



Aircheck

Gianfranco PONCINI

Gloria PUPPI

Valerio SACCHETTO



Cosa e' Aircheck ?

Aircheck e' un sistema di misurazione, memorizzazione, e condivisione della qualita' dell' aria a basso costo, alla portata di tutti, e che permette di infittire i punti di misurazione e di generare un quadro della situazione piu' realistico di quello attuale.

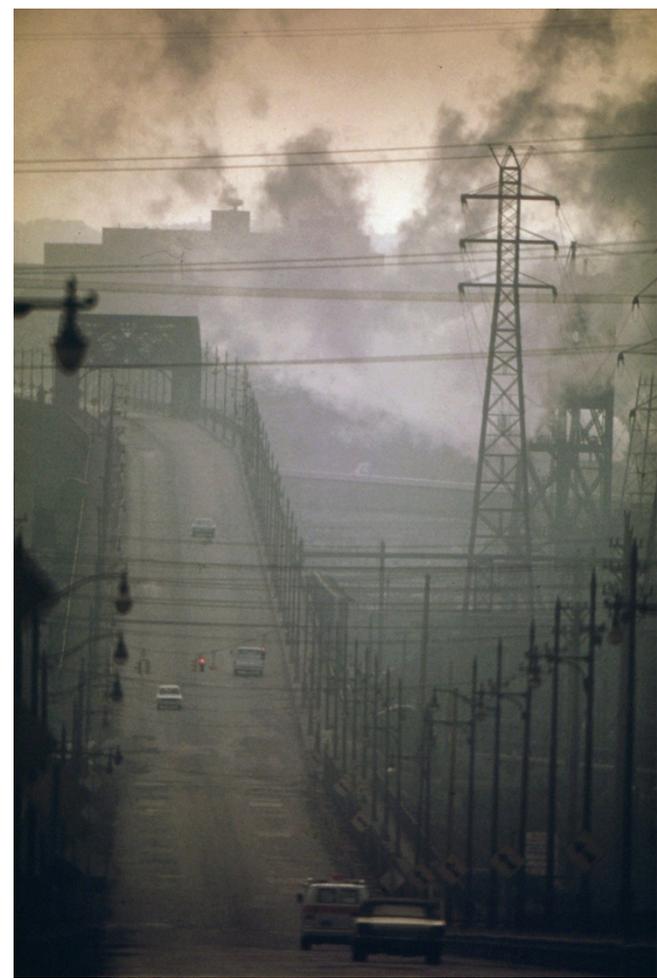


Quanto e' buona l' aria che respiriamo ?





Quali sono le cause di inquinamento ?





In principio erano i canarini

Usati fino al 1986 come sensori di gas nelle miniere per il loro debole sistema respiratorio

1986: Coal mine canaries made redundant

More than 200 canary birds are being phased out of Britain's mining pits, according to new plans by the government.

Modern technology is being favoured over the long-serving yellow feathered friend of the miner in detecting harmful gases which may be present underground.

