

Tesina PCTO

Gabriele Barola

A.S. 2021/2022

Contents

1	Introduzione	1
1.1	Premessa	1
1.2	ESP32 e MicroPython	1
1.3	Descrizione del progetto	2
2	Circuito di misurazione della corrente	2
2.1	Considerazioni	2
2.2	Trasduttore di corrente CSLA2CD	2
2.3	Circuito di condizionamento	3
2.3.1	Obiettivo	3
2.3.2	Schema a blocchi	4
2.3.3	Tensione di riferimento	4
2.3.4	Condizionamento con amplificatore per strumentazione	4
2.4	Realizzazione	5
2.5	Taratura	5

1 Introduzione

1.1 Premessa

Considerata la situazione di pandemia e le conseguenti restrizioni, l'attività del PCTO è stata svolta senza una vera e propria alternanza presso un'azienda esterna ma all'interno della scuola durante il mese di giugno del 2021.

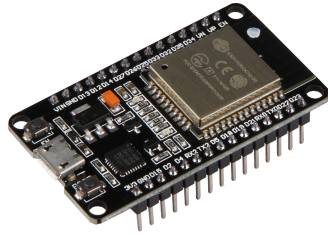
L'attività è stata distribuita su due settimane durante le quali abbiamo avuto la possibilità di approfondire alcune tecnologie a scelta, solitamente non trattate nel corso.

L'attività proposta dal docente è stata lo sviluppo di semplici sistemi basati su microcontrollori ESP8266 e ESP32 con il linguaggio di programmazione **MicroPython** ed è proseguita durante l'anno scolastico con lo sviluppo di un progetto.

1.2 ESP32 e MicroPython

ESP32 è una famiglia di microcontrollori prodotta da espressif, con l'enorme vantaggio di avere a bordo un modulo per la connettività Wi-Fi e Bluetooth, che la rende ottima per lo sviluppo di sistemi IoT.

Ne esistono diversi modelli con specifiche tecniche leggermente differenti e sono inoltre disponibili svariate schede che mirano a renderne l'utilizzo, soprattutto in fase di progettazione, il più semplice possibile, integrando sistemi di alimentazione e programmazione tramite USB e rendendola compatibile con la tecnologia THT.



(a) Scheda basata su ESP32

(b) Caratteristiche tecniche di base

Internal clock frequency	40MHz
Ram	520Kb
Rom	480Kb
SPI Flash memory	4/8/16 Mb
Supply voltage	3.0 to 3.6 V

Figure 1: Esempio di ESP32

L'hardware più moderno e prestante rispetto ad altri microcontrollori rendono ESP32 un'ottima scelta per quanto riguarda l'utilizzo di MicroPython, un firmware particolare che una volta caricato sulla scheda ne permette la programmazione tramite un linguaggio interpretato quasi totalmente compatibile con l'implementazione x86 di Python.

1.3 Descrizione del progetto

Cercando di collegare l'attività del PCTO con le tematiche trattate in educazione civica durante l'anno, ho deciso di sviluppare un sistema in grado di monitorare i parametri necessari per mostrare all'utente in modo semplice lo stato dell'impianto elettrico della propria abitazione e lo storico dei consumi, con l'obiettivo di incentivare un utilizzo più consapevole dell'energia elettrica.

Il progetto unisce in unico pacchetto tutte le funzionalità di seguito riportate e analizzate nello specifico successivamente:

- Misurazione del valore efficace della tensione di rete;
- Misurazione della corrente circolante nell'impianto;
- Misura dell'angolo di fase e calcolo delle potenze in gioco;
- Misurazione della frequenza della tensione di rete;
- Visualizzazione dei dati in tempo reale su webserver;
- Visualizzazione dello storico dei consumi con grafici interattivi;

2 Circuito di misurazione della corrente

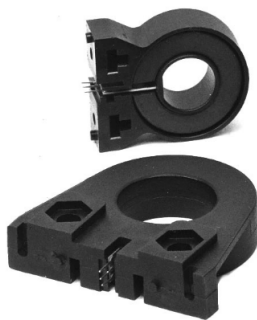
2.1 Considerazioni

L'impianto preso in esame è quello di una tipica abitazione monofamiliare con contratto da 3kW o 4.5kW. Considerando il caso limite possiamo calcolare la corrente massima erogabile in condizioni standard: $4500/230 = 19.6A$.

Scegliendo **25A** come portata massima per la misura ci si assicura che il dispositivo sia in grado di misurare i consumi in modo accurato anche in caso di un temporaneo sovraccarico.

Con l'obiettivo di rendere l'installazione del dispositivo meno invasiva possibile è stato utilizzato un trasduttore ad effetto Hall che ne permettesse la messa in opera senza dover necessariamente essere posto in serie all'intero impianto.

