

## Premessa

A completamento della mia stazione radio ho realizzato un circuito di carica della batteria che alimenta tutti i miei apparati. Il circuito è progettato per caricare le batterie al piombo acido da 12V (per auto), è di tipo lineare, cioè in grado di caricare la batteria anche ad apparati accesi, ed è a controllo di carica. Infatti si attiva quando la capacità della batteria si abbassa al di sotto del 12% della carica nominale e si disattiva automaticamente quando lo ha riacquistato.

## Il circuito

Il circuito prende l'alimentazione dalla rete per poter funzionare anche a batterie completamente scariche. E' costituito da un alimentatore con tensione continua molto più elevata di quella della batteria da caricare (circa 21V) e da un regolatore integrato di corrente, limitato dal resistore a filo R4 a circa 1,76A (la scelta è dettata dalla potenza del trasformatore che avevo a disposizione 60VA), perché l'integrato è in grado di arrivare fino a 5A e secondo il costruttore se ne possono mettere anche più di uno in parallelo (vedi bibliografia 1).

Il regolatore è collegato alla batteria tramite un relè che viene attivato dal circuito di controllo della carica.

Il circuito di controllo della carica deduce la carica dal valore della tensione ai morsetti, infatti si ipotizza che la batteria sia un grosso condensatore. Ogni elemento di una batteria al piombo (una batteria da 12V ha 6 elementi) ha una tensione nominale di 2,04V e non sopporta che la tensione ai suoi capi scenda al di sotto degli 1,8V e vada al di sopra dei 2,2V. Nel primo caso si avrebbe la solfatazione degli elementi mentre nel secondo caso si avrebbe l'emissione di idrogeno per elettrolisi dell'acqua. Considerando poi la resistenza interna della batteria, che nel mio caso assorbe 0,6V, ho deciso di far scattare la ricarica quando la tensione scende al di sotto degli 12,3V e di interromperla quando la tensione raggiunge i 13,8V. Con queste premesse è possibile dimensionare il circuito di controllo che è costituito da un trigger di schmitt non invertente con le soglie impostate ai valori sopra.

Le formule di calcolo prevedono quindi:

$$V_{TH} = 13,8V \text{ (soglia alta di intervento)}$$

$$V_{TL} = 12,3V \text{ (soglia bassa di intervento)}$$

$$V_{sat} = V_{CC} - 1,5 = 15 - 1,5 = 13,5 \text{ (tensione massima di uscita dell'operazionale)}$$

Da cui deriva:

$$V_H = V_{TH} - V_{TL} = 13,8 - 12,3 = 1,5V \text{ (valore dell'isteresi)}$$

$$V_T = (V_{TH} + V_{TL})/2 = (13,8 + 12,3)/2 = 13,05V \text{ (valore centrale)}$$

E quindi dalle equazioni di funzionamento del trigger di schmitt si ha:

$$V_H = V_{sat}/n$$

$$V_T = V_{ref}(1 + 1/n) - V_{sat}/2n$$

Risolviendo il sistema sopra si ottiene:

$$n = V_{sat}/V_H = 9$$

$$V_{ref} = (2n V_T + V_{sat})/(2n + 2) = 12,42V.$$

Posto poi:

$$R_x = (R_{V2} + R_8) = n \cdot R_5.$$

La tensione di riferimento è ottenuta da un semplice diodo zener da 13V (che può anche essere tolto senza problemi) da cui si preleva, con un partitore, la tensione  $V_{Ref}$ . Posto arbitrariamente  $R_5 = 1k\Omega$  si ottiene  $R_x = 9k\Omega$ .

Per facilitare la taratura ho previsto due trimmer  $RV_1$  per regolare la tensione  $V_{Ref}$  ed  $RV_2$  per regolare la resistenza  $R_x$ .

Il resto del circuito è ordinario.

I tre diodi  $D_2$ ,  $D_3$  e  $D_4$  tra loro in serie alla bobina del relè servono per abbassare la tensione di eccitazione del relè a circa 12V. Il pulsante serve per forzare la carica della batteria (prima di un trasporto) anche con la tensione sopra la soglia minima. La resistenza  $R_{10}$  in parallelo al

relè serve per mantenere il potenziale sopra soglia quando l'uscita è staccata (tenete presente che  $R_{10}$  ha in serie verso massa una resistenza di circa  $10K\Omega$ ).

Il circuito prevede anche uno strumentino per evidenziare la tensione ai capi della batteria, io ho utilizzato un millivoltmetro con i classici CA3161 e CA3162, ma è del tutto facoltativo.