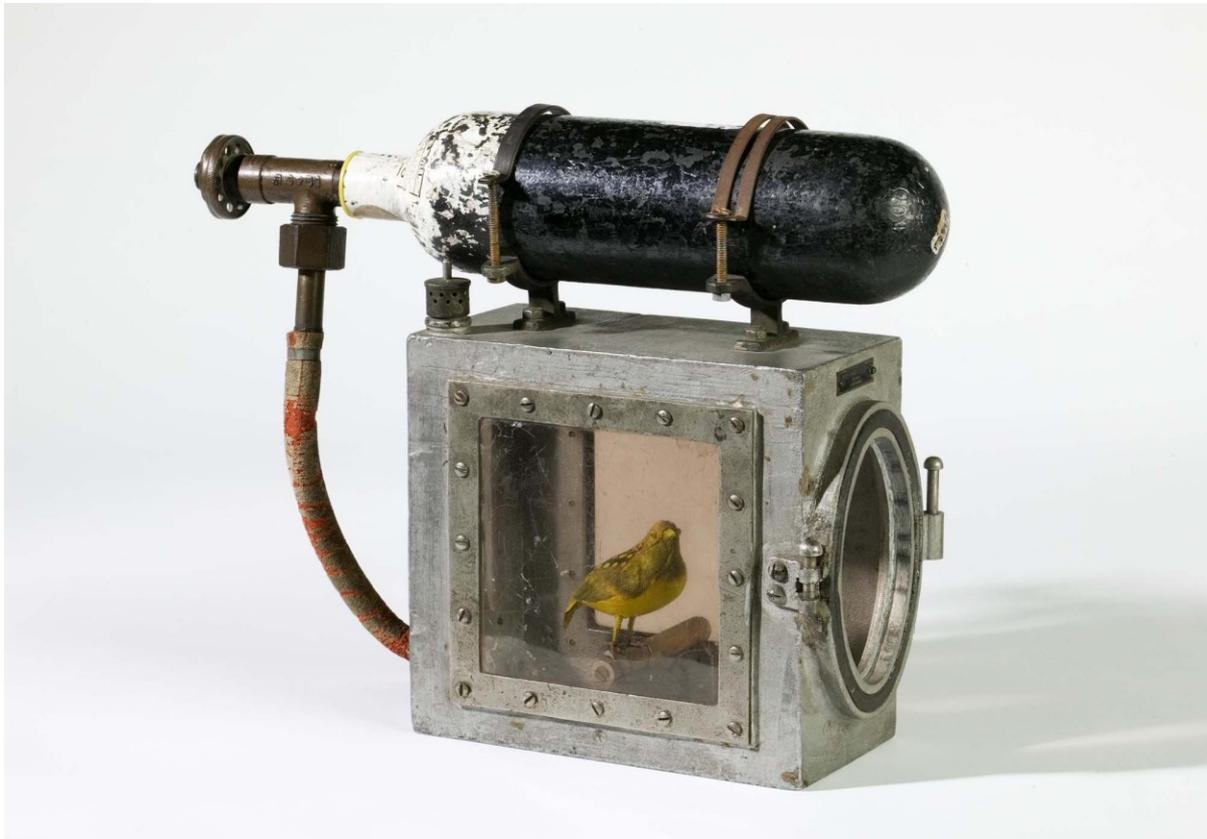


Canaries have been used in mines since 1911



Ma non erano trattati male

Gia' a fine '800 avevano un sistema di rianimazione





Poi sono venuti i Figaro

Disponibili da decenni, basati sull'ossido di stagno, tarabili su molti gas diversi, per applicazioni industriali e domestiche, come i sensori di fughe di gas.





Poi sono venute le auto

Le automobili, con il boom degli anni '60 e '70, sono diventate un fenomeno di inquinamento mondiale.





Poi sono venute le iniezioni elettroniche

L' iniezione elettronica, con catalizzatore nello scarico, e controllo in loop chiuso con la sonda lambda (un sensore di ossigeno residuo nei gas) ha reso possibile i controlli delle emissioni inquinanti.

Quando la tecnologia e' stata consolidata e affidabile e' scattato l' obbligo di catalizzare le vetture.

1983 in USA

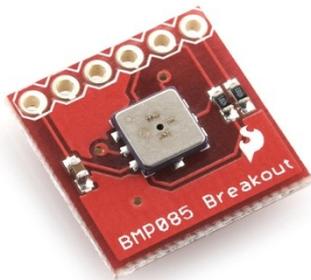
1993 in Europa



Poi e' venuta la BOSCH

Le iniezioni elettroniche richiedono molti tipi di sensori. E BOSCH, pioniera nelle iniezioni elettroniche, ha sviluppato i suoi.

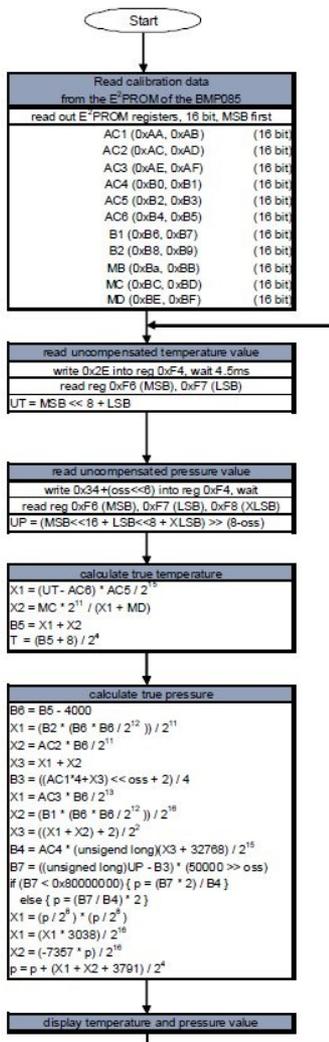
Il primo disponibile al pubblico anche per altri usi e' stato BMP085, un sensore di temperatura e pressione, piccolissimo, e funzionante a 3.3 volt.





BMP085

Calculation of pressure and temperature for BMP085



example:

AC1 =	408	short
AC2 =	-72	short
AC3 =	-14383	short
AC4 =	32741	unsigned short
AC5 =	32757	unsigned short
AC8 =	23153	unsigned short
B1 =	6190	short
B2 =	4	short
MB =	-32768	short
MC =	-8711	short
MD =	2868	short

C code function: type:

bmp085_get_cal_param	
bmp085_get_ut	long
bmp085_get_up	long
bmp085_get_temperature	long
temp in 0.1°C	long
BMP085_calpressure	long
X1	long
X2	long
X3	long
B3	long
X1	long
X2	long
X3	long
B4	unsigned long
B7	unsigned long
p	long
X1	long
X1	long
X2	long
p	long
press. in Pa	long

UT = 27896

oss = 0
 = oversampling_setting
 (ultra low power mode)

UP = 23843

X1 = 4743
 X2 = -2344
 B5 = 2369
 T = 150

B6 = -1801
 X1 = 1
 X2 = 56
 X3 = 57
 B3 = 422
 X1 = 2810
 X2 = 59
 X3 = 717
 B4 = 33457
 B7 = 1171050000
 p = 70003
 X1 = 74529
 X1 = 3454
 X2 = -7859
 p = 69964

E' un sensore estremamente complesso, piezoresistivo, con ogni esemplare tarato in fabbrica, e 11 parametri di taratura memorizzati che trasformano la lettura del convertitore A/D in dati reali. E' in grado di leggere affidabilmente la differenza di pochi pascal.



Evoluzioni

Sue evoluzioni sono il BMP280 e il BME680.

BMP280 aggiunge il sensore umidità, per un controllo più raffinato dell'iniezione elettronica.

BME680 aggiunge il sensore di gas inquinanti.

Sono tutti sensori da vano motore, cui ci si affida per le omologazioni delle automobili.



