

RELAZIONE DI ELETTRONICA

Progetto comunicazione Arduino - ESP8266

Alberto Chiusole

Università degli Studi di Trento

9 Giugno 2016

Introduzione

In questo progetto si è analizzato il comportamento di un circuito di clipping, realizzato tramite un diodo Zener, e di un circuito di regolazione di tensione per alimentazione, realizzato tramite un AMS1117.

Il circuito presentato è utilizzato per la comunicazione tra un Arduino Uno¹ e un modulo WiFi ESP8266 versione 12E², prodotto dalla azienda Espressif³: questo progetto è finalizzato alla creazione di un'unità di controllo da posizionare in un ambiente quale una stanza, che tramite il modulo WiFi ESP8266 ed un sensore di temperatura, potrà inviare una notifica via mail nel caso la temperatura superasse/scendesse sopra/sotto una soglia fissata.

Componenti utilizzati

Per quanto riguarda il circuito di clipping:

- Diodo Zener con tensione nominale $V_z = 3.3V$;
- Resistenza da 220Ω .

Per quanto riguarda il regolatore di tensione:

- Regolatore di tensione AMS1117⁴.
- 1 condensatore da $10\mu F$ (opzionale) e 1 condensatore da $20\mu F$.

¹ <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

² <https://www.espressif.com/en/products/hardware/esp8266ex/overview>

³ <https://www.espressif.com>

⁴ <http://www.advanced-monolithic.com/pdf/ds1117.pdf>

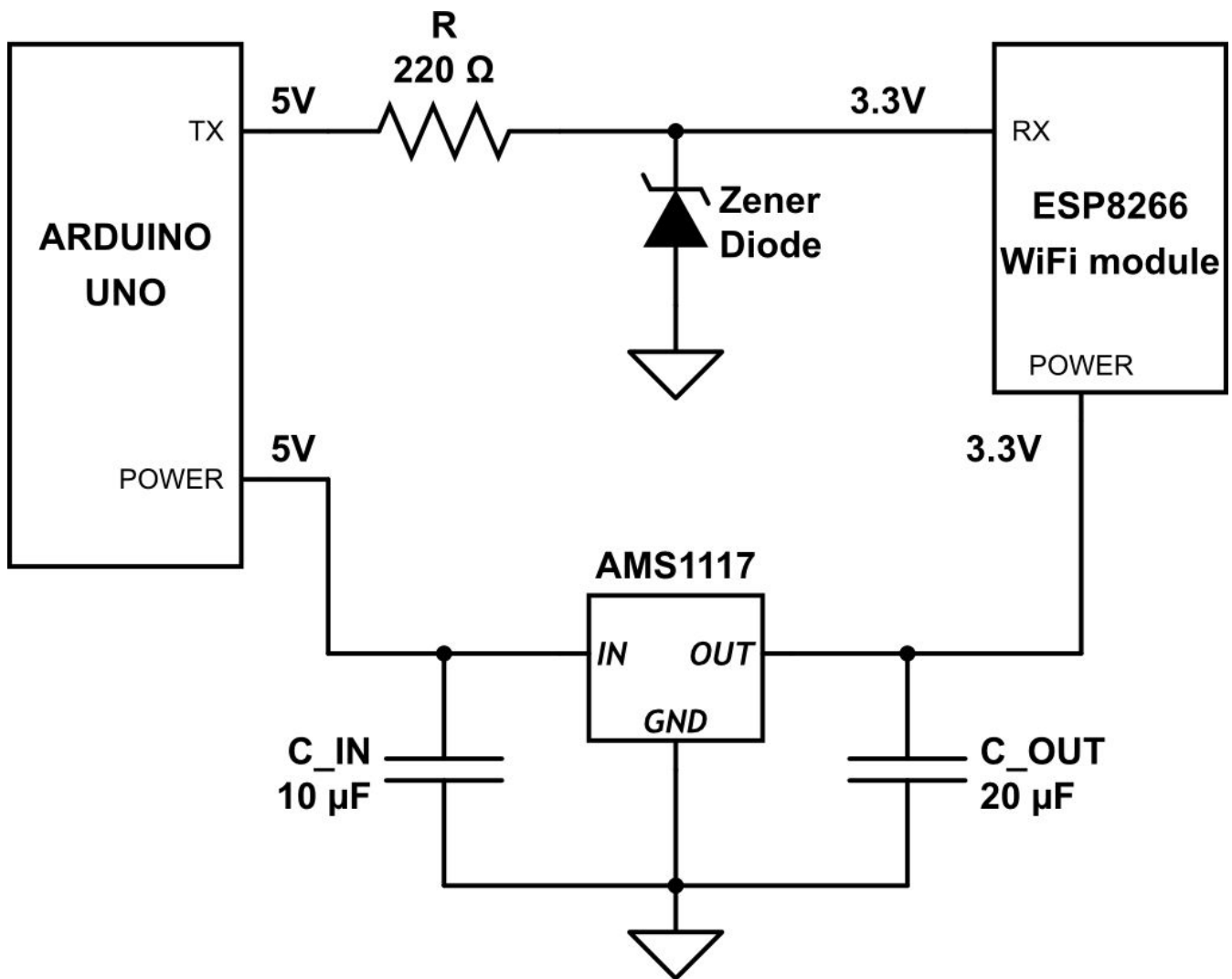


Figura 1: Schematico del circuito di clipping (in alto) e del regolatore di tensione (in basso)

Circuito di clipping

