ismertem, ezért meg kellett tanulnom C nyelven a programozását. Erre azért volt szükség, mivel a C nyelv nagyban leegyszerűsíti a bonyolultabb programok megírását. Miután ezt egy bizonyos szinten sikerült elsajátítanom a soros vonalon történő kommunikációra fektettem a hangsúlyt. Azért tartottam először fontosnak ezen ismeretek elsajátítását, mivel nem állt rendelkezésemre oszcilloszkóp az analóg áramkör méréséhez. A soros kommunikáció megvalósítása után az általam megírt programmal képes voltam adatokat gyűjteni és azokat egyből fel tudtam dolgozni a számítógépen, majd ezekből következtetni tudtam az esetleges mérési problémákra. Ezután kezdtem el foglalkozni az analóg áramkörrel. Először megvizsgáltam a fototranzisztor működését, majd összeállítottam az optikai szenzort. Ehhez megépítettem egy erősítő áramkört és így már képes voltam kisebb mérések elvégzésére.

**6.1. ábra A készülék blokkvázlata**

7. Működési elv

7.1. Feszültség stabilizálás, zavaraszűrés

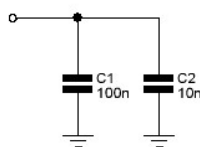
Mivel mV nagyságrendű jelekkel kell dolgozni, így különösen ügyelni kell a zavarmentes tápellátásról. A készülék két fő részre osztható, egy analóg és egy digitális áramkörre. Mind a két áramkörnek külön-külön célszerű tápfeszültséget biztosítani, hogy a mérést minél kevesebb zavarral tehessük meg. Az analóg áramkör alatt az érzékelő és az erősítő áramkörét, a digitális áramkör alatt pedig a mikrokontroller (PIC16F690[4]) és a soros vonali (MAX232[5]) IC áramkörét értem.



7.1.1. ábra Feszültség stabilizálás

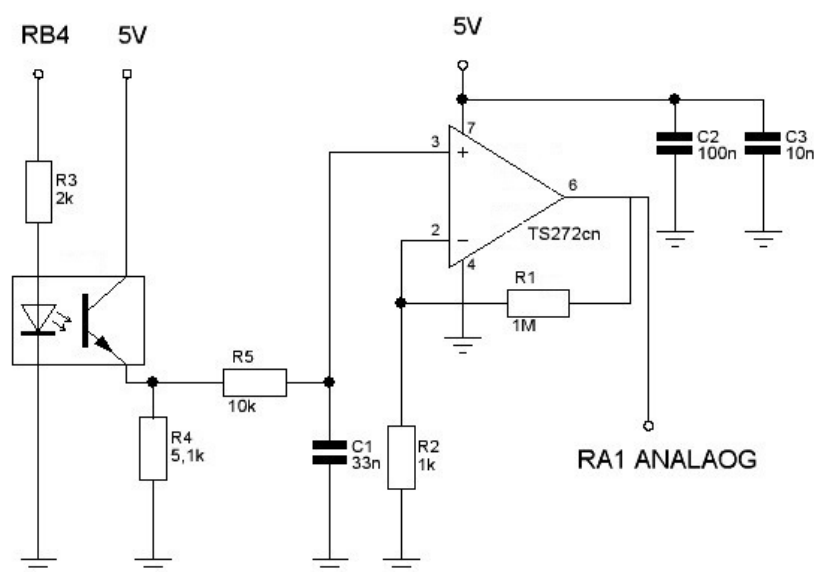
Feszültség stabilizátornak a 7805-ös IC-t választottam, mivel a mikrokontrollernek és a soros vonali IC-nek 5V-os tápfeszültségre van szüksége. Az analóg áramkört is 5V-ra méreteztem, a mikrokontroller analóg bemenete miatt, mivel az 0-5V-ig terjedő analóg jel feldolgozására képes.

A zavaraszűrést nem csak a stabilizáló áramkörnél kell alkalmazni, hanem minden integrált áramkör tápfeszültségét is szűrni kell, hogy azok a mérés során ne rontsák a mérés eredményét. A digitális áramköröknél ezt két kondenzátor párhuzamosan történő kapcsolásával szokták elérni, melyek értékei 100nF és 10nF.



7.1.2. ábra Zavarszűrés

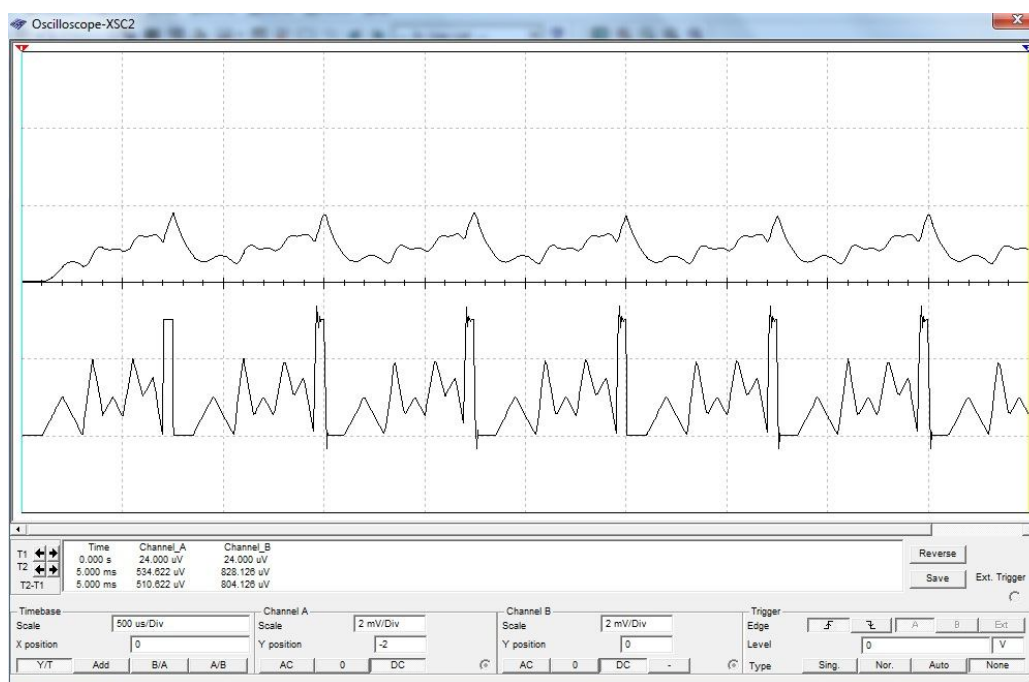
7.2. Az analóg áramkör



7.2.1. ábra Az analóg áramkör kapcsolási rajza

Az analóg áramkörben található egy infra LED (CQY37N[6]), mely 950nm hullámhosszúságú fényt bocsát ki $\pm 12^\circ$ -os szögben. Ennek a fényét egy fototranzisztor (BPV11F[7]) érzékeli, ami a 950nm-es hullámhosszú fényre érzékeny $\pm 15^\circ$ -os nyílásszögben. Ez a két alkatrész egymáshoz képest 90° -os szöget zár be, így a két alkatrész közé kerülő porszemcséről az infra LED által kibocsátott fény visszaverődik, és a fényt érzékeli a fototranzisztor. Mivel optikai elven működik az érzékelés, ezért meg kell oldani a zavarmentes sötét környezet előállítását és porszemcsék odavezetését. Ezt később részletesebben tárgyalni fogom. Az infra LED bekapcsolásakor, ha porszemek kerülnek a két alkatrész közé, akkor a fototranzisztor a visszavert fény mértékében nyit. Mivel a por

által okozott jelváltozás kis „tüskéket” hoz létre, ezért ezeket a jeleket valahogyan értékelhető formára kell hozni. Erre a célra egy integráló négypólus(R5,C1) található a tranzisztor emitter körében. Egy szimulációs programmal létrehoztam egy általam helyesnek vélt és a por által okozható jelváltozást és azt egy integráló négypólusra kötöttem. Ezt a 7.2.2. ábra szemlélteti, ahol a bemeneti jel (por által okozott) jelváltozás az alsó, az integráló négypólusból kijövő jel pedig a felső jel.



