

Air Quality Monitor Board (Arduino Shield)

Firmware Release: 2.51 – Manual Release: 2.52 – Date 03-01-2018

Caratteristiche tecniche

La scheda AQM è stata progettata per permettere l'acquisizione di vari parametri ambientali, soprattutto orientati ad indicare la qualità dell'aria.

La scheda può funzionare come uno shield di Arduino, il quale può accedere ai dati attraverso i port PD2 (TX) e PD3 (RX) e fornire il 5V di alimentazione.

Può anche essere utilizzata stand-alone provvedendole l'alimentazione ed una connessione RS232 a livello TTL ; utilizzando il cavo FTDI TTL-232RG-VSW5V-WE può essere collegata ad una porta USB di PC dal quale ottiene anche l'alimentazione.

Con apposite schede di interfaccia opzionali di produzione Quanta, la scheda può essere connessa anche in Bluetooth o in Wi-Fi

I sensori a bordo scheda sono:

1. SenseAir S8 oppure MH-Z19B per acquisizione CO₂ con metodo NDIR
2. AM2315 per Umidità Relativa e Temperatura
3. MQ-131 per O₃
4. MiCS-2714 per NO₂
5. TGS-2600 per Air contaminant (Methane, Carbon Monoxide, Iso-butane, Ethanol, Hydrogen)
6. MiCS-5524 per CO, HC, VOC
7. NTC per Temperatura
8. DS18B20 per Temperatura
9. Microfono Electrect per Pressione Sonora
10. MMA1250 per accelerazione su asse Z della scheda
11. BMP280 opzionale per la misura della pressione assoluta
12. SDS011 opzionale per la misura di polveri PM2.5 e PM10.
13. HPMA115S0 opzionale per la misura delle polveri PM2.5 e PM10.
14. PMSx003 opzionale per la misura di polveri PM1 PM2.5 e PM10.

La scheda può venire fornita anche solo con alcuni dei sopra elencati sensori; i sensori polvere sono in alternativa tra loro perché condividono la stessa porta di comunicazione seriale; i sensori S8 e MH-Z119B sono in alternativa tra loro perché condividono la stessa porta di comunicazione seriale.

Fare riferimento ai datasheets dei sensori utilizzati ed allo schema elettrico per la corretta interpretazione dei dati acquisiti.

L'assorbimento medio della scheda con tutti i sensori montati è di circa 230mA con picchi di circa 450mA; in stand-by (sensori a 5V non alimentati) l'assorbimento è di circa 65mA. Alcuni sensori possono richiedere brevi picchi di 1,5A.

Conessioni:

- J8** (microusb): Alimentazione 5V da USB
J5 (AMP M2 6 poli): RS232TTL e alimentazione 5V da cavo FTDI TTL-232RG-VSW5V-WE
J6 (Micro match 16 poli): RS232TTL e espansioni (SDS011)
JP13 (6Poli p 2mm): Porta di programmazione microcontrollore con PICKIT2 o PICKIT3
J1,J2,J3,J4: Replica su morsetti passo 2,54mm delle connessioni Arduino
J7 (Micro match 16 poli): Espansione per sensori esterni

Impostazioni Jumper e Dip Switch:

- JP1**: determina se il 3.4V di alimentazione microcontrollore e servizi viene derivato dal 5V proveniente direttamente dalla alimentazione della scheda (1,2 ON) oppure dal 5V controllato da PD7 di Arduino o direttamente dal PIC (2,3 ON)
JP4: Determina se il controllo dell'alimentazione è effettuato da PD7 di Arduino (1,2 ON) oppure dal microcontrollore U7 (2,3 ON)
SW1: 1: Non utilizzato; 2: OFF=19200 Baud, ON=9600 Baud; 3: Non utilizzato; 4: Non utilizzato

Funzionalità dei led:

Led_E0, D3, si accende per circa 2,5us ogni 1ms per misurare il tempo di ciclo di irq.

Led_E1, D4 non utilizzato.

