

Il battito del cuore su Arduino: ECG con l'AD8232



Guida online,
sempre
aggiornata

Tre elettrodi, un modulo AD8232 e Arduino UNO: il tracciato del cuore sul Plotter seriale e una stima dei battiti al minuto. Per imparare, non per controllare la salute.

A cura di **Ada Intelisano** · redazione tecnica di informaticait.it

IN BREVE

- L'AD8232 amplifica e filtra il debolissimo segnale elettrico del cuore; Arduino lo legge su A0.
- **Non è un dispositivo medico:** niente diagnosi, niente controlli sulla salute. Per i dubbi si va dal medico.
- Elettrodi addosso solo con Arduino a batteria o collegato a un portatile con il caricatore staccato.
- Il Plotter seriale disegna il tracciato; i battiti al minuto calcolati sono indicativi.

Tempo: un'ora

Livello: un passo avanti

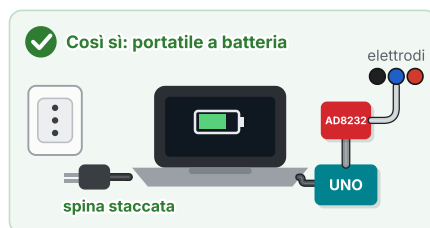
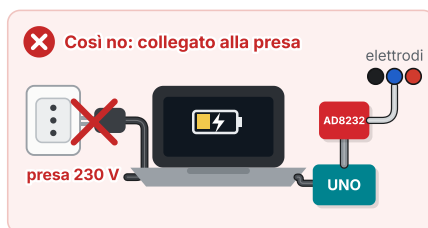
Prima: guide n. 21 e 36

A ogni battito il cuore produce un impulso elettrico che arriva, debolissimo, fino alla pelle. L'AD8232 lo amplifica e lo ripulisce, Arduino lo disegna sul Plotter seriale. Serve a capire come funziona un elettrocardiogramma, e a niente di più.

Prima di tutto: sicurezza

- **Non è un dispositivo medico.** SparkFun e DFRobot lo scrivono nelle schede dei loro moduli: non serve a fare diagnosi né a curare. Quindi niente controlli sulla salute tua o di altri, e niente notizie sul cuore cercate nel tracciato: per qualsiasi dubbio si va dal medico. Analog Devices ricorda che un apparecchio medico vero segue norme di sicurezza apposite.
- **Elettrodi addosso solo con tutto a batteria:** Arduino collegato a un portatile con il caricatore staccato, oppure a una pila da 9 V. Mai un PC fisso, mai il portatile in carica, nessun altro cavo verso qualcosa che sta nella presa (monitor, hub USB con alimentatore).
- **Perché:** con il gel gli elettrodi fanno un ottimo contatto con la pelle. Con il circuito collegato alla rete a 230 V di solito non succede niente, ma in rari casi si crea un anello di corrente con la rete e chi porta gli elettrodi ne fa parte. Per questo SparkFun consiglia la batteria e M5Stack stampa sul suo modulo ECG di usare un'alimentazione isolata.