BME680

Grande come i suoi predecessori (package di 3x3 mm) gestisce internamente il preriscaldamento a circa 200 gradi del sensore. Essendo piccolo, si scalda il sensore con poca corrente solo per il tempo di acquisizione. Il calore poi si dissipa rapidamente e si puo' tornare a misurare la temperatura.

Non so se BOSCH lo abbia sviluppato come sensore EGR, o come sensore ricircolo gas di scarico in abitacolo (o anche tutti e due piu' altro).



BME680

Appena annunciato ha subito suscitato l'interesse delle associazioni ambientaliste, per le opportunità di verifiche a basso costo che offriva.

Tuttavia ha avuto un parto travagliato con oltre un anno di prove di sviluppatori in NDA.

Inizialmente sembrava che fornisse i dati dei gas uno per uno, la versione definitiva fornisce solo un generico indice di qualità da 1 a 500.

Non escludo che si possa hackerare, o ne esista una versione "Turbo".



Come inquinano le automobili ? (1)

Le automobili inquinano in molti modi:

- 1) Venendo prodotte
- 2) Con i prodotti di combustione del motore
- 3) Con gli indesiderati della combustione del motore
- 4) Piu' altro (rumore, vibrazioni, lubrificanti) fino a completare il Life Cycle Assessment



Come inquinano le automobili ? (2)

La produzione di un' auto richiede molte tonnellate equivalenti di petrolio (acciaio, vetro, vernici, plastica, tessuti, lubrificanti, trasporto...)





Come inquinano le automobili ? (3)

I prodotti di combustione sono anidride carbonica (CO₂) e acqua. La legge impone di dichiararne la quantità emessa, ma non pone limiti. Di fatto è equivalente al consumo, visto che bruciare un litro di benzina produce circa 2.2 Kg di CO₂ (variabile).

Porre limiti all' emissione di CO₂ equivale a proibire le auto di lusso di grossa cilindrata.

Una vettura media, a 15 Km/l, in 100'000 km emette circa 15 tonnellate di CO₂, contro 5-10 per produrla.



Come inquinano le automobili ? (4)

Data la velocità di combustione nel motore, la stessa non è perfetta, e si producono sostanze indesiderate (CO, Nox, HCn, particolati) tossiche e/o cancerogene.

Queste vengono abbattute dai catalizzatori, e la legge limita i residui ammessi. Queste quantità residue definiscono i vari livelli di omologazione (Euro 1, 2, 3, 4, 5, 6) e sono indipendenti dalla cilindrata.

Le sostanze sono comunque instabili e si degradano spontaneamente alla luce solare in molecole stabili e non tossiche (ma ci vogliono ore).



Quanto sono questi valori ? (1)

European emission standards for **passenger cars** (Category M*), g/km

Tier	Date	CO	THC	NMHC	NO _x	HC+NO _x	PM	PN [# /km]
Diesel								
Euro 1†	July 1992	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	0.14 (0.18)	-
Euro 2	January 1996	1.0	-	-	-	0.7	0.08	-
Euro 3	January 2000	0.66	-	-	0.50	0.56	0.05	-
Euro 4	January 2005	0.50	-	-	0.25	0.30	0.025	-
Euro 5a	September 2009	0.50	-	-	0.180	0.230	0.005	-
Euro 5b	September 2011	0.50	-	-	0.180	0.230	0.005	6 × 10 ¹¹
Euro 6	September 2014	0.50	-	-	0.080	0.170	0.005	6 × 10 ¹¹
Petrol (Gasoline)								
Euro 1†	July 1992	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	-	-
Euro 2	January 1996	2.2	-	-	-	0.5	-	-
Euro 3	January 2000	2.3	0.20	-	0.15	-	-	-
Euro 4	January 2005	1.0	0.10	-	0.08	-	-	-
Euro 5	September 2009	1.0	0.10	0.068	0.060	-	0.005**	-
Euro 6	September 2014	1.0	0.10	0.068	0.060	-	0.005**	6 × 10 ^{11***}



Quanto sono questi valori ? (2)

Dalla tabella si evince che i benzina emettono il doppio di CO dei diesel, e un Euro 6 a benzina emette una volta e mezza il CO di un Euro 3 diesel.

In 100'000 Km sono 34 Kg in piu' a norma di legge.

Vabbe', il CO e' tossico ma non cancerogeno.

Un Euro 6 diesel in 100'000 Km emette 39 Kg in piu' di HCn + NOx rispetto a un Euro 3 sempre diesel.

Sempre pochini rispetto a 5-10 tonnellate di CO2 per cambiare la macchina.



Come si misura l'inquinamento dell'aria ? (1)

Con sensori tipo Figaro, di cui esistono versioni piu' sofisticate (e costose) per uso professionale.

I sistemi sono in genere multisensore.





Come si misura l' inquinamento dell' aria ? (2)

Per usi ufficiali (Agenzie protezione ambiente) esistono centraline speciali, con sensori ridondanti, da ritrarre periodicamente in laboratori universitari. Essendo fisse, ingombranti e costose sono poche.