2.2 Trasduttore di corrente CSLA2CD

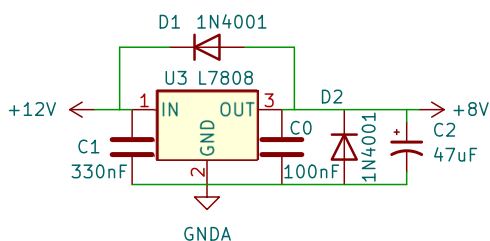


Il trasduttore di corrente ad effetto Hall **CSLA2CD** è in grado di misurare la corrente che lo attraversa senza la necessità di un collegamento fisico con l'impianto. Il principio di funzionamento si basa sulla misura del campo magnetico generato dal conduttore (in cui il trasduttore è immerso) piuttosto che dell'intensità di corrente effettiva. Il passaggio di corrente all'interno di un conduttore determina infatti la presenza di un campo magnetico avente linee di campo concentriche e modulo proporzionale all'intensità di corrente.

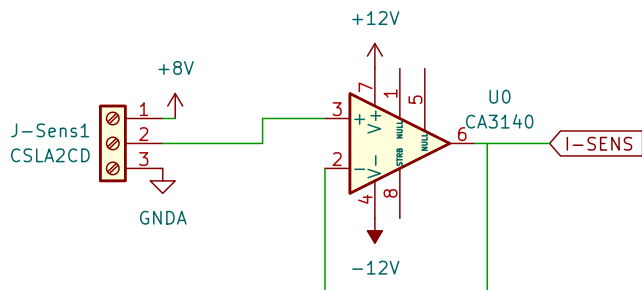
Quando alimentato con una tensione di $8V_{DC}$ fornisce un'uscita in tensione sinusoidale con offset del tipo:

$$V_o = 4 + 0.0327 \cdot I_{picco} \quad (1)$$

L'alimentazione a 8V viene realizzata tramite uno stabilizzatore di tensione LM7808 (come mostrato in figura 2a) e l'uscita del trasduttore viene disaccoppiata con un buffer prima di passare al circuito di condizionamento.



(a) Circuito di alimentazione 8V



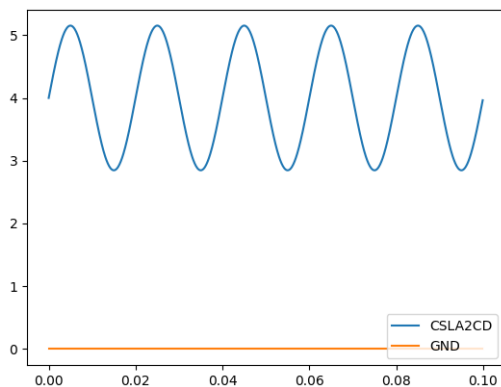
(b) Buffer

Figure 2: Collegamento CSLA2CD

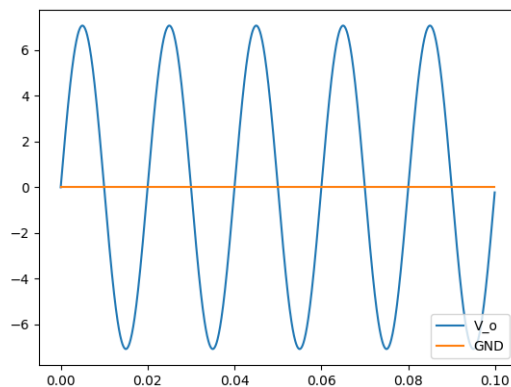
2.3 Circuito di condizionamento

2.3.1 Obiettivo

Per adattare il segnale del traduttore al circuito di misura e conversione trattato nella sezione ?? è necessario passare da una forma d'onda come quella mostrata in figura 3a ad un segnale sinusoidale con $V_{eff(Max)} = 5V$ (fondoscala dell'adc) senza componente continua come mostrato in figura 3b.



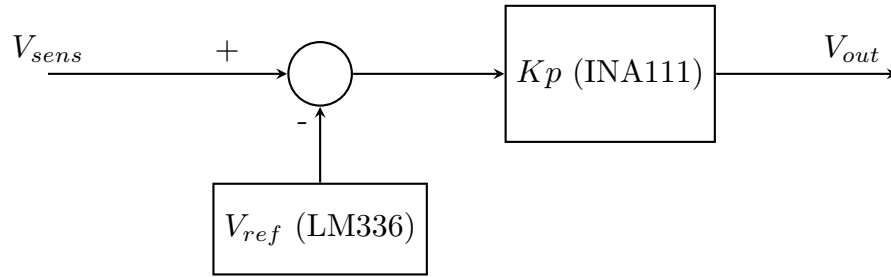
(a) Uscita CSLA2CD



(b) Segnale condizionato

Figure 3: Segnale di partenza e condizionato in condizioni di corrente massima

2.3.2 Schema a blocchi



2.3.3 Tensione di riferimento

Per rimuovere l'offset di $V_{cc}/2 = 4V$ introdotto dal trasduttore, è stata applicata all'ingresso invertente dell'amplificatore per strumentazione una tensione di riferimento di pari valore generata da un LM336z2.5 opportunamente amplificato secondo lo schema che segue.