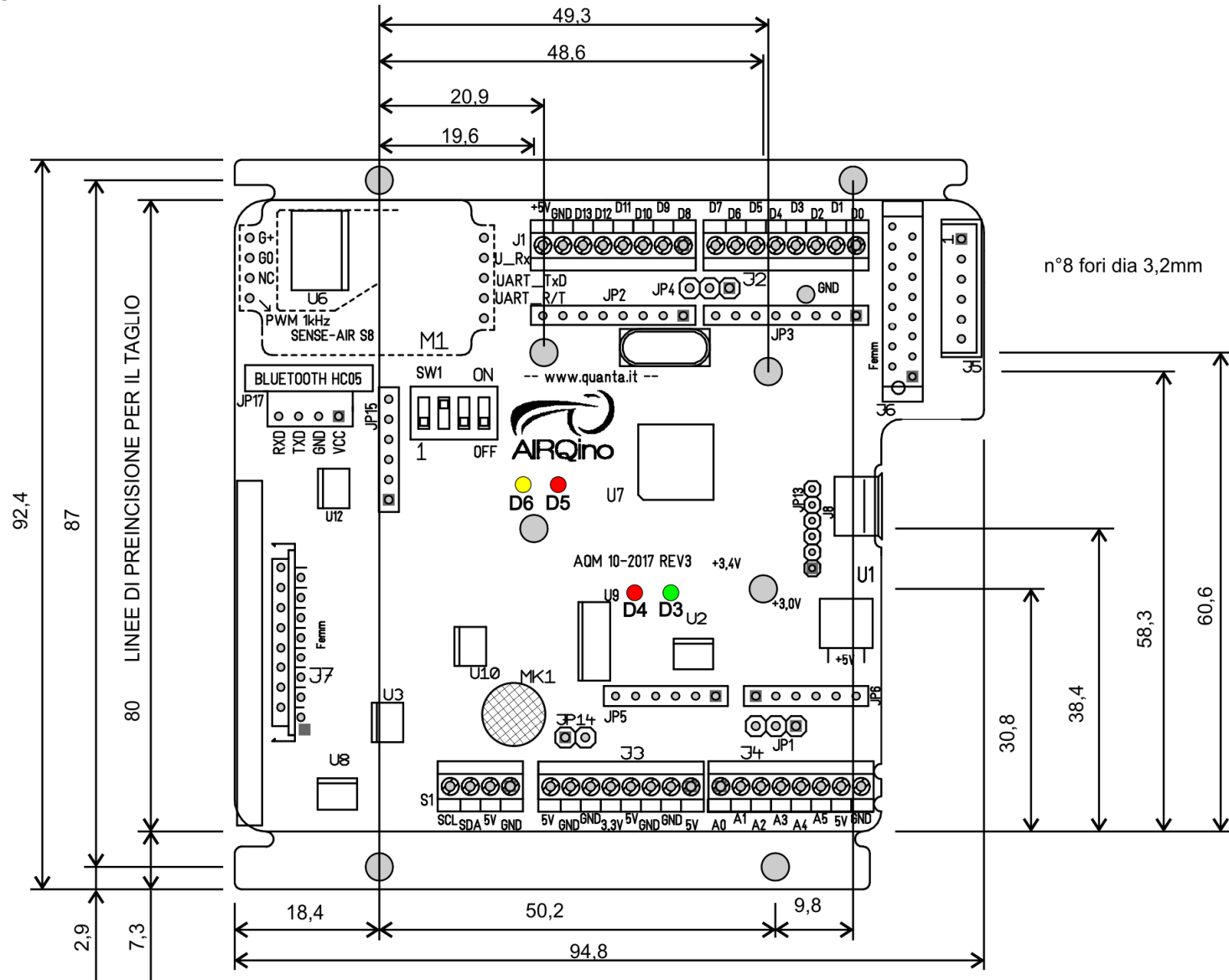
Led_E2, D5, usato per il test generale di funzionamento, risponde al comando led_E2\$0D che ha funzione di on/off del led.