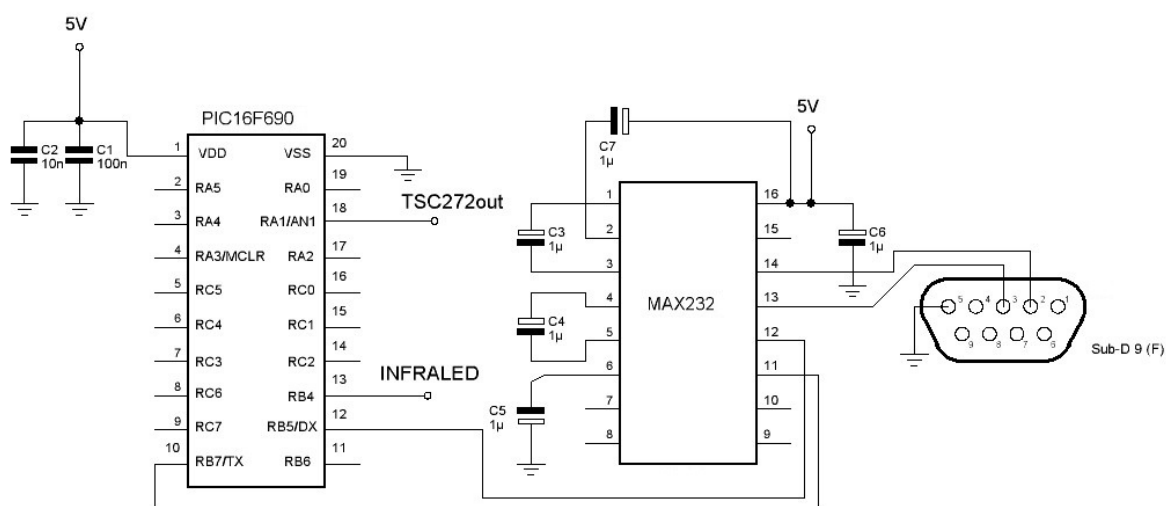
7.2.2. ábra Szimuláció

Beállítások: CH1 - bemenet, 2mV/div, 500us/div, Y position:-2
CH2 - kimenet, 2mV/div, 500us/div, Y position: 0

Ezekután a jelet egy nem invertáló kapcsolásban lévő műveleti erősítő (TS272cn[8]) felerősíti 1001-szeresre. Mivel nagyon kicsi változásokat okoz a por, ami pár mV, ezért szükséges a nagy mintegy 1000-szeres erősítésre. Majd az erősített jel a mikrokontroller RA1 analóg bemeneti lábára kerül feldolgozásra. A műveleti erősítőt egy tápfeszültséggel használtam, mivel a negatív tartományra nincs szükség a mérés során.

7.3. A digitális áramkör

A digitális áramkör egy mikrokontrollerből (PIC16F690[4.]) és egy soros vonali IC-ből (MAX232[5.]) áll. A mikrokontroller RB4 lábára van kötve az infra LED. Úgy írtam meg a programot, hogy 300 μ s-ig világít az infra LED, és a 280 μ s-nál történik meg a mérés. A mikrokontroller RA1/AN1 lábára érkezik a műveleti erősítőből kijövő analóg jel. Ezt a mikrokontroller feldolgozza 10 bites felbontással, ami azt jelenti, hogy 1bit 4,88mV-nak felel meg. A mikrokontrollerbe beépített A/D konverter számára stabilizált 5V-os tápfeszültség szolgált referenciafeszültségül. A mérésnek ebben a fázisában ez megfelelő pontosságot biztosított, de külső referenciaforrással a pontosság tovább lenne növelhető, és még pontosabb mérési eredményt lehetne kapni. Az ezerszeres erősítéssel tized vagy akár század mV-os változásokat is tudunk mérni. Miután a mikrokontroller feldolgozta a bemenő jelet, kiküldi a soros vonali IC-nek a bemenő jelhez hozzárendelt értéket, majd a soros vonali IC elküldi azt a számítógépnek. A mikrokontroller programja megtalálható a 13. fejezetben.



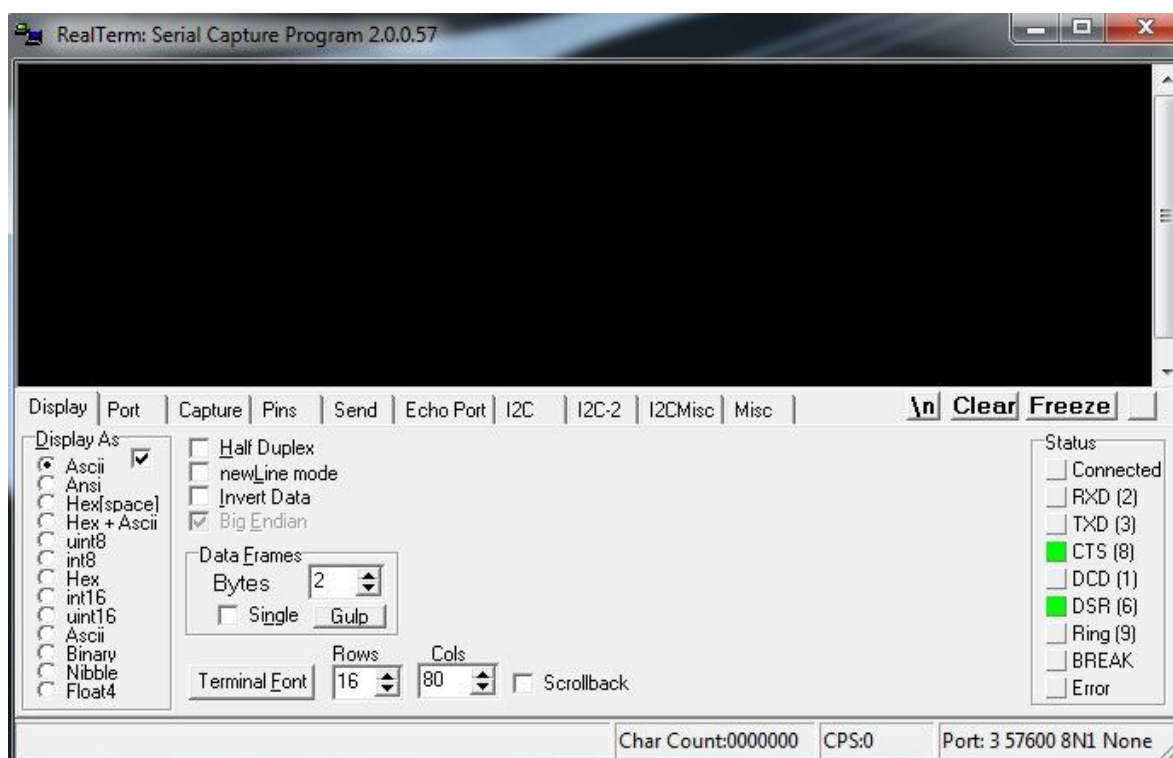
7.3.1. ábra A digitális áramkör kapcsolási rajza

8. REALTERM használata

A soros vonali kommunikációt a REALTERM programmal valósítottam meg. A választás azért erre a programra esett, mert több funkcióval rendelkezik, mint a windows hyperterminal programja.