Come si misura l' inquinamento dell' aria ? (3)

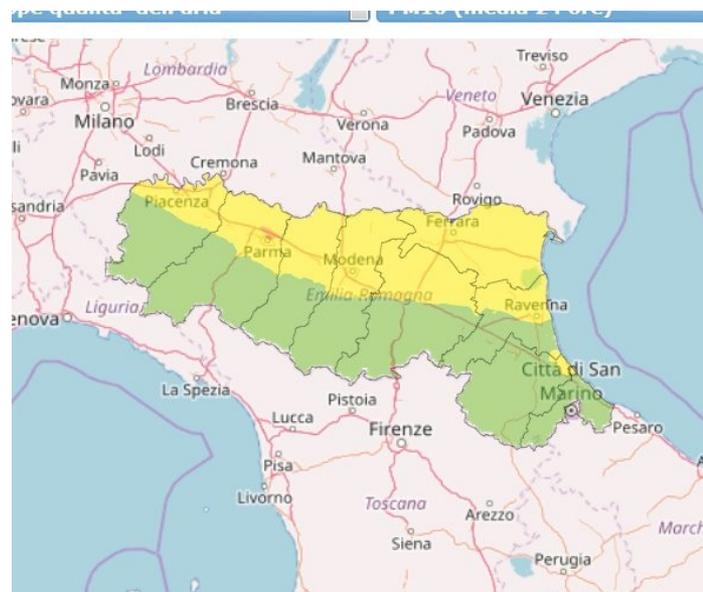
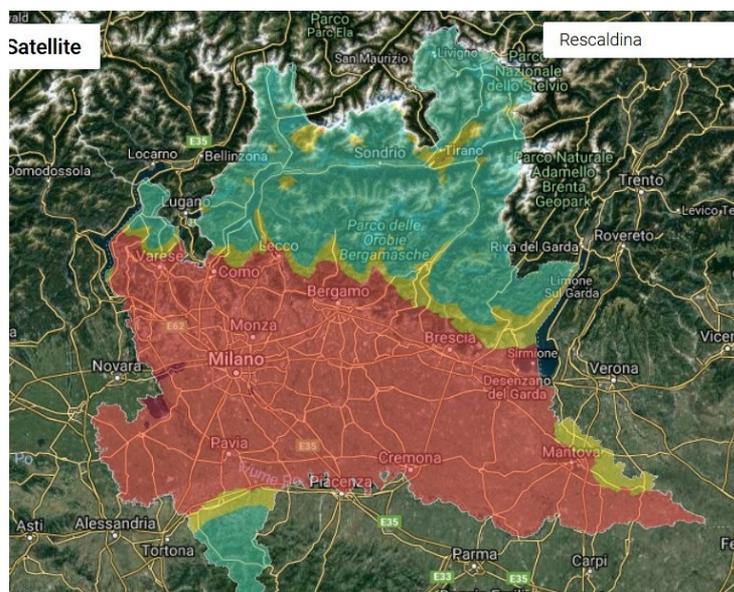
Per ovviare a questo esistono centraline mobili, montate su furgoni, che permettono di misurare le fluttuazioni locali. Il costo però aumenta ancora.





Cosa si ottiene ? (1)

Dai dati ufficiali (esempio di questa settimana) la granularita' e' piuttosto bassa.



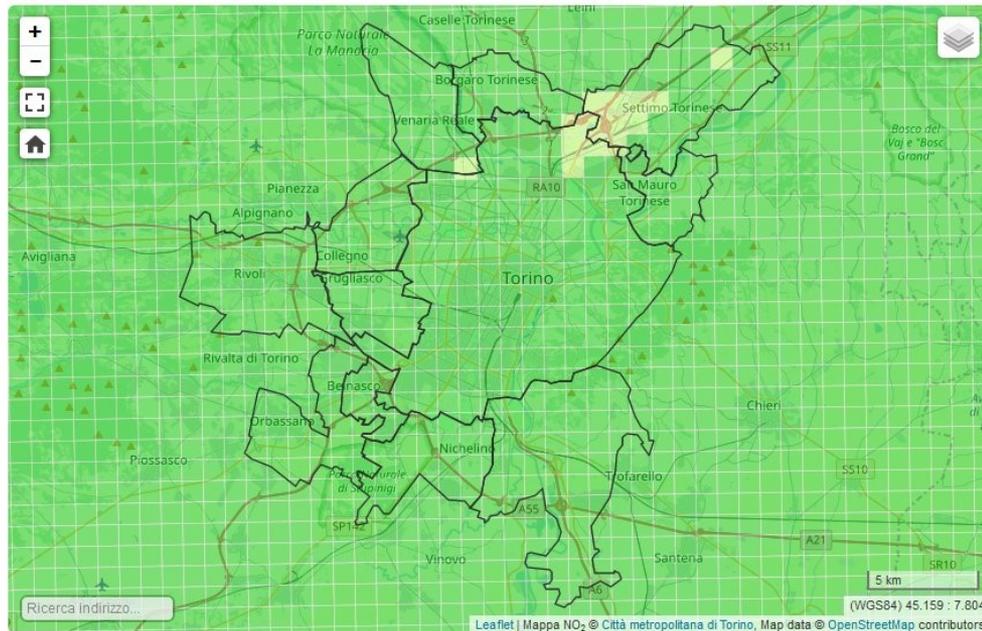


Cosa si ottiene ? (2)

La città' di Torino fa meglio, ma i dati sono dichiaratamente interpolati a calcolo.

NO₂ - Mappa dei valori medi orari relativi alle ore 09:00 previsti per il 23/10/2018

Legenda ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): 0 - 100 101 - 140 141 - 200 201 - 400 > 400





Come si misura l' inquinamento dell' aria ? (4)

Il sensore BME680 mette a disposizione di piccoli (privati, piccole aziende, piccoli enti) un sistema supplementare di misurazione locale di qualità dell' aria con granularità molto fine, in grado di complementare i dati ufficiali delle varie ARPA.