Con gli elettrodi addosso: niente collegamenti alla presa



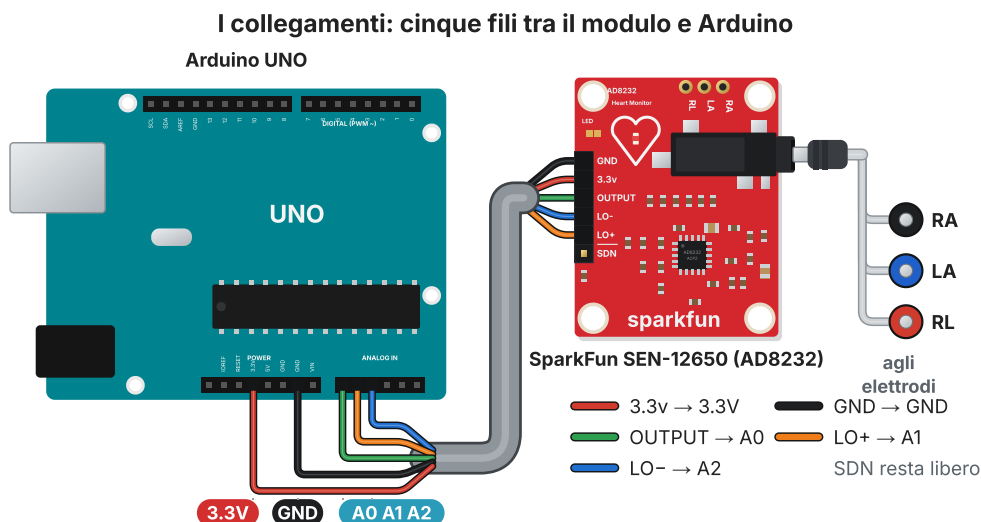
informaticait.it

1 Il materiale

- il modulo **SparkFun SEN-12650**, che arriva senza pin: salda una fila di sei pin sui fori da GND a SDN (guida n. 70). Con lui il **cavo SparkFun CAB-12970** e tre **elettrodi monouso**;
- oppure il **kit AD8232**: stessa scheda e stessi pin, cavo ed elettrodi nella confezione;
- **Arduino UNO** con il cavo USB, cinque cavetti femmina-maschio, un portatile che funzioni a batteria.

2 Come funziona e come si collega

È un ECG a **una derivazione**: si misura la tensione tra braccio destro (RA) e sinistro (LA); il terzo elettrodo (RL, gamba destra) serve all'AD8232 per tenere basso il disturbo. La scheda SparkFun segue lo schema «cardiac monitor» di Analog Devices: segnale **1100 volte** più grande, solo frequenze **tra 0,5 e 40 Hz**. OUTPUT oscilla attorno a 1,65 V, per Arduino circa **340** (calcolo nostro).



informaticait.it

- **3.3v → 3.3V**, mai al 5V: l'AD8232 lavora da 2 a 3,5 V e regge al massimo 3,6 V.
- **LO+ → A1, LO- → A2**: salgono a 3,3 V quando si stacca LA (LO+) o RA (LO-). Un pin digitale dell'UNO vede di sicuro un «alto» solo da 3 V in su (datasheet ATmega328P), quindi li leggiamo con `analogRead`: circa 675 (calcolo nostro) con l'elettrodo staccato, quasi 0 con l'elettrodo attaccato.
- **SDN** resta libero (una resistenza sulla scheda tiene acceso il chip). Mai a un pin dell'UNO: i suoi 5 V superano il massimo del chip.