8.1. A REALTERM előnye a hyperterminállal szemben:

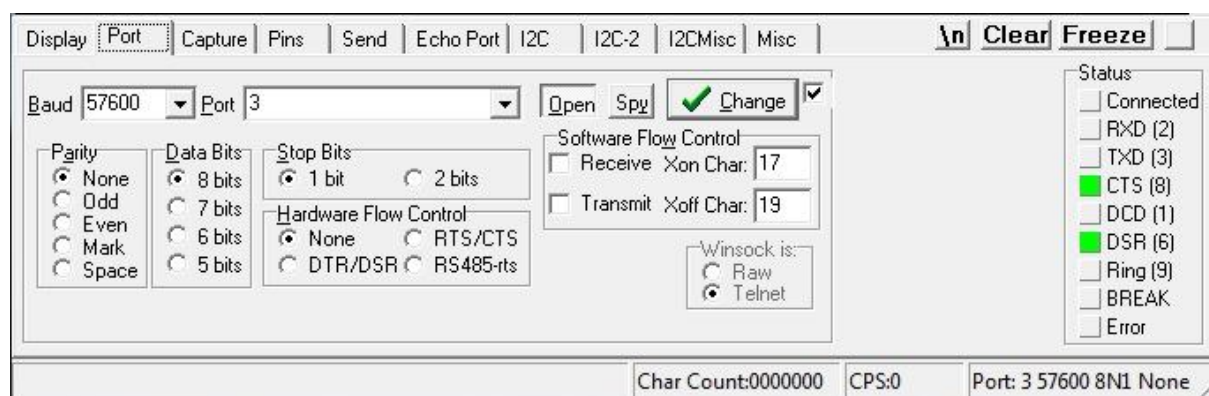
- A hyperterminál csak 500 adatot képes fogadni capture üzemben, majd ezután felülírja a korábban vett adatokat. A realtermnél nem találtam erre korlátot.
- Megbízhatóbb működés.



8.1. ábra REALTERM, Display beállítása

8.2. A program használata:

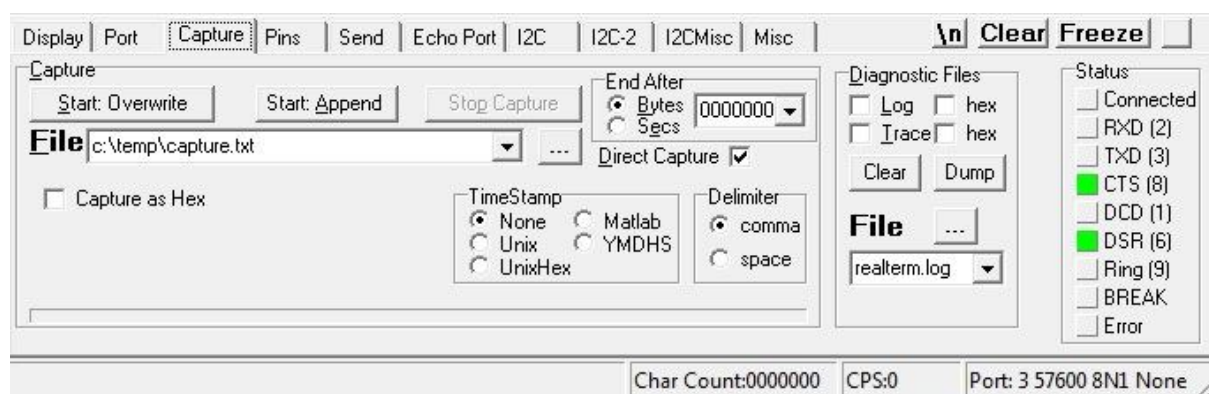
1. A display ablakban be kell állítani a kódolás formját.
2. A port ablak beállításai:
 - Baud-rate - 9600
 - Port beállítása
 - Parity - None
 - Data bits - 8 bits
 - Stop bit - 1 bit
 - hardware flow controll - none



8.2. ábra Port beállítása

3. Capture

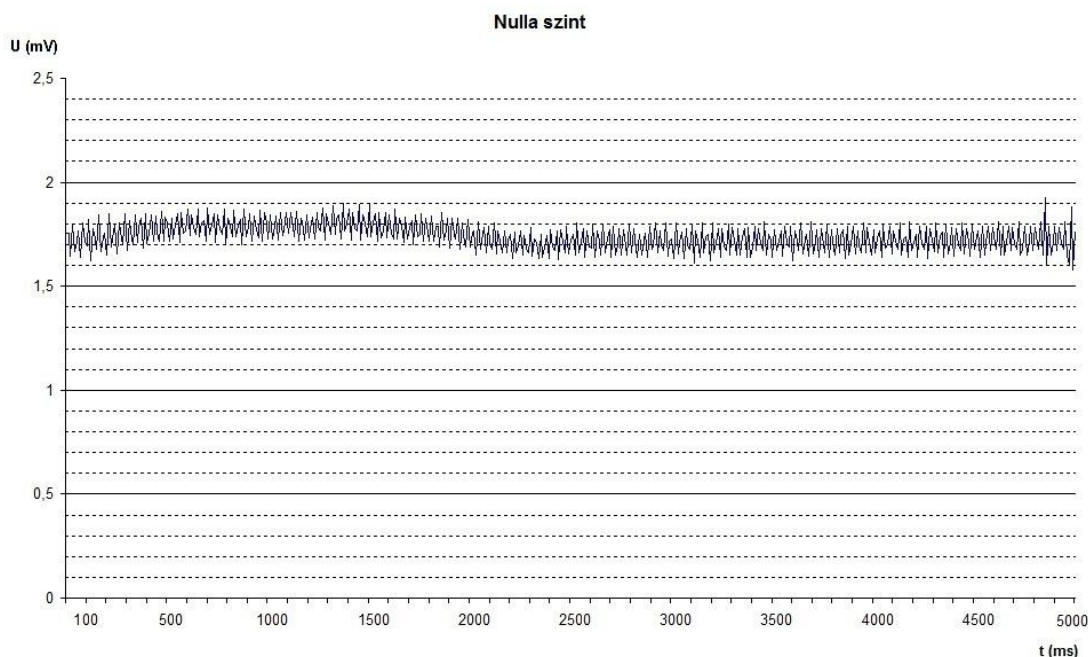
A kiválasztott könyvtárban elmenthetjük a bejövő adatokat. Ha ezt megtettük, akkor a *Start: Overwrite* gombbal elindíthatjuk a bejövő adatok mentését és a *Stop Capture* gombbal állíthatjuk le azt.