L' indice con numero unico non è una limitazione, anche i dati rilasciati ufficialmente al grande pubblico sono così (lo avranno usato anche loro?).

Ed è sempre un sensore per omologazioni automotive.



Come si misura l'inquinamento dell'aria ? (5)

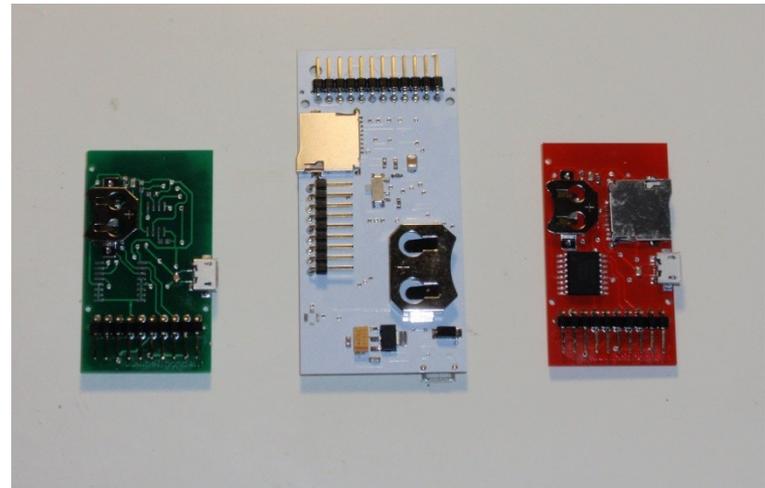
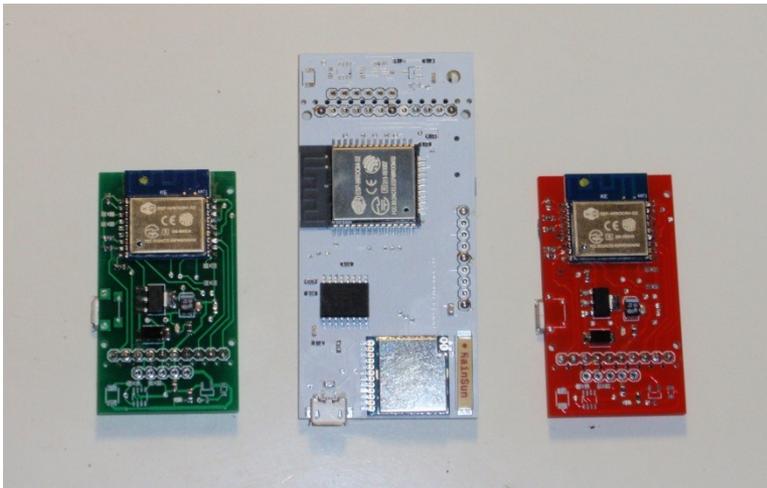
RS, tra gli sviluppatori NDA di BME680, sta sperimentando una Environmental Sensor Platform con questo e altri sensori e connettività wireless varie. Il prezzo dovrebbe essere 80-100 sterline.





Come si misura l' inquinamento dell' aria ? (6)

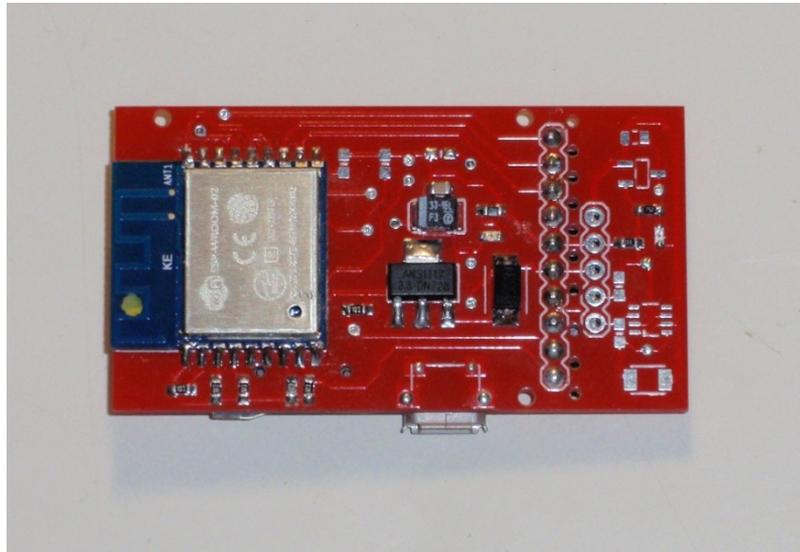
In questo contesto Aircheck si propone come il bassissimo di gamma del settore, non tanto come qualita', visto che il sensore e' lo stesso, quanto come costo, portabilita', semplicita' d' uso.