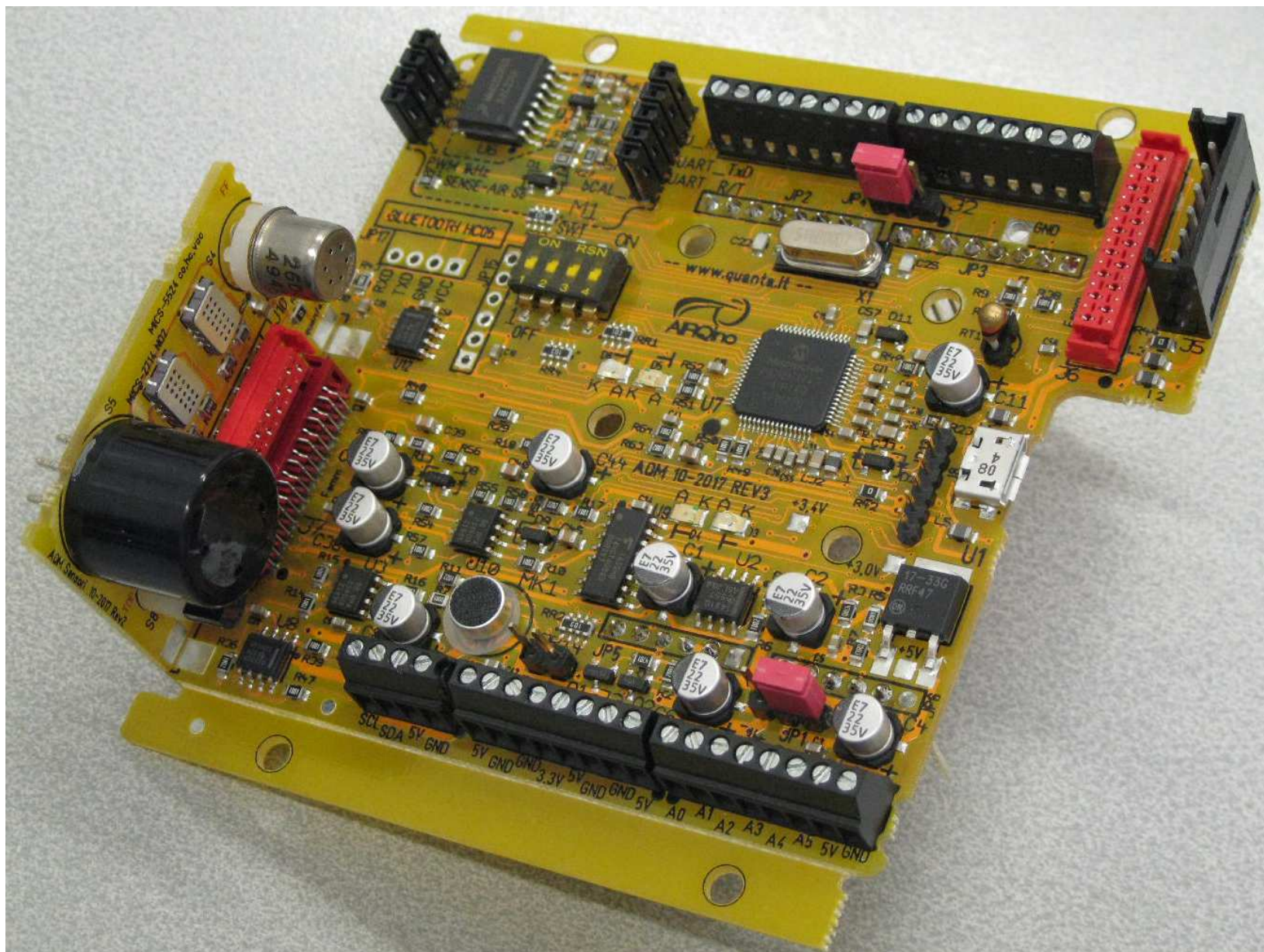
Led_E3, D6, segnala lo stato del +5V e/o dell'accelerometro: se il segnale in uscita dall'accelerometro è minore di 10 punti [par p08], la scarta. Dopo alcuni scarti [par p07] decide che mancano il +5 o l'accelerometro e lo segnala con un lampeggio breve del led. La situazione opposta (+5V rilevato correttamente in uscita dall'accelerometro) viene segnalata con il lampeggio lungo del led.

Selezione dei sensori

Il sensore S8 ed il sensore MH-Z19B per la misura della CO2, sono alternativi tra loro poiché possono essere installati direttamente nello stesso connettore. La selezione viene fatta automaticamente dal software durante la fase di inizializzazione della scheda. I due sensori rispondono allo stesso comando di interrogazione diretta.