In elettronica, un circuito di clipping permette di **limitare** una forma d'onda superiormente, inferiormente, o in un intervallo di tensioni, senza alterare la restante porzione di onda.

I circuiti di clipping vengono solitamente realizzati tramite diodi.

Introduzione al diodo

Per creare un circuito di clipping si può usare un diodo a giunzione in polarizzazione diretta, ponendo attenzione ad alcuni dettagli.

L'utilizzo di un normale diodo permette di tagliare la semionda positiva o negativa (a seconda del verso del diodo) di una forma d'onda in ingresso, al valore $V_{ON} \approx 0.7V$.

Questo valore si può calcolare attraverso l'equazione di *Schockley* per il diodo ideale:

$$i_D = I_S \left(e^{\frac{v_D}{nV_T}} - 1 \right)$$

dove:

- I_S rappresenta la corrente inversa di saturazione, che per i diodi al silicio è dell'ordine di 10^{-14}A ;
- V_{TH} è la tensione termica, all'incirca 26mV ad una temperatura ambiente di 300K;
- n è un parametro costruttivo che dipende dal materiale usato: per i diodi in gallio è pari a 1, per quelli in silicio è pari a 2.

Per V_D pari all'incirca a 0.7V un diodo a giunzione in silicio manifesta un passaggio di corrente di circa 5mA (4.926mA): per convenzione si tende a considerare questa come soglia di attivazione ($V_{ON} \approx 0.7\text{V}$) del diodo a giunzione.

Nella zona di tensione compresa tra V_{BR} e V_{ON} (figura 2) si può idealizzare il diodo come un circuito aperto (trascurando la piccola corrente di sottosoglia); per tensioni superiori a V_{ON} si può considerare idealmente il diodo come un cortocircuito in serie ad un generatore di tensione continua pari a V_{ON} .