Aircheck (1)

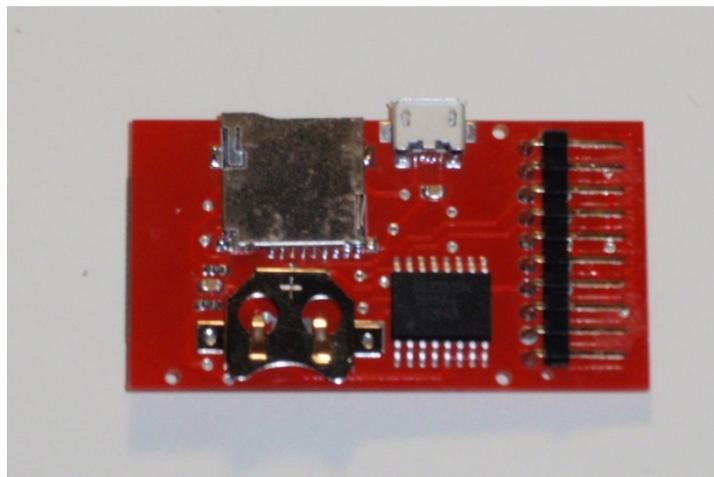
Il progetto e' basato su due board, di cui una, la piu' semplice, in due varianti. La versione base, su una scheda 53 x 29, comprende, oltre al sensore, l' host che e' un Wroom-02, ultima versione di ESP8266.





Aircheck (2)

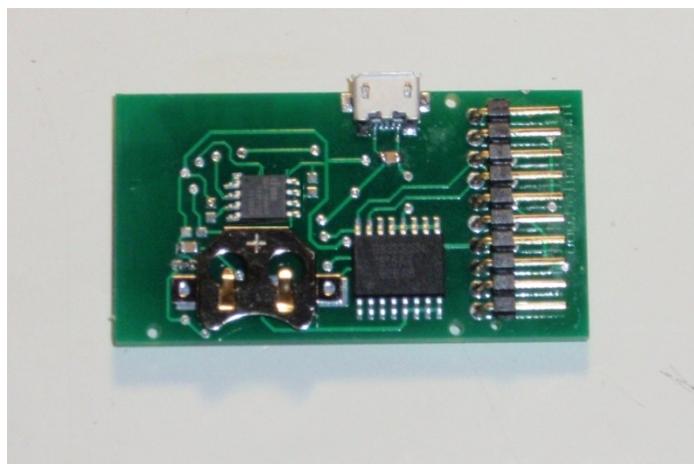
Inoltre c'è lo slot per una microSD, e un Real Time Clock con una batteria di backup, una CR1225. La microSD memorizza molti dati, e RTC, incorporato sulla scheda, permette di spegnere la scheda senza perdere l'ora, essenziale per il valore dell'acquisizione.





Aircheck (3)

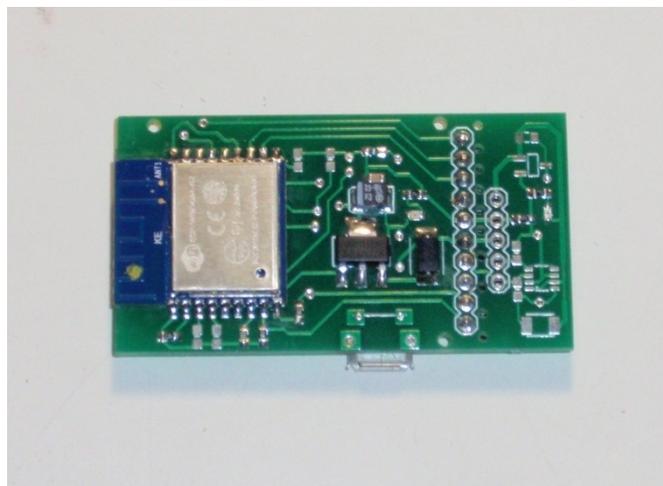
La variante della versione base ha al posto della microSD una flash seriale SPI. Si memorizza meno, ma i contatti saldati sono piu' resistenti alle vibrazioni di quelli frontali della scheda. I cicli di riscrittura sono al massimo 100'000 per settore, da gestire con cura.





Aircheck (4)

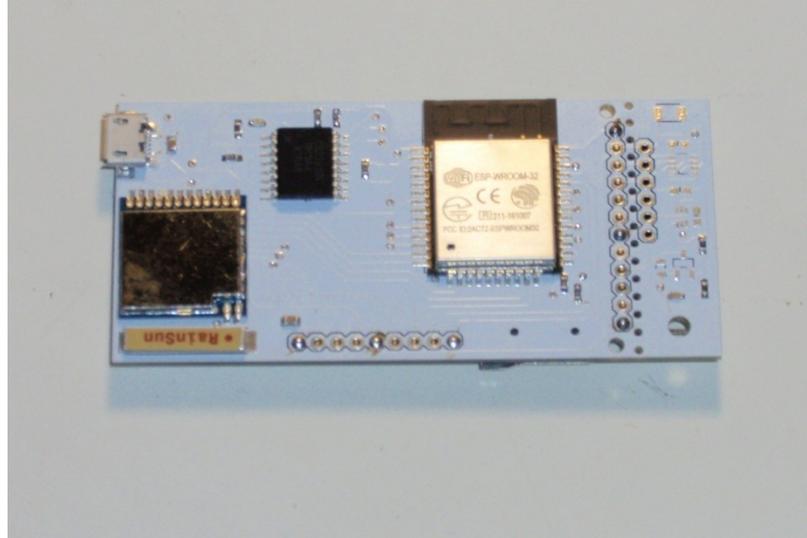
La parte frontale e' uguale alla versione microSD
Pero' volevo presentare tre schede, una bianca, una
rossa e una verde, per fare il tricolore, cosa che non
guasta mai.