Il sensore SDS011, il sensore PMS5003, il sensore PMS7003 ed il sensore HPMA115S0 per la misura delle polveri, sono alternativi tra loro, poiché possono essere installati nello stesso connettore usando un circuito di adattamento. La selezione viene fatta automaticamente dal software durante la fase di inizializzazione della scheda. All'interrogazione diretta risponderanno con i valori disponibili, indicando 999 per i valori non misurati.





Descrizione Firmware e Protocollo di comunicazione:

All'accensione e al reset viene controllata la presenza dei sensori CO2 e dei sensori polvere, poi viene mandata su RS232 la stringa Air-Quality-Monitor 2.50 per verifica della funzionalità di RS232.

La linea stand-by viene subito alzata per applicare il +5 ai sensori ed è verificata dal lampeggio lungo ON di led_E3 verde.

Una volta al secondo vengono letti in sequenza i sensori :

TGS2600 Contaminanti dell'aria. Il valore presentato è la media delle ultime 4 letture del convertitore AD. (#define camp_media 4)
MICS-5524 CO, HC, VOC. Il valore presentato è la media delle ultime 4 letture del convertitore AD. (#define camp_media 4)
MICS-2714 NO₂. Il valore presentato è la media delle ultime 4 letture del convertitore AD. (#define camp_media 4)
MQ-131 O₃. Il valore presentato è la media delle ultime 4 letture del convertitore AD. (#define camp_media 4)
 Per questi quattro sensori, se la misura è <= 8 punti (#define soglia_sensori) si assume che il sensore sia assente e la lettura viene forzata a 0000.
NTC Temperatura a bordo scheda. Il valore presentato è la temperatura media delle ultime 32 misure (#define camp_media_NTC 32), espressa in °C/10.
BMP280 Pressione barometrica. Il valore presentato è l'ultima misura fatta, espressa in mBar.
 Se il sensore non è presente viene presentato il valore fisso 0000.

Una volta ogni sei secondi vengono letti in sequenza i sensori :

DS18B20 Temperatura. La routine di lettura richiede circa 0,8 secondi per essere completata. Il valore presentato è l'ultima lettura fatta, espressa in °C/100.
S8 oppure CO₂; il sensore chiede un periodo di almeno 2secondi tra le letture. I valori sono espressi in ppm di CO₂.
MH-Z19B Il valore presentato è l'ultima lettura fatta. Se ci sono troppi errori (#define maxS8_err oppure #define maxMHZ19B_err) nel calcolo del CRC di controllo, presenta il valore fisso 9999. Se il sensore non è montato viene presentato il valore fisso 9999.

SDS011 PM_{2,5} e PM₁₀ Polveri. Le misure sono espresse in ug/m³ di aria; campo di misura tra 0 e 990 PM.
 Il sensore SDS011 non misura le PM₁ ne fornisce il conteggio di particelle, in risposta al comando DUST\$0D i campi relativi a PM₁ e PC contengono 999.
HPMA115S0 PM_{2,5} e PM₁₀ Polveri. Le misure sono espresse in ug/m³ di aria; campo di misura tra 0 e 990 PM.
 Il sensore HPMA115S0 non misura le PM₁ ne fornisce il conteggio di particelle, in risposta al comando DUST\$0D i campi relativi a PM₁ e PC contengono 999.
PMSx003 PM₁, PM_{2,5} e PM₁₀ Polveri. Le misure sono espresse in ug/m³ di aria campo di misura tra 0 e 990 PM. I sensori PMSx003, in risposta al comando diretto, indicano anco il numero di particelle contate, presenti in 0,1l.
 AQM può leggere indifferentemente i sensori PMS5003 o PMS7003.

Se ci sono troppi errori (#define maxPM_err 3) nella checksum di controllo dei sensori polvere (per errori di comunicazione o mancanza del sensore), presenta il valore fisso 999.

Se non è montato alcun sensore polvere, viene presentato il valore fisso 999 i tutti i campi interessati dalle PM.

AM2315 RH Umidità relativa. Il valore presentato è l'ultima misura fatta, espressa in %RH/10 e °C/10.
 Se il sensore non è montato viene presentato il valore fisso 999 sia per umidità che per temperatura.