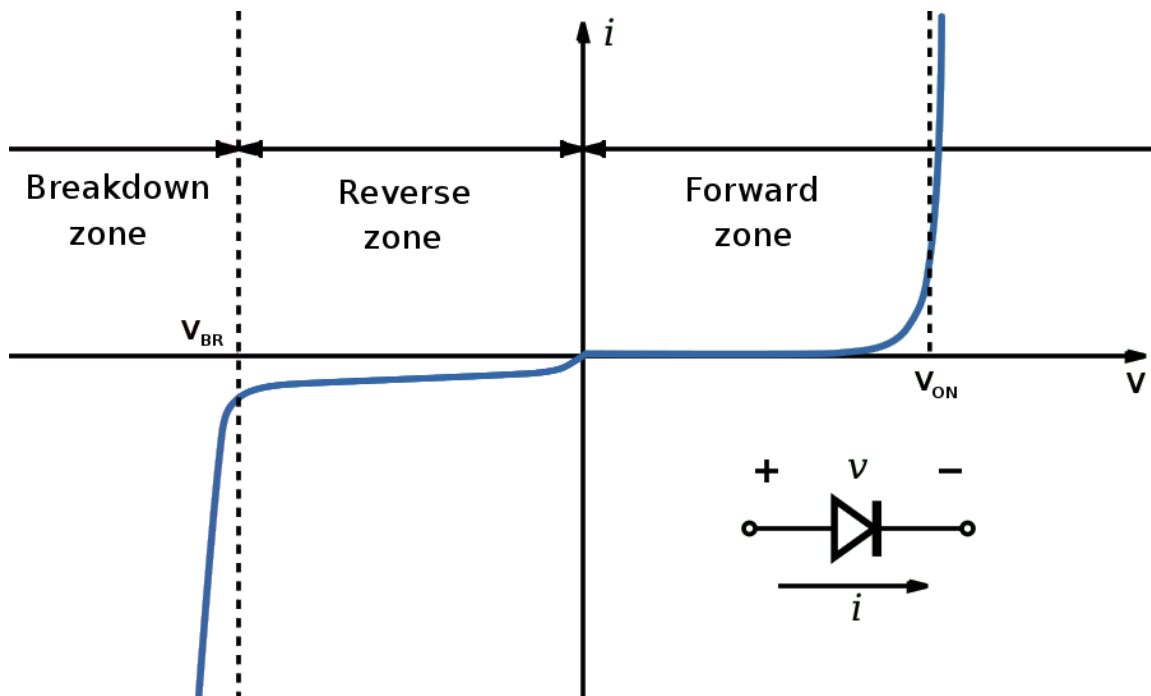


Figura 2: caratteristica tensione-corrente di un diodo a giunzione.

Un qualunque diodo a giunzione presenta inoltre una *zona di rottura* (Breakdown) o *zona del ginocchio* (Knee voltage/current) quando polarizzato in inversa a tensioni relativamente alte: questa tensione è detta di rottura (reversibile, a meno di non distruggere termicamente il componente) in quanto basta una piccola differenza di potenziale per aumentare la corrente di molti ordini di grandezza.

Questo fenomeno è generato dall'effetto quantistico di *moltiplicazione per valanga* (avalanche effect), ma il passaggio di corrente nella zona non è ben definito, ben marcato.

Si riescono a produrre diodi con drogaggi particolari che manifestano, grazie a questo effetto, un passaggio di corrente molto più regolare: vengono anche detti diodi a valanga.

Diodo Zener

Il diodo Zener viene realizzato tramite drogaggi specifici che gli conferiscono una specifica e **caratteristica** *tensione di Zener* quando polarizzato in inversa (*figura 3*), mentre in polarizzazione diretta si comporta come un normale diodo con tensione di attivazione $V_{ON} \approx 0.7V$.

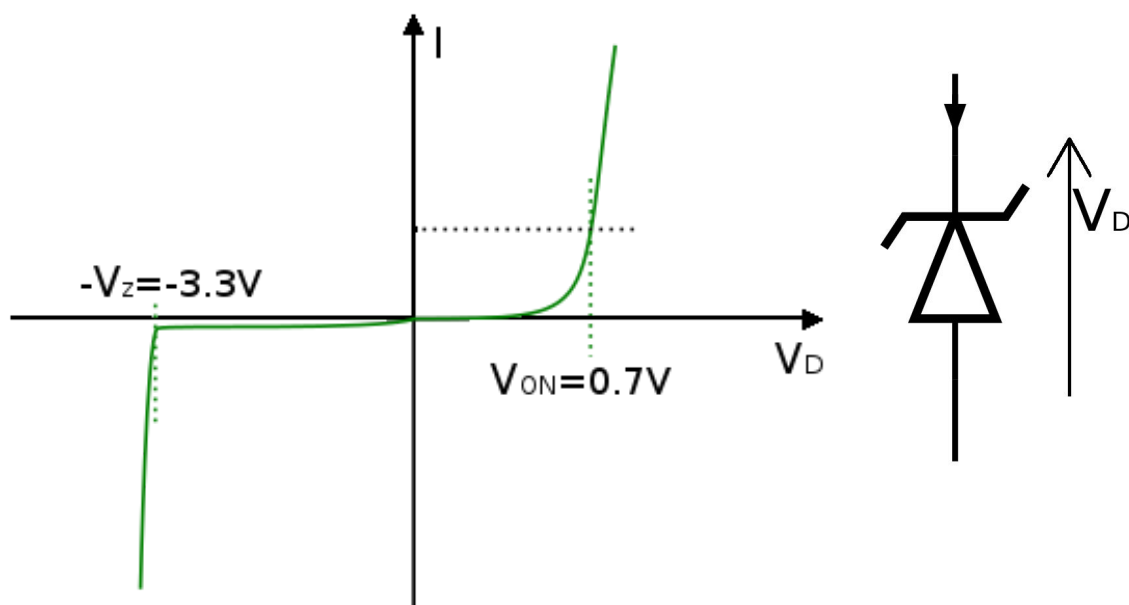


Figura 3: caratteristica tensione-corrente di un diodo Zener (con tensione di Zener $V_Z = 3.3V$)

La caratteristica deriva dal fenomeno detto *tunnel quantistico*, simile all'effetto valanga, ma tramite il quale si riescono a realizzare diodi con tensioni di breakdown molto basse, fino ai 2V.