Aircheck (5)

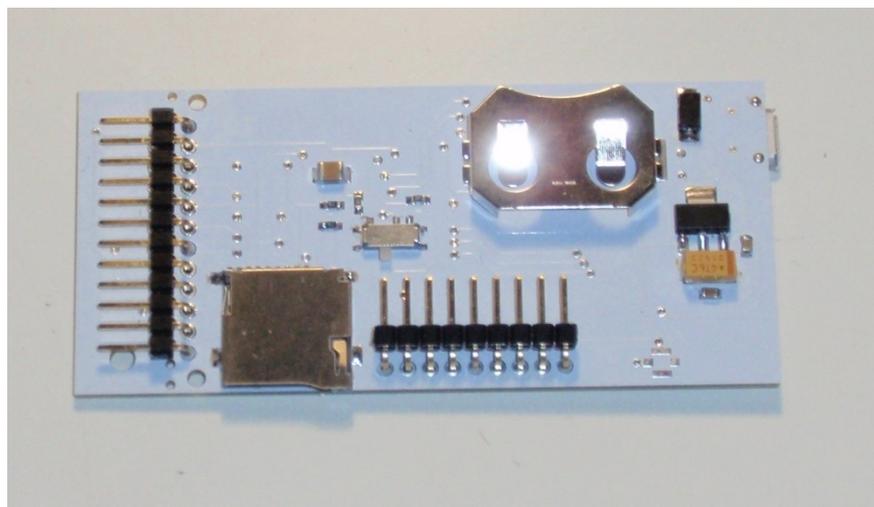
La versione alto di gamma aggiunge un modulo LoRa per trasmettere i dati a distanza, quando la portata del Wi-Fi non e' sufficiente. Il baud rate e' basso, ma i dati da trasmettere non sono molti.





Aircheck (6)

Essendo necessario avere piu' piedini l' host e' un Wroom-32. Costi e consumi sono piu' alti, ma c' e' anche Bluetooth. La memoria e' maggiore, e ci sono piu' piedini di I/O.

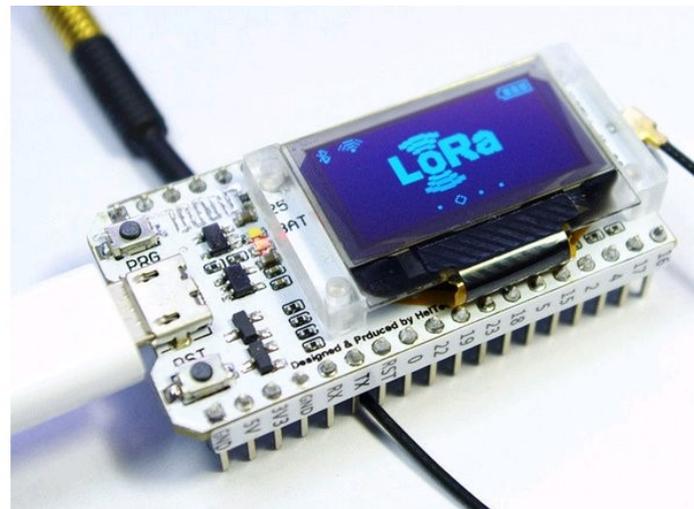




Aircheck (7)

Tutte e tre le schede non hanno display ed espongono i dati con interfaccia Web con Access Point Wi-Fi.

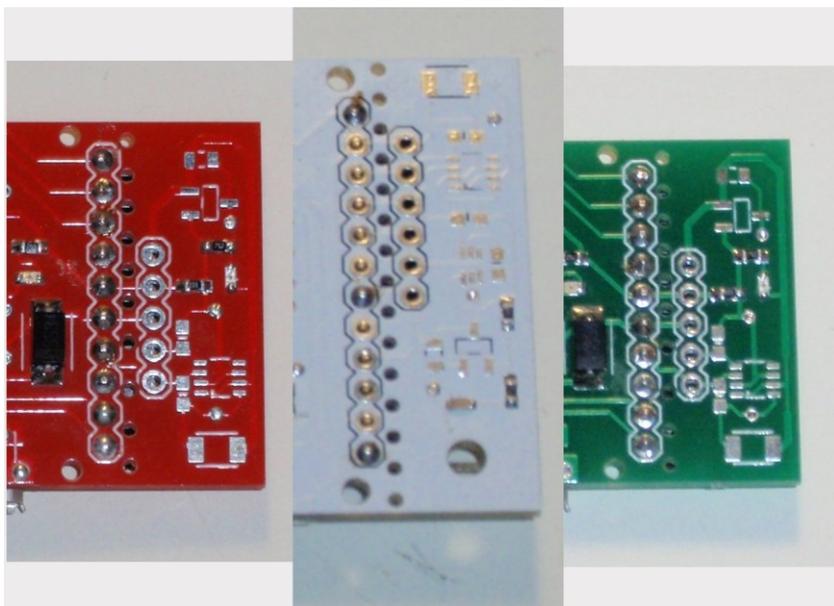
Chi vuole puo' collegare un display I2C a basso costo, visto che il bus e' portato fuori sul connettore.