MMA1250 Viene letto ogni 1ms; la lettura viene raddrizzata rispetto al valore di riposo [par p02]; sono memorizzati: picco massimo; numero di superamenti di una soglia bassa; numero di superamenti di una soglia alta; somma delle letture; numero di campioni.

Se trova la lettura minore di 10 punti [par p08] la scarta. Dopo alcuni scarti [par p07] decide che manca il +5 o che il MMA1250 è rotto/mancante e lo segnala spengendo il led E3.

Audio

Ogni xxx ms vengono letti i due canali alta e bassa sensibilità; alle letture viene sottratto il valore di riposo [par p13], i valori negativi sono eliminati e portati a 0. Le due letture sono unite con la formula $suono_di_picco = (A6 * dB + resto (A7 / dB))$. Sono poi memorizzati: il picco massimo; numero di superamenti di una soglia bassa [par p10]; numero di superamenti di una soglia alta [par p09].

Viene fatta la somma delle ultime 64 misure (per ciascun canale) e le due somme sono unite con la formula $suono_somma_64 = (A6somma * dB + resto (A7somma / dB))$.

Nel caso che si abbia overflow nei calcoli o per interrogazioni troppo lunghe la variabile *suono-somma* viene posta a 0.

Al momento della richiesta di visualizzazione (comando *ALL2\$0D*) i superamenti di soglia e la somma sono moltiplicati per un fattore di scala [par p11] e divisi per il numero di campioni presi, sono poi presentati sulla seriale ed azzerati.

Il parametro [par p12] stabilisce ogni quanti ms viene presa la lettura, impostando p12=256 la lettura non viene mai presa.

La comunicazione con AQM avviene attraverso l'invio di comandi specifici su RS232, con Baudrate di 9600 o 19200 (secondo la posizione del dip_sw2) con parametri 8, n, 1, none.

I comandi possono interrogare gruppi di sensori predefiniti, interrogare un sensore specifico, impostare parametri di funzionamento di AQM.

AQM risponde sempre ai comandi riconosciuti secondo la seguente tabella, non risponde se gli arriva un comando sconosciuto.

Nel caso che il numero da presentare per un dato sensore ecceda il numero di cifre fissato, viene presentata in alternativa la stringa - - - dove ogni - rimpiazza una cifra.

Tutti i comandi ricevuti devono terminare con \$0D (CarriageReturn o ascii 0D). Solo all'arrivo del terminatore \$0D la stringa ricevuta viene analizzata e processata.

Tutte le stringhe di risposta, sono terminate da CR oppure da CR+LF, secondo il valore del parametro [p14]

	Comando	Azione	Risposta
1.	parametri\$0D	Permette di vedere i valori dei parametri memorizzati in AQM.	p 00 = 00000 riservato p 01 = 00044 separatore di stringa p 02 = 00600 MMA valore di riposo p 03 = 00300 MMA soglia alta p 04 = 00150 MMA soglia bassa p 05 = 00100 MMA fattore scala somma p 06 = 00100 non utilizzato p 07 = 00100 rilevamento +5V p 08 = 00010 soglia rilevamento del +5V p 09 = 00100 suono soglia alta p 10 = 00050 suono soglia bassa p 11 = 00100 suono fattore scala soglia p 12 = 00010 suono tempo campionamento p 13 = 00512 suono valore di riposo p 14 = 00000 1 manda anche LF insieme a CR p 15 = 00200 aggiusta il clock interno a 1ms p 16 = 00001 come inizializzare SDS011
2.	st_by_OFF\$0D	Abbassa la linea stand-by RE7 togliendo la tensione di 5V ai sensori	OFF
3.	st_by_ON\$0D	Alza la linea stand-by RE7 fornendo tensione ai sensori. Lo stato di tensione applicata viene segnalato dal led E3 lampeggiante.	ON
4.	led_E2\$0D	Accende / spenge il led_E2	led_E2 ON led_E2 OFF
5.	reset\$0D	Riazzera tutto.	Air-Quality-Monitor 2.50