8.3. ábra Capture beállítása

9. Mérési eredmények, következtetések**9.1. Mérési eredmények**

Először a „nulla” szint mérését tartottam fontosnak, amely a beeső fénytől mentes állapotot jelenti. Ezt a mérést többször is megismételtem. A nulla szintet kb. 1,65 – 1,9 mV közötti tartományban állapítottam meg. (9.1. ábra)

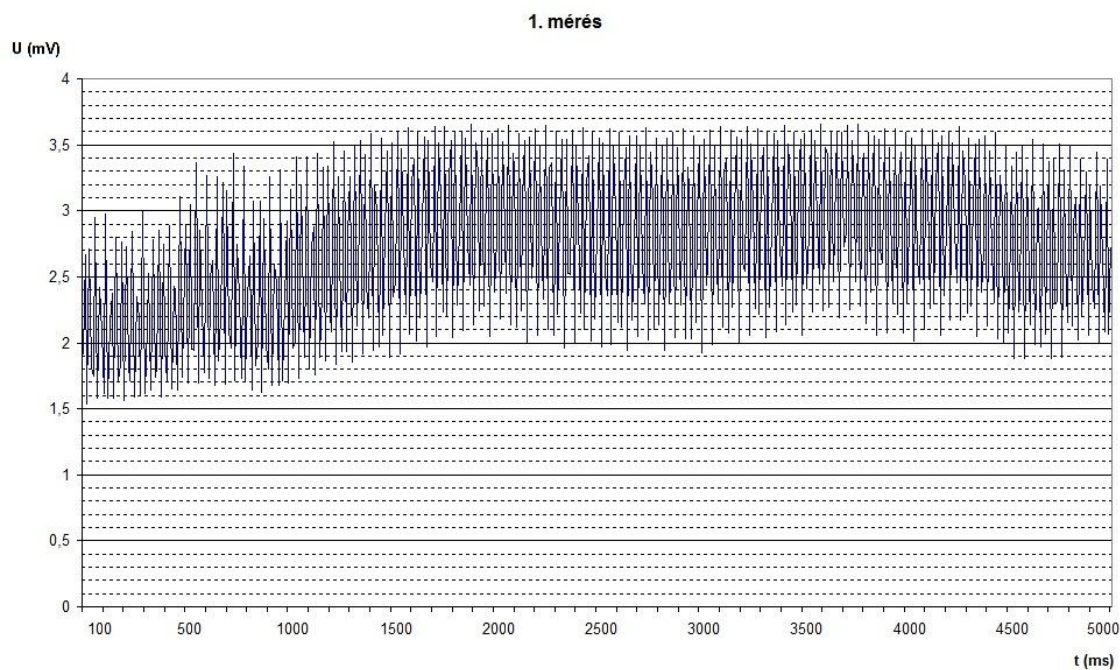
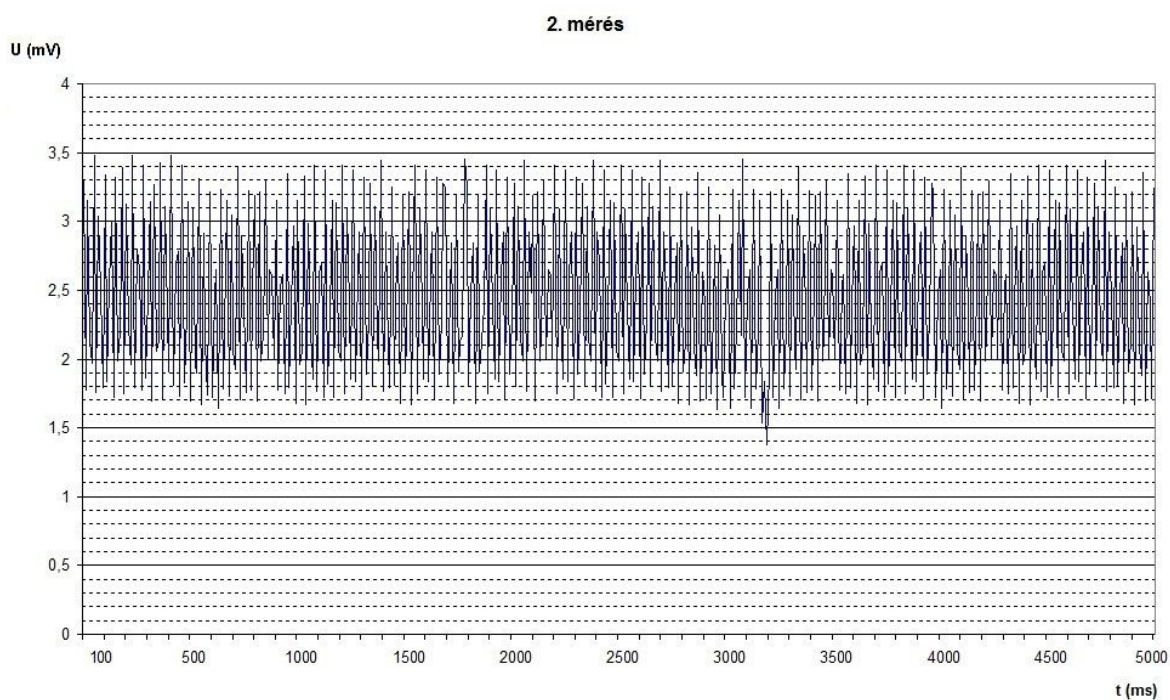


9.1. ábra Nulla szint

Ezután elkezdtem a poros környezetben történő méréseket. Egy porszívó porzsákjából vett anyaggal nagyon poros környezetet tudtam előállítani, és így több mérést is el tudtam végezni melyekből a következő eredményekre jutottam:

1. Az alap „nulla” szintet, amikor a műszer nem mér semmilyen port, le kell tolni az x tengely alá, hogy csak a por okozta változás jelenjen meg a pozitív tartományban.
2. A mérési eredmények közül, mindig a kimagasló feszültség szinttel kell csak tovább dolgozni, mivel akkor érzékelt port a műszer. A többi alacsony értékre nincs szükség, mivel nem mindig kerül porszem az érzékelő elé.

3. A kapott mérési eredményeket átlagolni kell egy adott mérési intervallumon belül, és így lesz a mérési eredmény a legközelebb a helyes értékhez.
4. Fontos a kalibrálás.