I due fenomeni quantistici non sono indipendenti ma agiscono insieme: con tensioni di breakdown basse l'effetto Zener è prevalente, mentre con tensioni alte è prevalente l'effetto di moltiplicazione per valanga.

Queste caratteristiche consentono di utilizzare i diodi come stabilizzatori di tensione.

Realizzazione di circuiti di clipping

Un primo esempio di circuito di clipping si ottiene ponendo un diodo in serie ad una resistenza e ad un generatore di tensione continua: si avrà una caduta di potenziale ai capi del diodo pari alla tensione di accensione V_{ON} (considero il diodo in polarizzazione diretta e non inversa per evitare di considerare il caso di rottura).

Se invece si utilizzasse come ingresso un generatore di onde si avrebbe un taglio della cresta positiva (o negativa, a seconda della direzione del diodo) al valore V_{ON} , molto prossimo a zero. Questo permette anche di creare dispositivi detti raddrizzatori, come il ponte di Graetz implementato tramite 4 diodi disposti *a ponte*.

Per poter modificare la tensione di taglio (clipping) ad un valore diverso da V_{ON} si utilizza un generatore di tensione opportunamente configurato, come nel caso di *figura 4*.

Volendo ad esempio ottenere un taglio della parte superiore della forma d'onda a 5V, bisognerà utilizzare un generatore di tensione da $(5V - V_{ON}) \approx (5 - 0.7)V = 4.3V$.

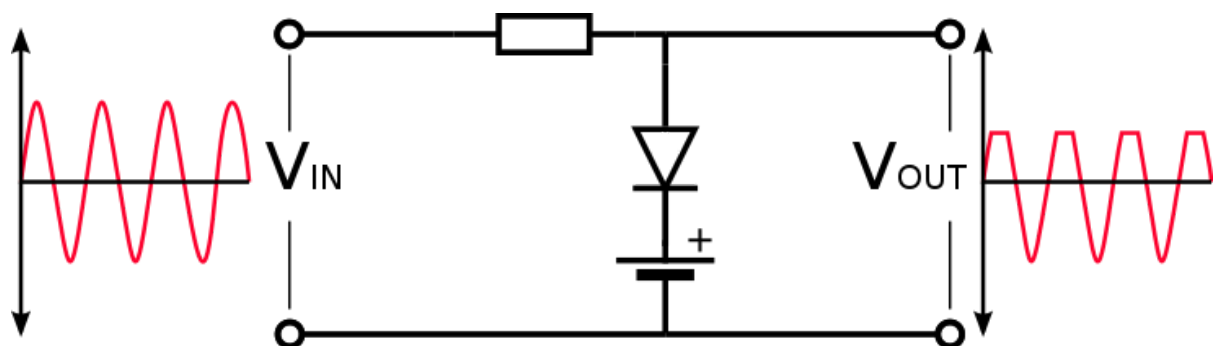


Figura 4: circuito di clipping realizzato tramite un normale diodo e un generatore di tensione.

Questa strategia non viene molto usata, in quanto bisogna utilizzare uno specifico generatore di tensione aggiuntivo per questa applicazione, e non sempre se ne ha la disponibilità.

Tramite un diodo Zener si può invece effettuare un taglio della tensione della forma d'onda (*figura 5*) ad uno specifico valore.

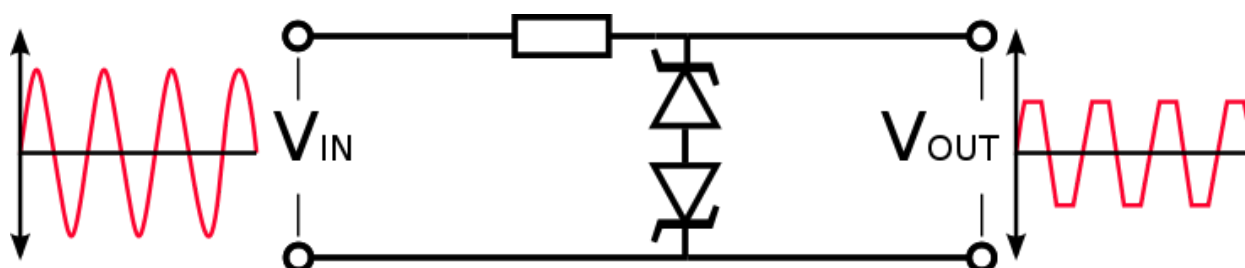


Figura 5: rappresentazione grafica del comportamento di due diodi Zener, usati per tagliare entrambe le creste di una forma d'onda.