6.	default\$0D	Ricarica la EEPROM con i valori di default, non fa il reset di AQM.	Default OK
7.	intestazione\$0D	Per identificare i sensori dei gruppi si può inserire un'intestazione ogni 20 righe, inviando questo comando. Nel seguito l'intestazione viene mostrata a scopo esplicativo. Alcuni comandi possono avere un'intestazione composta da più righe.	ON OFF
8.	SENSE\$0D	Presenta le acquisizioni di: CO ₂ , AM2315-°C, AM2315-UR, Bar, PM10, PM2,5, DS18B20-°C, O ₃ , MiCS2714, TGS2600, MiCS5524.	CO2 T RH Bar PM10 PM2,5 TS O3 NO2 CO VOC 1426, 180, 729, 1010, 014, 013, 1868, 0049, 0668, 0000, 0672,
9.	CO2\$0D	Risponde con l'ultima lettura del sensore S8 oppure di MH-Z19B Non chiamare prima di 2s dall'ultima chiamata.	CO2..... 1448 ppm
10.	AM2315\$0D	Risponde con l'ultima lettura del sensore di umidità AM2315.	Umidita 70.9 % Temperatura 18.4°C
11.	MQ_131\$0D	Risponde con la media delle ultime 4 letture del sensore MQ-131	MQ-131..... 0437
12.	MiCS2714\$0D	Risponde con la media delle ultime 4 letture del sensore MiCS2714.	MiCS-2714.... 0756
13.	TGS2600\$0D	Risponde con la media delle ultime 4 letture del sensore TGS2600.	TGS-2600..... 0559
14.	MiCS5524\$0D	Risponde con la media delle ultime 4 letture del sensore MiCS5524.	MiCS-5524.... 0587
15.	NTC\$0D	Risponde con la media delle ultime 32 letture del sensore di temperatura scheda NTC.	NTC..... 22.1°C
16.	DS18B20\$0D	Risponde con l'ultima temperatura letta dal DS18B20.	Temperatura.. 21.87°C
17.	SUONO\$0D	Presenta la media ed il numero di campioni rilevati. Azzerare entrambi i valori dopo la presentazione	media n_camp 000018578 0000495
18.	MMA\$0D	Presenta le letture dell'accelerometro L'intestazione viene presentata ogni 20 righe se è ON ist = ultima lettura fatta, tal quale nrm = ultima lettura in valore assoluto, tolto il parametro P02 totale = totalizzatore dall'ultima richiesta di visualizzazione ncamp = numero di campioni presi dall'ultima richiesta di visualizzazione media = 100 * totale / ncamp peak = max valore raggiunto da nrm high = numero di volte che la lettura ha superato la soglia alta P03 low = numero di volte che la lettura ha superato la soglia bassa P04 high e low sono definiti come: numero di superamenti di soglia_alta*par[_MMA_ftr_scala] di scala / numero di campioni Questo comando azzerare totale, ncamp, media, peak, high e low Il max valore totalizzabile è 999998000 Il massimo numero di campioni memorizzabile è 9999999	ist nrm totale ncamp media peak high low 0578 0022 000257633 0010258 000002511 0387 0030 0010

		Se c'è overflow in uno dei due, viene presentato 999999999 sul totale	
19.	BMP280\$0D	Risponde con l'ultima lettura del sensore BMP280	Pressione 101007 Pa Temperatura 19.45°C
20.	DUST\$0D	Risponde con l'ultima lettura del sensore polveri che è stato rilevato all'accensione. PM è la concentrazione di polveri in ug/m ³ Pc0,3 è il numero di particelle fino al diametro 0,3um presenti in 0,1 litro di aria, ecc.	Es. risposta al sensore PMS5003 PM1 PM2,5 PM10 pc0,3 pc0,5 pc1 pc2,5 pc5 pc10 00003 00005 00006 00882 00252 00036 00005 00001 00000 Es. risposta al sensore SDS011 PM1 PM2,5 PM10 pc0,3 pc0,5 pc1 pc2,5 pc5 pc10 00999 00005 00006 00999 00999 00999 00999 00999 00999
21.			