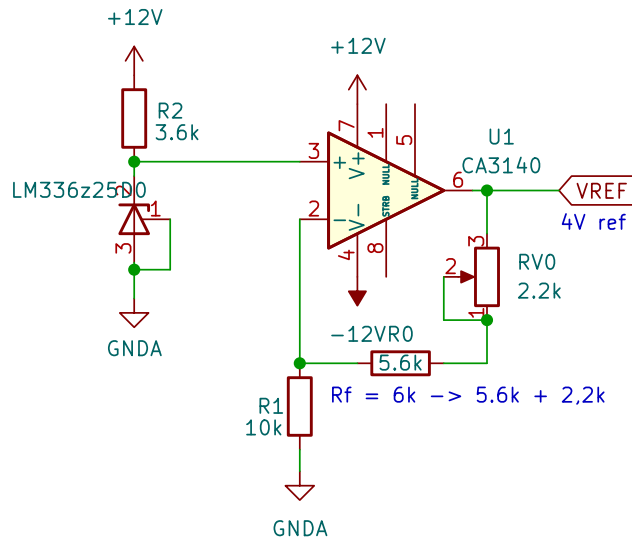


Figure 4: Circuito di generazione tensione di riferimento

2.3.4 Condizionamento con amplificatore per strumentazione

Un amplificatore per strumentazione **INA111** è utilizzato per rimuovere la tensione di offset e amplificare in modo adeguato il segnale per riportarlo al caso in figura 3b

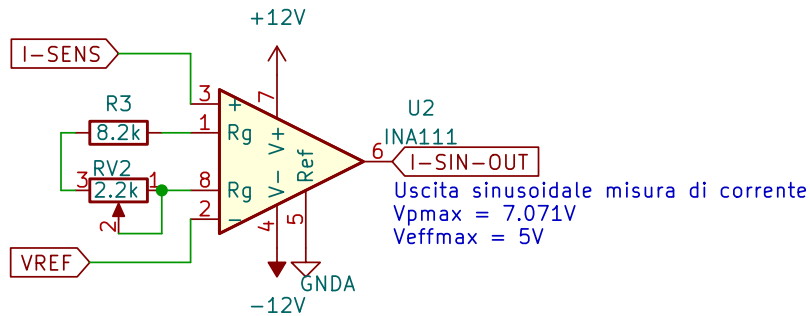
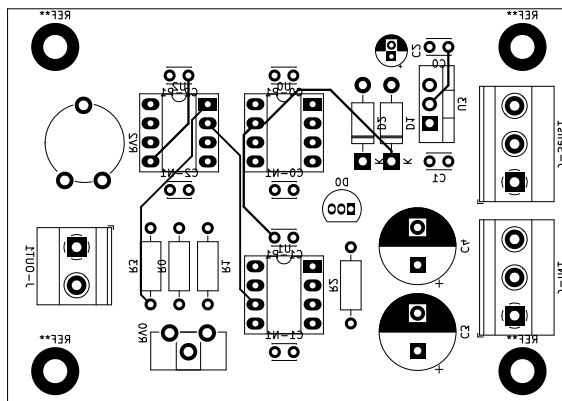


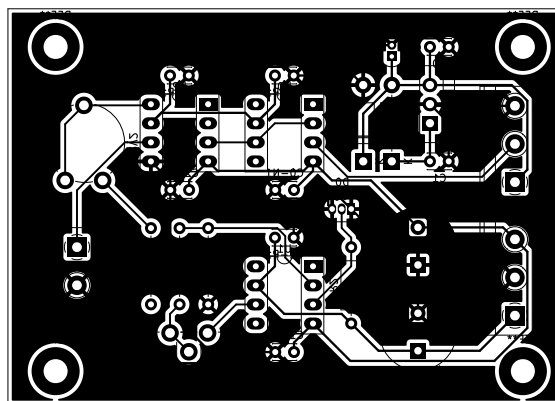
Figure 5: Circuito di condizionamento

2.4 Realizzazione

Dopo aver tenuto conto di alcuni accorgimenti come l'inserimento di condensatori per il disaccoppiamento e i terminali necessari per collegarsi agli altri circuiti è stato disegnato un PCB non definitivo ma utile come riferimento per la realizzazione del circuito su scheda milledori.



(a) Stampa Copper Top



(b) stampa Copper Bottom

Figure 6: Stampe piste e serigrafia

2.5 Taratura