Nel caso in *figura 5* si noti che i tagli della forma d'onda avvengono, per entrambe le creste, alla tensione V_z del primo diodo **sommata** alla tensione di attivazione/di soglia V_{ON} del secondo diodo, ossia a $V_z + V_{ON}$.

Nel caso proposto in questa relazione (*figura 1*) è stato utilizzato un circuito di clipping tramite Zener per scalare la tensione di uscita del pin di trasmissione TX dell'Arduino da 5V ai 3.3V necessari alla comunicazione seriale con il modulo WiFi ESP8266.

Non è stato invece implementato nessun level-shifter per quanto riguarda la tensione in ricezione RX all'Arduino, trasmessa dal modulo WiFi ESP8266, in quanto i 3.3V corrispettivi del segnale logico alto sono sufficienti per essere interpretati dal processore ATmega328 presente su Arduino Uno come un segnale logico alto⁵.

Se la tensione non fosse stata sufficiente avrei dovuto implementare un circuito di shifting per aumentare il segnale logico alto proveniente dal modulo WiFi da 3.3V a 5V, tramite un amplificatore operazionale.

⁵ http://www.atmel.com/images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P_datasheet_Complete.pdf, pagina 308.

Circuito di regolazione della tensione di alimentazione

Il modulo WiFi ESP8266 necessita di un'alimentazione di 3.3V, normalmente con un flusso di corrente medio di 80mA⁶, con picchi di tensione che possono raggiungere i 170mA in condizioni di difficile trasmissione⁷.

In questo caso è stato utilizzato un regolatore di tensione lineare a tensione fissa quale il **AMS1117-3.3**, nel package SOT-223: questo dispositivo permette un passaggio di corrente massimo di 1A, e una differenza di tensione minima ingresso-uscita (dropout voltage) di 1V, necessaria per assicurare una tensione di uscita stabile. La differenza di tensione ingresso-uscita viene dissipata tramite calore, purché non superi i 165 °C, temperatura oltre al quale si attiva la protezione termica.

SOT-223 Top View

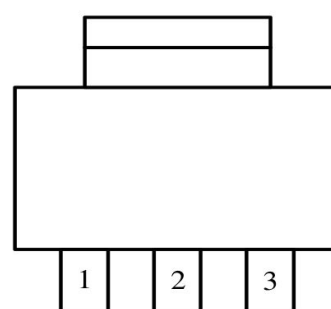


Figura 6: package del regolatore AMS1117 utilizzato.

1=GND/REF, 2=V_{OUT}, 3=V_{IN}

Nel datasheet⁸ è mostrata la configurazione necessaria al funzionamento del dispositivo, modificata in base alle necessità del progetto: non è stato ad esempio inserito un diodo di protezione del dispositivo (come indicato nella figura 1 in quarta pagina) perché la tensione di ingresso al AMS1117 è già stabilizzata a 5V dalla componentistica dell'Arduino, e i condensatori in uscita al regolatore sono di piccola capacità, non abbastanza per danneggiare la componentistica nel caso di un riflusso di corrente verso l'ingresso del regolatore.

⁶ http://espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf, pagina 7 di 27

⁷ http://espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf, pagina 23 di 27

⁸ <http://www.advanced-monolithic.com/pdf/ds1117.pdf>

È stato inserito un condensatore da **10 μ F** in ingresso al regolatore per stabilizzare la tensione di ingresso e ridurre possibili sbalzi momentanei: questo non dovrebbe essere necessario dato che i 5V erogati dalla scheda Arduino sono già stabilizzati dalla circuiteria presente sulla scheda.

In uscita al regolatore è stato inserito un condensatore da **20 μ F**, come consigliato dal datasheet, per stabilizzare la tensione regolarizzata del AMS1117.