3 Lo sketch

```
// Il segnale del cuore con l'AD8232 e Arduino UNO. Solo per imparare: NON è un
// dispositivo medico. Elettrodi addosso solo con tutto a batteria.
#include <Arduino.h>

const bool HA_LO = true;    // false per il DFRobot SEN0213 (LO+ e LO- non escono)
```

```

const byte OGNI = 10;           // una riga al Plotter ogni 10 letture (IDE 1.8: metti 1)
const int SALTO = 100;         // quanto il picco R deve superare la media (si regola)

long somma;                     // media mobile delle letture, moltiplicata per 64
unsigned long ultimaLetture, ultimoBattito;
bool sopra = false;            // il segnale è già sopra la soglia?
int bpm = 0, massimo = 0;
byte contate = 0;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT); // il LED L lampeggia a ogni battito
  somma = analogRead(A0) * 64;
  ultimaLetture = micros();
}

void loop() {
  if (micros() - ultimaLetture < 4000) return; // una lettura ogni 4 ms
  ultimaLetture += 4000;
  int valore = analogRead(A0); // OUTPUT del modulo
  somma += valore - somma / 64; // la media segue la linea di base
  int soglia = somma / 64 + SALTO;
  unsigned long adesso = millis();
  // LO+ (A1) e LO- (A2): circa 675 se un elettrodo è staccato, quasi 0 se è attaccato
  if (HA_LO && (analogRead(A1) > 400 || analogRead(A2) > 400)) {
    valore = soglia = bpm = 0; // sul Plotter: linea piatta a zero
  } else if (!sopra && valore > soglia) { // picco R: un battito
    sopra = true;
    unsigned long intervallo = adesso - ultimoBattito;
    if (intervallo > 300) { // sotto 0,3 s non è un nuovo battito
      if (intervallo < 2000) bpm = 60000UL / intervallo;
      ultimoBattito = adesso;
    }
  } else if (valore < soglia) {
    sopra = false;
  }
  digitalWrite(LED_BUILTIN, adesso - ultimoBattito < 100); // acceso per 0,1 s
  // al Plotter la lettura più alta di ogni gruppo: così il picco R non si perde
  if (contate == 0 || valore > massimo) massimo = valore;
  if (++contate < OGNI) return;
  contate = 0;
  Serial.print(F("ECG:")); Serial.print(massimo);
  Serial.print(F(",Soglia:")); Serial.print(soglia);
  Serial.print(F(",BPM:")); Serial.println(bpm);
}

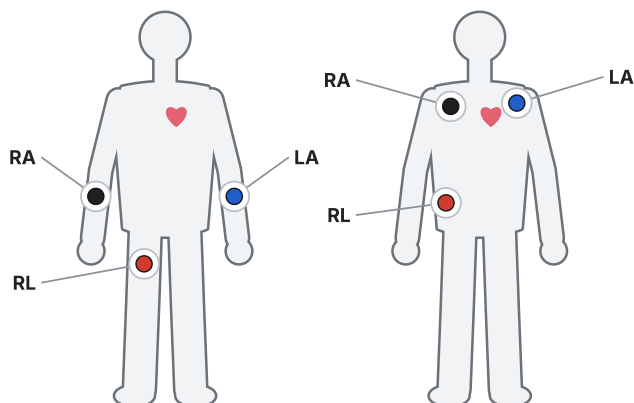
```

Arduino legge OUTPUT **250 volte al secondo**: oltre la soglia (SALTO punti sopra la media) c'è un picco R e il LED L si accende. Al Plotter va una riga ogni dieci letture perché quello dell'IDE 2, lo dice il suo codice, mostra solo le **ultime 50 righe**: due secondi. Con il vecchio IDE 1.8 (500 righe) metti OGNI = 1.

4 Dove vanno gli elettrodi

SparkFun indica due posizioni: **avambracci e coscia destra (A)** oppure **petto vicino alle spalle e fianco destro** sopra l'anca (B); più sono vicini al cuore, meglio è. Sul cavo SparkFun RA è **nero**, LA **blu**, RL **rosso**: gli altri cavi hanno altri colori, guarda le sigle.

Dove vanno gli elettrodi (posizioni SparkFun)



A. avambracci e coscia destra

B. petto e fianco destro

la persona ti guarda: la sua destra è a sinistra nel disegno

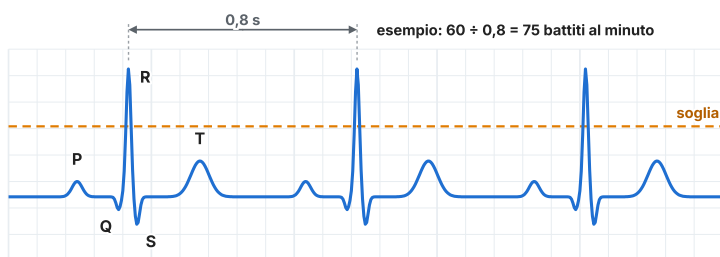
informaticait.it

- Aggancia i bottoni **prima** di attaccare gli elettrodi.
- Pelle pulita e asciutta: i peli non conducono.
- Elettrodi nuovi a ogni prova: usati una volta non fanno più un buon contatto.
- Controlla che RA e LA siano dalla parte giusta del cuore.
- Stai fermo e rilassato, respira normalmente.

5 Guarda il tracciato

Caricatore staccato, sketch caricato, elettrodi attaccati: apri il **Plotter seriale** (menu Strumenti o pulsante in alto a destra) a **115200** baud.