**9.2. ábra Mérési eredmény****9.3. ábra Mérési eredmény**

9.2. Következtetések

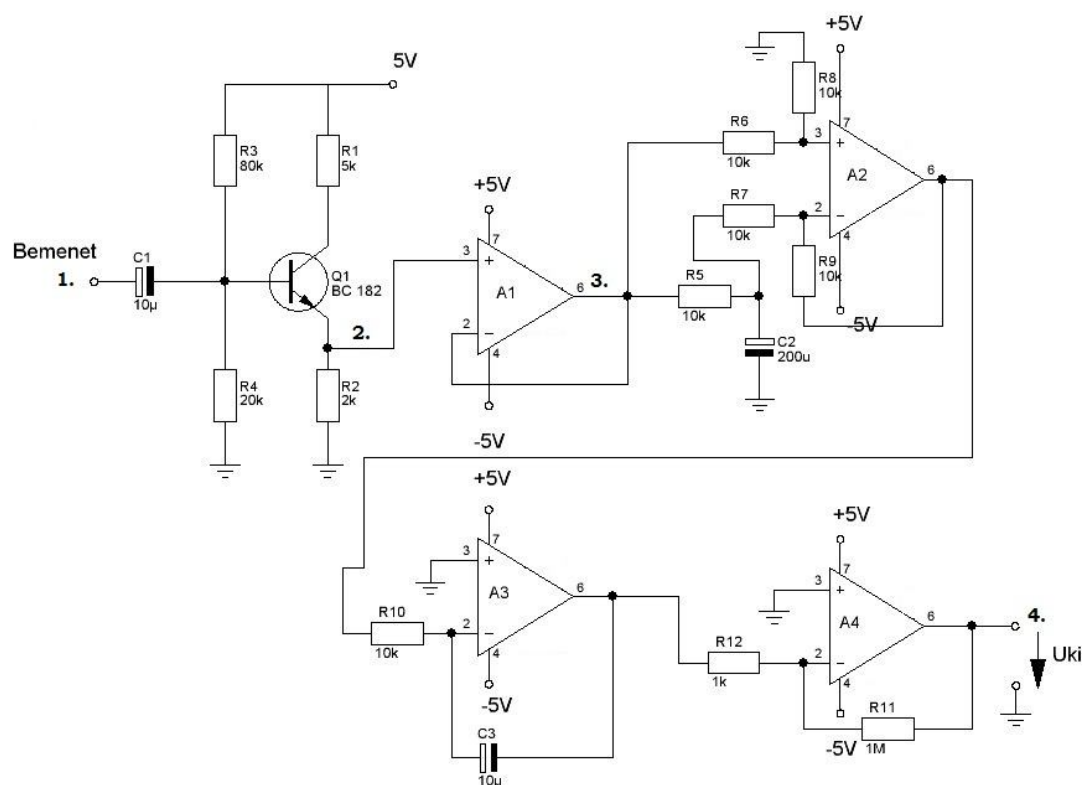
Az eddig elért mérési eredményekből már következtetni tudtam arra, hogy hogyan folytassam tovább a fejlesztést:

- A fototranzisztor bázisát elő kell feszíteni, hogy megfelelő munkapontban lehessen elvégezni a mérést.
- A DC szintet le kell választani, hogy csak a változások kerüljenek további feldolgozásra.
- Az integráló négy pólus helyett műveleti erősítővel megvalósított integrátort kell használni, hogy pontosabb eredményt kaphassunk.
- Az integrált áramkörök tápfeszültségét nagyon jól meg kell szűrni a zavarok ellen, hogy minél pontosabb legyen a mérés.
- Ki kell alakítani egy sokkal jobb mérési elrendezést, amivel sokkal pontosabb mérési adatokat lehet gyűjteni. A legfontosabb a sötét környezet, valamint hogy a levegő szabadon áramolhasson az érzékelő előtt.

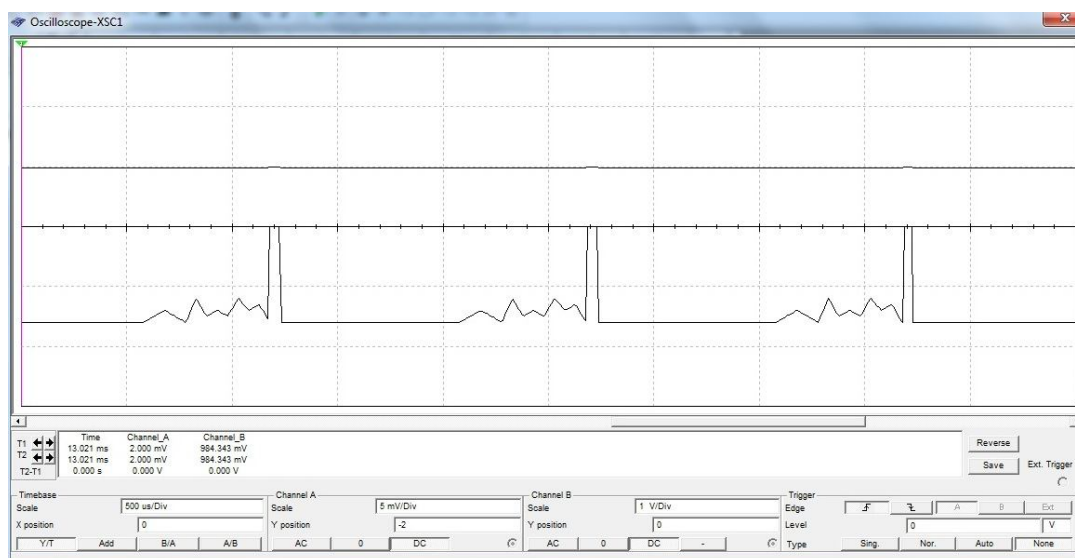
A további fejlesztést egy szimulációs programmal tudtam eddig megtenni. Előállítottam a por által okozott jelváltozáshoz hasonló jelet, majd bevittem a fent említett szempontok szerint az áramkört és leszimuláltam. Ennek eredményéről a következő fejezetben számolok be.

10. Szimuláció

A mérési eredményekből levont következtetések alapján összeállítottam egy áramkör-szimulációt. Erre a célra a Multisim szimulációs programot használtam, melyben összeállítottam egy új kapcsolást (10.1. ábra). Létrehoztam az általam helyesnek vélt por okozta változást egy erre alkalmas áramkörü elemmel (feszültséggenerátorral), mely egy 2mV-os DC szintet is tartalmaz, mivel a mérés során ezt tapasztaltam. A fototranzisztor bázisát előfeszítettem 1V-ra. A fototranzisztor egy BC182-es tranzisztorral tudtam helyettesíteni a szimulációban. (A por által okozott jelváltozást és az előfeszített jelet az 10.2. ábra szemlélteti.) A tranzisztor emitter ágára egy követő erősítő csatlakozik. A műveleti erősítő nagy bemeneti és kimeneti impedanciával rendelkezik, ezért elválasztja a tranzisztoros fokozatot a követő fokozattól. A követő erősítő után egy különbségképző erősítő található. A nem invertáló bemenetre egy RC taggal megszürt, AC komponensből mentes jel kerül, mely így egyenértékű a jel egyenfeszültségű komponensének nagyságával. A nem invertáló bemenetre a teljes, por okozta jelváltozás kerül, melynek van DC szintje is. Az invertáló bemenetre kerülő DC szintet az áramkör kivonja a jelből és a műveleti erősítő kimenetén már csak a jelváltozás jelenik meg. (10.3. ábra) Ez után a jelet egy integráló kapcsolás dolgozza fel, amely a jelet egyben invertálja is. Ezért az integrátor kimenő jelét egy invertáló erősítővel erősítjük fel 100-szorosra. (A por okozta jelváltozást, az integrált és felerősített jelet a 10.4. ábra szemlélteti.)