Per cambiare i parametri di AQM si deve inviare il comando ##< seguito dal numero del parametro, seguito da un carattere spazio, seguito dal nuovo valore e terminato da CR.
Esempio:

Comando	Azione	Risposta
##<1 \$0D	Per leggere il parametro p01	parametro 01 = 0604 MMA_riposo OK
##<1 700\$0D	Per cambiare il parametro p1 da 604 a 700	parametro 01 = 0700 MMA_riposo OK
##<16 \$0D	Nome parametro non valido	nome sconosciuto
##<9 2220\$0D	Tentativo di caricare nel parametro p09, un valore fuori dai limiti	Valore fuori range ! Range da 00001 a 01000

Lista dei parametri generali di AQM	Funzione	Minimo	Default	Massimo
p 00	parametro riservato	0	0	0
p 01	carattere separatore della stringa su RS232 (44 corrisponde a virgola)	32	44	126
p 02	MMA1250 valore base a riposo	200	600	900
p 03	MMA1250 soglia alta rispetto la valore di riposo	1	300	600
p 04	MMA1250 soglia bassa rispetto la valore di riposo	1	150	400
p 05	MMA1250 fattore di scala per avere letture visibili della somma	1	100	100
p 06	Non utilizzato	1	100	100
p 07	MMA1250 stabilisce se c'è l'MMA, dopo un certo numero di letture troppo basse	1	100	200
p 08	MMA1250 soglia di lettura sotto alla quale MMA1250 non è presente	1	10	100
p 09	Suono soglia alta di rilevazione del suono	1	100	1000
p 10	Suono soglia bassa di rilevazione del suono	1	50	1000
p 11	Suono fattore di scala per avere letture visibili della soglia	1	100	100
p 12	Durata di campionamento del suono in ms (256 = nessun campionamento)	1	10	256
p 13	Valore zero del segnale audio senza ingresso al microfono	400	512	600
p 14	Se = 1 termina le stringhe inviate su RS232 con CR+LF. Se = 0 termina le stringhe inviate su RS232 con CR.	0	1	1
p 15	Taratura del clock interno per avere letture corrette del valore polveri	10	200	400
p 16	Come inizializzare il sensore polveri SDS011: Se = 1 esegue misure in modo continuo sempre acceso Se = 2 esegue una misura al minuto ciclo di 30" ON e 30" OFF.	1	1	4

	<p>Se = 3 esegue una misura ogni 2 minuti ciclo di 30" ON e 90" OFF. Se = 4 esegue una misura ogni 4 minuti ciclo di 30" ON e 210" OFF. Dopo aver cambiato il parametro occorre inviare un reset per permettere l'acquisizione del parametro da parte di SDS011</p>			
--	---	--	--	--

Tabella revisioni

Rev 2.00 15 marzo 2016	Prima emissione
Rev 2.01 23 marzo 2016	Correzioni minori
Rev 2.1.0 27 febbraio 2017	<p>Eliminate le medie circolari da DS18B20, S8 e DHT22. Rifatto il comando OZ47 eliminando i riferimenti al secondo sensore non più presente. Aggiunto il sensore barometrico BMP280 al posto dell'O₃°C ed O₃_rh, in risposta alla stringa di comando SENSE\$0D. Aggiunta indicazione di temperatura negativa per DS18B20 e NTC.</p>
Rev 2.5.0 27 dicembre 2017	<p>Rifatta la risposta al comando SENSE\$0D. Rifatte le label di intestazione al comando SENSE\$0D. Eliminate tutte le medie circolari. Eliminato il sensore OZ47. Eliminato il sensore TSL2571. Eliminato il sensore MiCS2614 e sostituito con il MQ-131. Eliminato il sensore DHT22 e sostituito con l'AM2315. Aggiunto il sensore MH-Z19B in alternativa al S8. La selezione tra S8 e MH-Z19B viene fatta automaticamente al reset. Aggiunto il sensore polvere SDS011. Aggiunto il sensore polvere PMSx003. Aggiunto il sensore polvere HPMA115S0. La selezione tra i vari possibili sensori polvere è fatta automaticamente al reset. Aggiunti i comandi diretti a tutti i sensori per i quali non erano stati implementati nelle rev precedenti.</p>
Rev 2.5.1 28 dicembre 2017	Inserito il WDT con un tempo di 4s
Rev 2.5.2 03 gennaio 018	Aggiornate le immagini