Un battito sul Plotter: onda P, complesso QRS, onda T



forma indicativa, non una registrazione

informaticait.it

L'**onda P** è l'impulso che parte dagli atri. Nel **complesso QRS**, con il picco R, i ventricoli spingono il sangue: è il «bip» dei monitor, scrive SparkFun. L'**onda T** arriva quando si rilassano.

✓ Cosa devi vedere

A ogni battito un picco alto e stretto, con la soglia arancione poco sotto le punte. Il LED L dell'Arduino e il LED nel cuore della scheda SparkFun lampeggiano a tempo.

Se non funziona

- Linea piatta a zero: un elettrodo è staccato.
- Tracciato confuso: ti muovi, tendi i muscoli o respiri forte; prova a spostare un po' gli elettrodi.
- Molti disturbi fitti: DFRobot consiglia di toccare qualcosa di metallo (elettricità statica).

6 I battiti al minuto: un esercizio

Fra due picchi R passa un battito: 800 millesimi di secondo fanno $60\,000 \div 800 = 75$ al minuto. È il conto della colonna BPM (scarta picchi più vicini di 0,3 s e intervalli oltre i 2 s). La soglia va a metà dei picchi R, sopra le onde T: abbassa o alza SALTO finché è così.

Attenzione

- Il numero è **indicativo**: movimenti, onde T alte o un elettrodo che si stacca lo falsano. Serve a capire come si conta un ritmo: non confrontarlo con un apparecchio medico e non trarne conclusioni.

7 Gli altri moduli

- Kit AD8232**: stessa scheda, stessi pin, stesso sketch. Bottoni senza sigle? Con un tester: nello schema SparkFun la punta dello spinotto è RL, l'anello LA, il corpo RA.
- DFRobot SEN0213** (cavo ed elettrodi inclusi): da 3,3 a 6 V, consigliati 5 V. VCC al **5V**, GND al GND, A ad **A0**; LO+ e LO- non escono sul connettore, quindi HA_LO = false.

M5Stack ECG Module13.2 (M034): si impila sotto un M5Stack Core, non su Arduino UNO. Un STM32 conta già i battiti e li manda in seriale a 115200 bps; la parte che tocca la persona è isolata. Solo 5 V; esempio ufficiale su GitHub (M5-ProductExampleCodes, Module/ECG). Le regole di sicurezza non cambiano.

Prova tu

- Confronta le posizioni A e B, poi stringi un pugno.
- Con la pila da 9 V guarda il LED L.

✓ Cosa hai imparato

- L'AD8232 amplifica e filtra il segnale;
- due picchi R danno una stima dei battiti;
- elettrodi addosso solo a batteria.

Trovi i componenti su informaticait.it

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">Modulo monitor battito cardiaco ECG a derivazione singola AD8232Cavo sensore a 3 conduttori con jack 3,5 mm e attacchi a bottone per...Elettrodi ECG monouso adesivi con attacco a bottone (confezione da 12 pz)Modulo ECG AD8232 per Monitoraggio del Battito Cardiaco ed...2pz Elettrodi ECG Adesivi Rotondi Monouso per Elettrocardiogramma | <ul style="list-style-type: none">Sensore di battito cardiaco ECG con AD8232, uscita analogicaModulo ECG Module13.2 con front-end AD8232, ADC 10 bit e STM32Scheda Arduino Uno Rev3 originalePortabatteria chiuso per pila 9 V con interruttore on/off e spina DC...Batteria PKCELL 9 V 6F22 (PP3) zinco-carbone Extra Heavy Duty per Arduino... |
|--|--|

Clicca sul nome per aprire la scheda prodotto. Disponibilità e prezzi aggiornati sul sito.

Fonti: Analog Devices, datasheet AD8232 Rev. D · SparkFun, SEN-12650: pagina prodotto, hookup guide, file Eagle v10; cavo CAB-12970; manuale MyoWare AT-04-001 · DFRobot, wiki SEN0213 · M5Stack, ECG Module13.2 · Arduino, Serial Plotter, analogRead(), arduino-serial-plotter-webapp 0.2.0 · Microchip, ATmega328P · Guide n. 21, 36 e 70