10.1. ábra Szimulációban használt kapcsolás



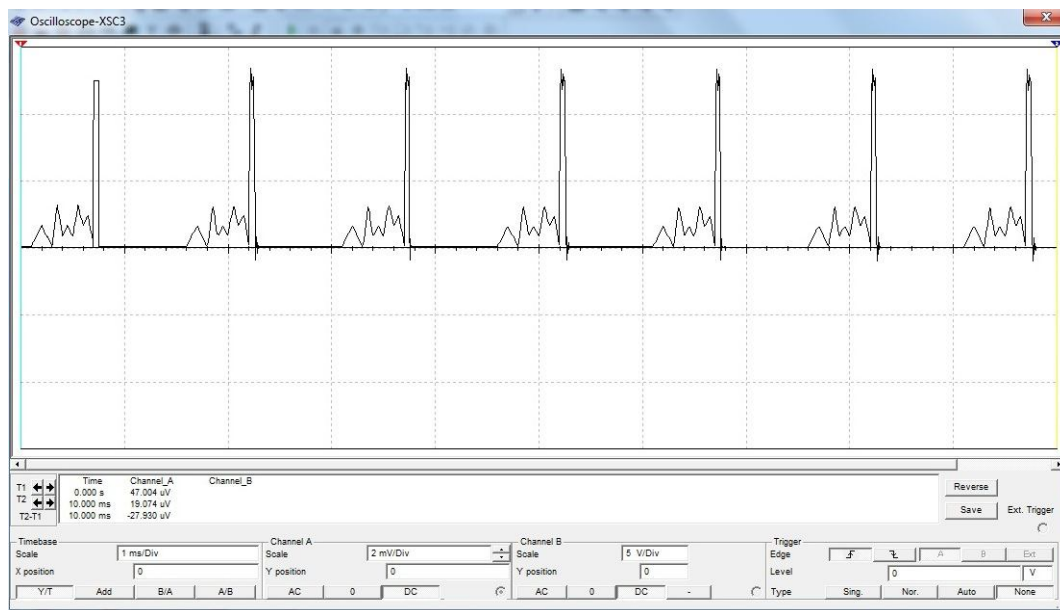
10.2. ábra A por által okozott jelváltozást és az előfeszített jel

CH1 - 1. por okozta változás, Bemenet (alsó)

CH2 - 2. Az 1V-os egyenszintre ülő jel (felső)

Beállítások: CH1 - 5mV/div, 500us/div, Y position:-2

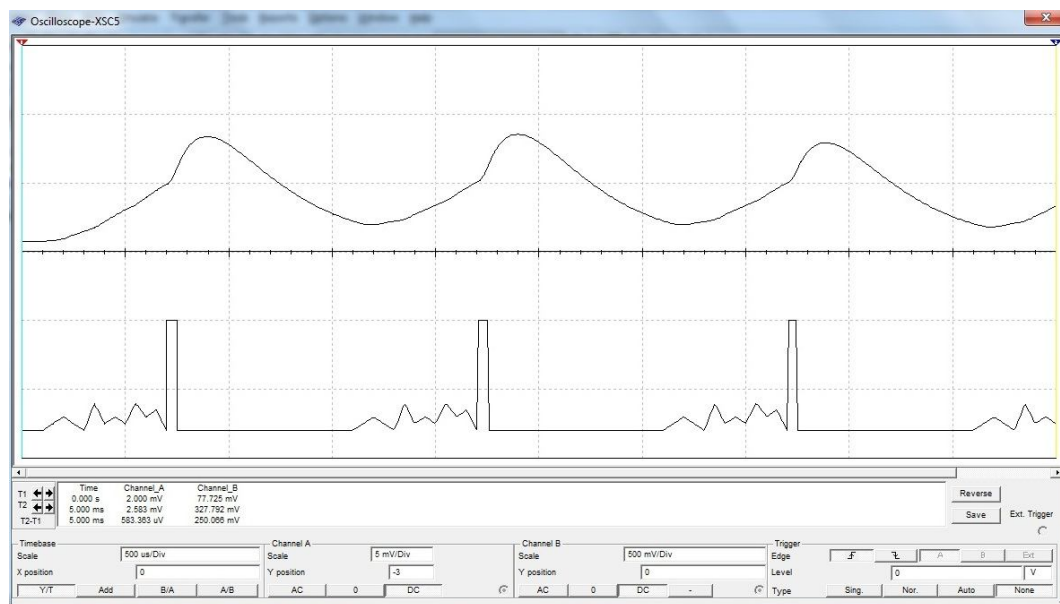
CH2 - 1V/div, 500us/div, Y position: 0



10.3. ábra A különbségképzőből kijövő jel

CH1 - 3. A különbségképzőből kijövő jel

Beállítások: CH1 - 2mV/div, 1ms/div, Y position: 0



10.4. ábra A por okozta jelváltozást, az integrált és felerősített jel

CH1 - 1. por okozta változás, Bemenet (alsó)

CH2 - 4. A leintegrált és már felerősített jel (felső)

Beállítások: CH1 - 5mV/div, 500us/div, Y position:-3

CH2 - 500mV/div, 500us/div, Y position: 0

11. Összefoglalás, jövőbeli célok

Összeállítottam egy mérési elrendezést egy már meglévő szenzor alapján, mellyel a nagyon poros környezetről tudtam információt és mérési eredményeket kapni. Szimulációs programmal összeállítottam egy új kapcsolást, mellyel pontosabb eredményeket lehet feldolgozni.

A jövőben több célt szeretnék megvalósítani:

1. A szimulációnál használt kapcsolat megvalósítása.
2. Sokkal érzékenyebb szenzor összeállítása.
3. Kalibrálás.
4. A szenzor előtt a levegő áramoltatása, majd az átáramlott levegő térfogatának megmérése alapján közölni a mért értéket.
5. LCD kijelző használata a pillanatnyi szálló por tartalom kimutatásához.
6. A füst és a por megkülönböztetése. *(A SHARP szenzorral meg lehet különböztetni a kimeneti jelalak alapján a szálló port és a füstöt.[3.]*)
7. Egy szoftver írása az EXCEL és a REALTERM kiküszöbölésére, mellyel folyamatosan meg lehet állapítani a szálló por koncentrációt, valamint átlagolva a mérési eredményeket órára és napra lebontva lehet szemléltetni a szálló por koncentrációt.
8. Mivel a SHARP által készített szenzor csak beltéri környezetben használható, ezért egy olyan készüléket készíteni, mellyel nem csak a beltéri környezetben lehet méréseket végezni.

12. Irodalomjegyzék, adatlapok

Felhasznált irodalom és adatlapok:

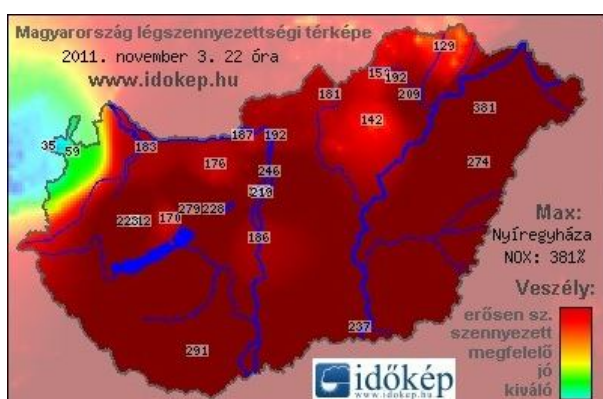
- [1] Országos Légszennyezettségi Hálózat:
<http://www.kvvm.hu/olm/info.php?id=5>
- [2] Környezet Védelmi Minisztérium megbízásából készült:
*A környezeti levegő szennyezettség mérésének gyakorlata
(kézikönyv az immisszió vizsgálatához)*
- [3] SHARP OPTICAL DUST SENSOR:
http://sharpworld.com/products/device/lineup/data/pdf/data-sheet/gp2y1010au_e.pdf
- [4] PIC16F690:
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41262c.pdf>
- [5] MAX232:
<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/texasinstruments/max232.pdf>
- [6] CQY37N:
<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/vishay/81002.pdf>
- [7] BPV11F:
<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/vishay/81505.pdf>
- [8] TS272cn:
<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/vishay/81505.pdf>
- [9] Mérési adatok napjainkból:
<http://www.idokep.hu>
- [10] Cikkek napjainkból:
<http://www.index.hu>
- [11] Herpy Miklós: Analóg integrált áramkörök, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973.
- [12] Design Fundamentals for phototransistor circuits