Aircheck (8)

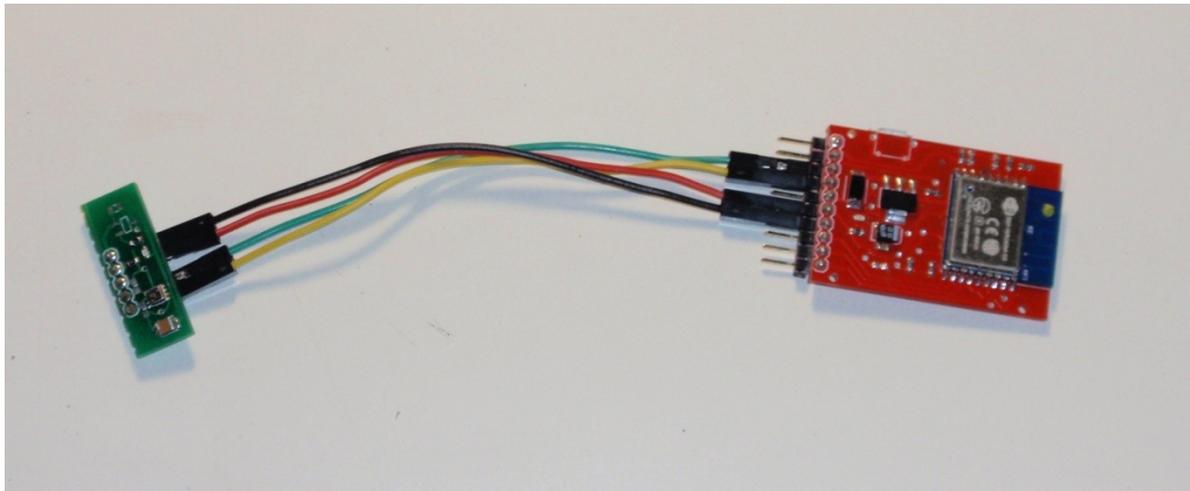
Tutte e tre le schede hanno il sensore BOSCH montato sulla striscia finale del PCB, che puo' essere separata rompendo una frattura prestabilita.





Aircheck (9)

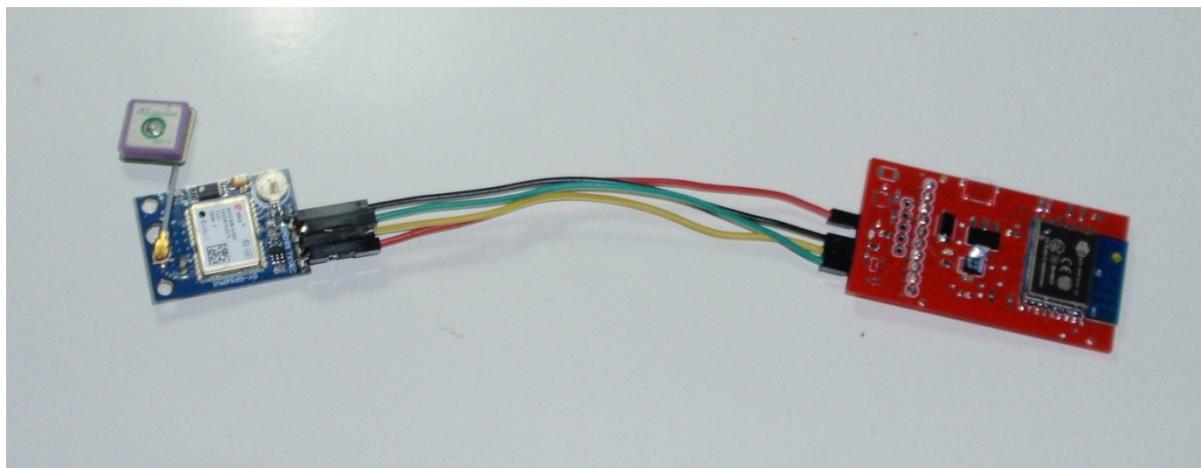
Con dei cavi possono essere collegate a una certa distanza quando le richieste aerodinamiche sono poco compatibili con quelle dell' antenna W-Fi. All' interno e all' esterno di una finestra, per esempio.





Aircheck (10)

Sul connettore e' presente la seriale per la programmazione. Durante l' uso rimane libera e puo' collegare un GPS per acquisizioni in movimento. Il punto di vista Euleriano rispetto a quello Lagrangiano delle centraline fisse.





Applicazioni (1)

Perche' questo YAMB (yet another microprocessor board) ? Perche' il basso costo (si spera) puo' invogliare anche i piu' pigri. Perche' il basso costo permette mappature ultrafini, come varie stanze di un edificio. Perche' ridotte dimensioni e alimentabilita' con un comune power bank o celle solari lo rendono anche indossabile, con mappature sinora non pensabili e che potrebbero riservare sorprese.

E il basso costo insieme, al wireless, lo rende pensabile per applicazioni a perdere, tipo palloni sonda.



Applicazioni (2)

Un banale esempio e' la mappatura verticale di una via stretta, ma tra alti edifici, specie con poco vento.





Rilascio

Il progetto e' open source, appena collaudato sara' disponibile su Github. Vedere su:

[https:// www.github.com/Muwattalli](https://www.github.com/Muwattalli)



Conclusione

**“I nostri desideri, come le nostre ombre,
si allungano con il declinare del nostro Sole”**

(Edward Young – Pensieri Notturni, 1742)

Young, scrivendo questo pensava alle persone, ma io sto pensando alle società. E la nostra, con pretese e adempimenti sempre crescenti, ha desideri che si allungano a dismisura.

Se declino c'è, cerchiamo di fermarlo.



Riferimenti

gianfranco_poncini@fastwebnet.it

puppigloria@gmail.com

valerio_sacchetto@hotmail.com

Grazie per l' attenzione !