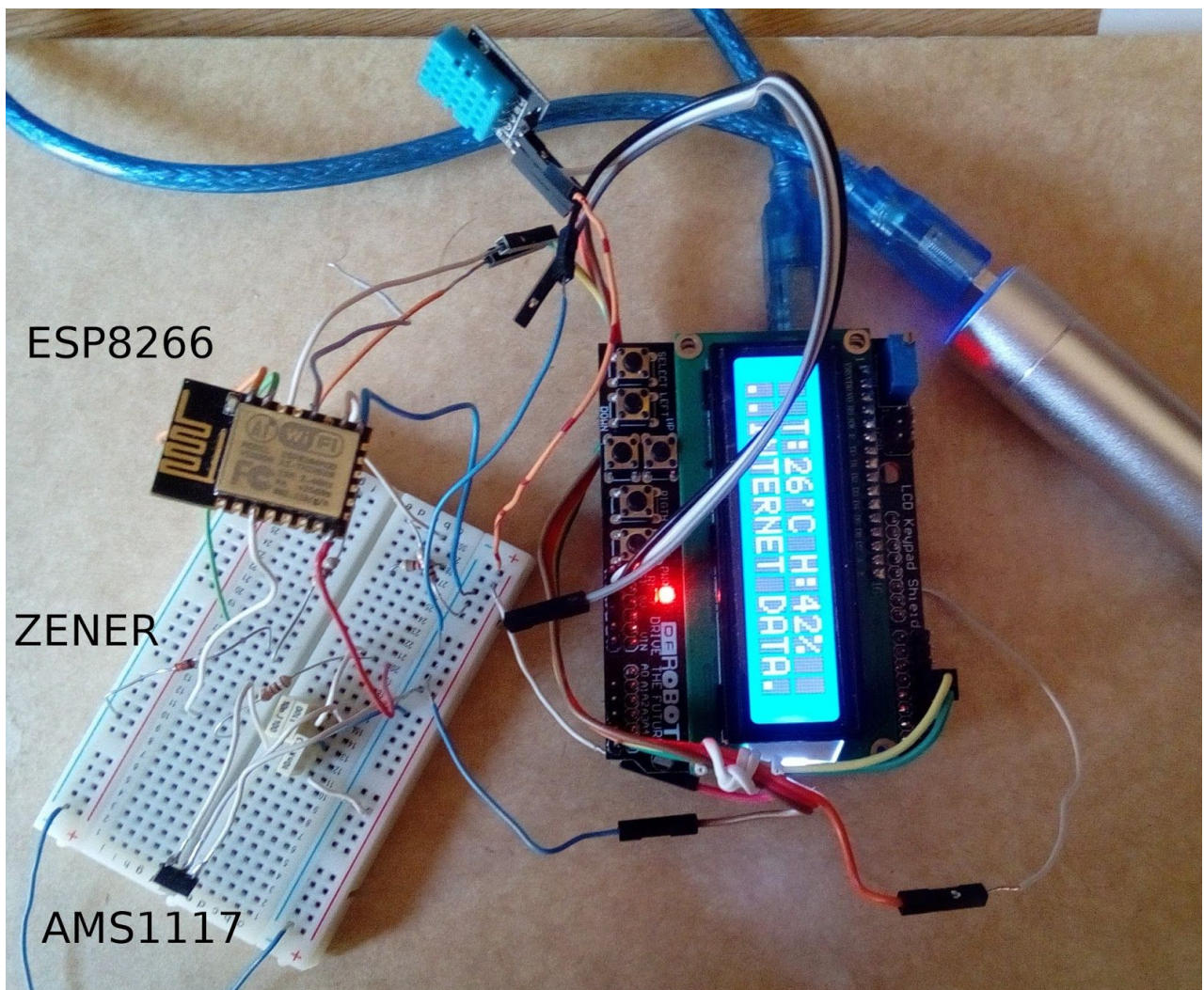


Figura 7: stato attuale del prototipo.

A sinistra il modulo WiFi, appena sotto il diodo Zener, nell'angolo in basso a sinistra il regolatore di tensione AMS1117, sotto lo schermo LCD l'Arduino Uno.

Riferimenti

1. <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
2. <https://www.espressif.com/en/products/hardware/esp8266ex/overview>
3. <https://www.espressif.com/>
4. <http://www.advanced-monolithic.com/pdf/ds1117.pdf>
5. http://www.atmel.com/images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P_datasheet_Complete.pdf
6. http://espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf
7. http://espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf
8. <http://www.advanced-monolithic.com/pdf/ds1117.pdf>

Le immagini presenti in questo elaborato sono opera propria (fig. 1 e 7) o modificate a partire da immagini con licenza CC-BY-SA (fig. 2, 3, 4, 5 e 6). Vengono tutte rilasciate con la licenza originale o con licenza CC-BY-SA 4.0.

L'immagine in figura 6 è stata ottenuta dal datasheet per il componente AMS1117 (si veda il riferimento 8); i diritti restano dei rispettivi autori.