13. Melléklet**13.1. Programkód:**

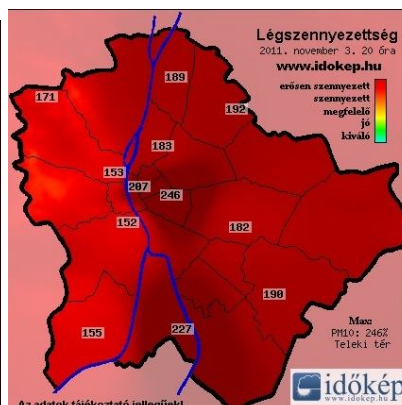
```
#if defined(__PCM__)
#include <16F690.h>
#define ADC=10 //10 bites felbontás beállítása
#define INTRC, NOWDT, NOMCLR, PROTECT
#define delay(internal=8000000) // 8 MHz belső órajel
#define rs232(baud=9600,parity=N,bits=8,xmit=PIN_B7,rcv=PIN_B5) //soros vonal beállítás
void main(void)
{
    int16 adl_in = 0,szaml,ezres,szazas,tizes,egy; //változó deklarálás
    int8 ezer_ki,szaz_ki,tiz_ki,egy_ki;
    setup_adc( ADC_CLOCK_INTERNAL );
    setup_adc_ports( sAN1 ); // analog input
    for(;;)
    {
        output_high(pin_b4); //infra LED bekapcsolás
        delay_us(280);
        set_adc_channel( 1 ); //mintavétel
        adl_in = read_adc();
        szaml = adl_in;
        delay_us(20);
        output_low(pin_b4); //infra LED kikapcsolás
        ezres=szaml/1000; //a bejövő jel helyiértékre bontása
        szaml=szaml-ezres*1000;
        szazas=szaml/100;
        szaml=szaml-szazas*100;
        tizes=szaml/10;
        szaml=szaml-tizes*10;
        egy=szaml;
        if(ezres == 0 ) ezer_ki= '0'; //a helyiértékhez karakter hozzárendelés
        if(ezres == 1 ) ezer_ki= '1';
        if(szazas == 0 ) szaz_ki= '0';
        if(szazas == 1 ) szaz_ki= '1';
        if(szazas == 2 ) szaz_ki= '2';
        if(szazas == 3 ) szaz_ki= '3';
        if(szazas == 4 ) szaz_ki= '4';
        if(szazas == 5 ) szaz_ki= '5';
        if(szazas == 6 ) szaz_ki= '6';
        if(szazas == 7 ) szaz_ki= '7';
        if(szazas == 8 ) szaz_ki= '8';
        if(szazas == 9 ) szaz_ki= '9';
        if(tizes == 0 ) tiz_ki= '0';
        if(tizes == 1 ) tiz_ki= '1';
        if(tizes == 2 ) tiz_ki= '2';
        if(tizes == 3 ) tiz_ki= '3';
        if(tizes == 4 ) tiz_ki= '4';
        if(tizes == 5 ) tiz_ki= '5';
        if(tizes == 6 ) tiz_ki= '6';
        if(tizes == 7 ) tiz_ki= '7';
        if(tizes == 8 ) tiz_ki= '8';
        if(tizes == 9 ) tiz_ki= '9';
        if(egy == 0 ) egy_ki= '0';
        if(egy == 1 ) egy_ki= '1';
        if(egy == 2 ) egy_ki= '2';
        if(egy == 3 ) egy_ki= '3';
        if(egy == 4 ) egy_ki= '4';
        if(egy == 5 ) egy_ki= '5';
        if(egy == 6 ) egy_ki= '6';
        if(egy == 7 ) egy_ki= '7';
        if(egy == 8 ) egy_ki= '8';
        if(egy == 9 ) egy_ki= '9';
        delay_us(700);
        delay_ms(1);
        putc(ezer_ki); //ezres helyiérték ki
        delay_ms(2);
        putc(szaz_ki); //százás helyiérték ki
        delay_ms(2);
        putc(tiz_ki); // tizes helyiérték ki
        delay_ms(2);
        putc(egy_ki); // egyes helyiérték ki
        delay_ms(2);
        puts(" ");
    }
}
```

13.2 Mérési adatok napjainkban [9]

Az elmúlt hetekben figyelemmel kísértem, hogyan alakult Magyarország és Budapest szmog térképe. A www.idokep.hu weblapon megtekinthető a szmog térkép, és a honlap óránként frissülő adataival információt nyerhetünk a jelenlegi szennyezettségről.



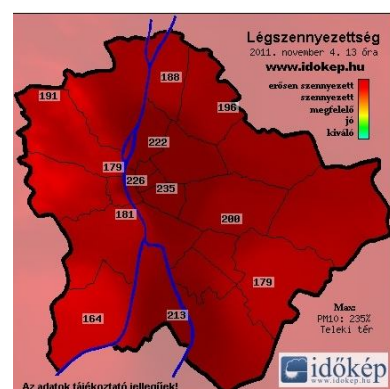
13.2.1. ábra 2011.11.03.



13.2.2. ábra 2011.11.03.



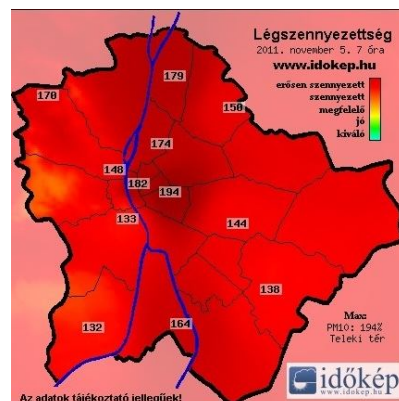
13.2.3. ábra 2011.11.04.



13.2.4. ábra 2011.11.04.



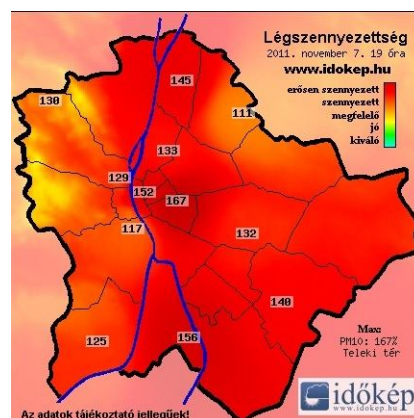
13.2.5. ábra 2011.11.05.



13.2.6. ábra 2011.11.05.



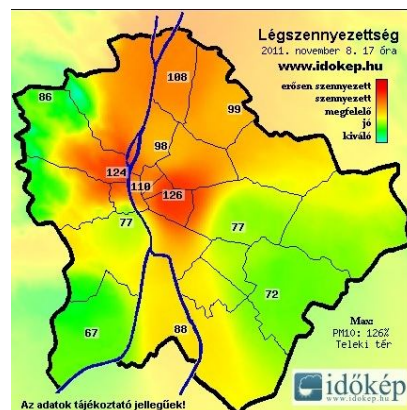
13.2.7. ábra 2011.11.07.



13.2.8. ábra 2011.11.07.



13.2.9. ábra 2011.11.08.



13.2.10. ábra 2011.11.08.

13.3. Cikkek napjainkból [10]

Szmogriadót rendeltek el Nyíregyházán

Tilos az avarégetés, nem ajánlatos utcára menni az időseknek és a gyerekeknek. Budapesten, Pécsen, Miskolcon, Debrecenben és Székesfehérváron is magas légszennyezettséget mértek.

Kovács Ferenc, Nyíregyháza fideszes polgármestere vasárnapról szmogriadót rendelt el, közölte a városháza sajtószolgálat. A légköri szálló por (PM10) átlagkoncentrációja ugyanis a Széna téri mérőállomás adatai szerint csütörtökön a tájékoztatási, majd pénteken és szombaton a köbméterenkénti 100 mikrogramm riasztási küszöbértéket is meghaladta. Szombaton a város területén köbméterenként 137 mikrogrammos értékeket regisztráltak, ez jóval túllépi az egészségügyi határértéket.

Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy Nyíregyháza területén vasárnapról visszavonásig teljes tűzgyújtási tilalmat rendelt el. Tilos a kerti hulladék és az avar égetése, a légúti betegségben szenvedőknek, az időseknek és a kisgyermeknek pedig azt javasolják, ne tartózkodjanak a szabadban. A városban a szálló por koncentrációja mellett a nitrogén-dioxid és a nitrogén-monoxid aránya is meghaladja az egészségügyi határértéket.

Nyíregyháza mellett Budapesten, Pécsen, Miskolcon, Debrecenben és Székesfehérváron is magas légszennyezettségi adatokat mértek: mindegyik város vörös, azaz erősen szennyezett területként szerepel Magyarország

légszennyezettségi térképén, ami a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium mérőhálózata által óránként mért és összegyűjtött adatok alapján készül.

Az időkép szmogtérképe szerint Budapesten, Pécsen, Miskolcon és Székesfehérváron is magas a por koncentrációja, Debrecenben ráadásul emellé egy 102 százalékos nitrogén-dioxid szint is járul.

Miskolcon is növekedett az elmúlt két napban a szálló por koncentrációja, a Búza téri mérőállomáson pénteken a 24 órás átlagérték 75,64 mikrogramm volt köbméterenként, szombaton ez az adat 85,49 volt, adta ki a tájékoztatást Sallai Ferenc, az Észak-magyarországi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség kommunikációs vezetője, aki beszámolt arról is, hogy Miskolc görömbölyi városrészében, a családi házas övezetben pénteken ez az érték nem érte el a tájékoztatási szintet, a szombati napon azonban meghaladta. Hangsúlyozta: Miskolcon egyelőre nem kellett elrendelni a szmogriadó tájékoztatási fokozatát. Az, hogy erre a napokban sor kerül-e, a későbbi adatok függvénye.

Pécs belvárosában második napja az egészségügyi határérték másfélszerese a szálló por koncentrációja. A belvárosban köbméterenként 81,3 mikrogrammos értékeket regisztráltak vasárnap a Szabadság úti mérőállomáson, a tájékoztatási szintet második napja haladják meg az értékek. A szálló por koncentrációja az egészségügyi határérték 117 százaléka volt vasárnap a Mecsek-oldalban is.

2011.10.30. www.index.hu

Elrendelték a szmogriadó tájékoztatási fokozatát szerdán Pécsen és Győrben is.

Páva Zsolt (Fidesz) közleménye szerint a város három monitorállomásának a mérései szerint a szálló por koncentrációja két egymást követő napon meghaladta a tájékoztatási küszöbértéket. Az érték 75 mikrogramm légköbméterenként, a belvárosi állomáson ez megközelítette a 120-at, az egészségügyi határérték 240 százalékat. Abban bíznak, hogy a helyzet nem fog drámai módon változni és a várható időjárás-változás csütörtöktől könnyebbséget hoz a város számára.

Győrben is elrendelték a szmogriadó tájékoztatási fokozatát, miután a szálló por koncentrációja az elmúlt két napban meghaladta a küszöbértéket. Az egészségügyi határérték napi átlaga 50 mikrogramm köbméterenként, a tájékoztatási küszöbérték pedig két egymást követő napon ennek kétszerese. A riasztási küszöböt akkor érik el, ha két egymást követő napon 100 mikrogramm fölötti ez a mutató – írták a közleményben. Győrben ez az érték hétfőn 92, kedden 84 mikrogramm volt, és szerdán valószínűleg ismét eléri a tájékoztatási küszöbértéket.

Pénteken és a hétvégén csapadék továbbra sem valószínű, de az előrejelzések szerint a megélénkülő szél miatt javulás, vagyis a koncentráció csökkenése várható.

Nyíregyházán a szmogriadónak már a riasztási fokozata van érvényben. Tájékoztatási fokozatot rendeltek el Budapesten, valamint Miskolcon és Debrecenben.

2011.11.02. www.index.hu

Visszavonták a kocsikat kitiltó fővárosi rendeletet

A szmogriadó riasztási fokozatát pénteken rendelték el, így csak szombattól lép életbe a tilalom. A pénteken megbüntetett autósokat kártalanítják.

Visszavonta a Főpolgármesteri Hivatal a járműforgalmat korlátozó szabálytalan rendeletét. Közleményük szerint a szmogriadó riasztási fokozatát pénteken rendelték el, így a járműforgalom korlátozása szombat reggel 6 órától lép hatályba.

Tarlós István november 4-én, pénteken rendelte el a szmogriadó riasztási fokozatát, ezzel párhuzamosan már péntek reggel hat órai hatállyal kitiltotta a fővárosból a piros és fekete környezetvédelmi plakettel ellátott járműveket. Ez azonban, mint arra korábbi cikkünkben rámutattunk, ellentétes a főváros saját szmogriadó-rendeletével, mely szerint a riasztási fokozathoz kapcsolódó intézkedések a kihirdetést követő napon léphetnek leghamarabb életbe. Cikkünk megjelenése után sem sokkal a Városháza visszavonta a tiltást.

A főpolgármester eredeti rendelete alapján a rendőrség pénteken már intézkedett is a - mint kiderült, jogtalanul életbe léptetett - tilalmat megszegő autósok ellen, ám a Főpolgármesteri Hivatal közleménye után megkeresésünkre közölték, hogy felhagynak a bírságolással. A helyszíni bírságot kifizető autósokat kártalanítják, azoknak pedig, akik csekket kaptak, nem kell befizetniük a büntetést.

Tarlós István eredetileg péntek hajnalban rendelte el a szmogriadó riasztási fokozatát, döntéséről az MTI hajnali 3 óra 12 perckor adott hírt. A közlemény szerint már péntek reggel hattól életbe léptek a korlátozó intézkedések.

Ugyanakkor a budapesti szmogriadótervről szóló, jelenleg is hatályos 69/2008. (XII. 10.) fővárosi közgyűlési rendelet 5. paragrafusának (3) pontja szerint „az e rendelet szerinti intézkedések a tájékoztatási fokozat elrendelése esetén a kihirdetését követően azonnal, a riasztási fokozat esetében a kihirdetést követő nap 6 órától lépnek életbe”.

Értelmezésünket, miszerint ezek alapján szabálytalanul korlátozták a járműforgalmat, Kovács Kázmér, a Magyar Autóklub ügyvédje is megerősítette. Kovács azt is mondta, hogy a pénteken megbüntetett autósoknak nem kell befizetniük a büntetést, mert azt fellebbezés esetén a bíróság amúgy is törölni fogja.

2011.11.04. www.index.hu