## Montaggio

Montate per primi i componenti del circuito di alimentazione e regolazione della corrente e poi quelli del sistema di controllo. Con l'LM311 non inserito, verificate la presenza delle tensioni continue. Provate poi il regolatore LM338 che funzioni correttamente. Per fare ciò caricate il circuito con una lampada per auto verificando che circoli la corrente impostata  $I_{Max} = 1,2/R_4 = 1,76A$ . Inoltre controllate che l'integrato LM338 sia adeguatamente raffreddato con una grossa aletta (p.es.:  $1,4 C^\circ/W$ ) e che assieme alla resistenza  $R_4$  non raggiunga temperature elevate (non oltre i  $70^\circ C$ ). Il tutto l'ho racchiuso in una scatola TEKO di plastica  $120 \times 120 \times 180mm$ .

Vi consiglio di prestare attenzione alla parte alimentata a 230V, per la quale è stata prevista la protezione di classe I, per cui occorre collegare al conduttore di protezione (cioè la terra del cavo di alimentazione 230V) la carcassa del trasformatore 230/15VAC ed occorre unire con fascette entrambi i conduttori 230V.

## Taratura

Per la taratura occorre un multimetro digitale, un generatore di tensione (alimentatore) regolabile in grado di variare la tensione da 10 a 14V.

Ad operazionale ancora distaccato regolate il trimmer  $RV_1$  finchè al pin n°3 dell'LM311 non avrete la tensione  $V_{ref} = 12,42V$ . Poi misurate la resistenza esistente tra i pin 7 e 2 dello stesso integrato e regolate il trimmer  $RV_2$  finchè non avrete raggiunto il valore resistivo di  $R_x = 9k\Omega$ . Così facendo siete già vicini al punto di taratura ottimale.

Aggiustate ora il resistore  $R_{10}$  in modo che la tensione a vuoto letta ai morsetti di uscita sia di circa 14V (io ho messo una  $3,9K\Omega$ ).

Ora inserite l'operazionale nel suo alloggiamento, distaccate il reoforo che collega la resistenza  $R_5$  all'uscita del caricabatteria e collegatelo al positivo dell'alimentatore. Il negativo dell'alimentatore collegatelo alla massa del circuito. Col multimetro controllate la tensione tra massa ed il reoforo staccato. Lasciate l'uscita del caricabatteria senza alcun carico. In questo modo sarà possibile verificare il solo circuito di controllo.

Date tensione e regolate l'alimentatore in modo che la tensione d'uscita raggiunga le soglie di intervento e verificate che il circuito di controllo intervenga alle tensioni stabilite  $V_{Min} = 12,3V$  e  $V_{Max} = 13,8V$ . Nel caso le soglie non fossero esatte regolate i due trimmer  $RV_1$  ed  $RV_2$  tenendo presente che il primo regola il valore centrale mentre il secondo regola l'ampiezza dell'intervallo.

Infine ripristinare il collegamento distaccato e chiudete la scatola.

## Conclusioni

Considerando la curva di carica della batteria lineare si avrà, a corrente di carica costante  $I_{Max} = 1,76A$ , il reintegro della carica ceduta (circa il 12%) dopo un tempo proporzionale all'area di un triangolo rettangolo avente come area la carica da erogare e come cateti la corrente di carica ed il tempo di carica. La mia batteria è da 43Ah quindi il 12% è 5,16Ah pari  $5,16 \cdot 60 = 309Amin$ . Alla corrente  $I_{Max}$  occorrono  $2 \cdot 309/1,76 = 351min$ , corrispondenti a 5 ore e 51 minuti. Aumentare la corrente  $I_{Max}$  diminuisce il tempo di ricarica ma aumenta l'ingombro del circuito e richiede batterie veloci da ricaricare (cioè con bassa resistenza interna).

## Variante per i 6Volt.

Per poter caricare le batterie al piombo da 6V occorre modificare il circuito nel seguente modo:

$T_1 = 12VAC$

$U_1 = 7812$

$D_8 = 7,5V 1W$

$R_6 = 470 \Omega$

$D_1, D_2, D_3 =$  vanno cortocircuitati.

Posto poi  $V_{TH} = 6,5$  e  $V_{TL} = 5,5$  si ottiene:

$V_{ref} = 5,93V$

$R_x = 10,5 k\Omega$

Attenzione perché le alette di raffreddamento per  $U_1$  ed  $U_3$  devono essere maggiorate.

lw2fnd

Attolini Lucio

Via XXV Aprile, 52/B

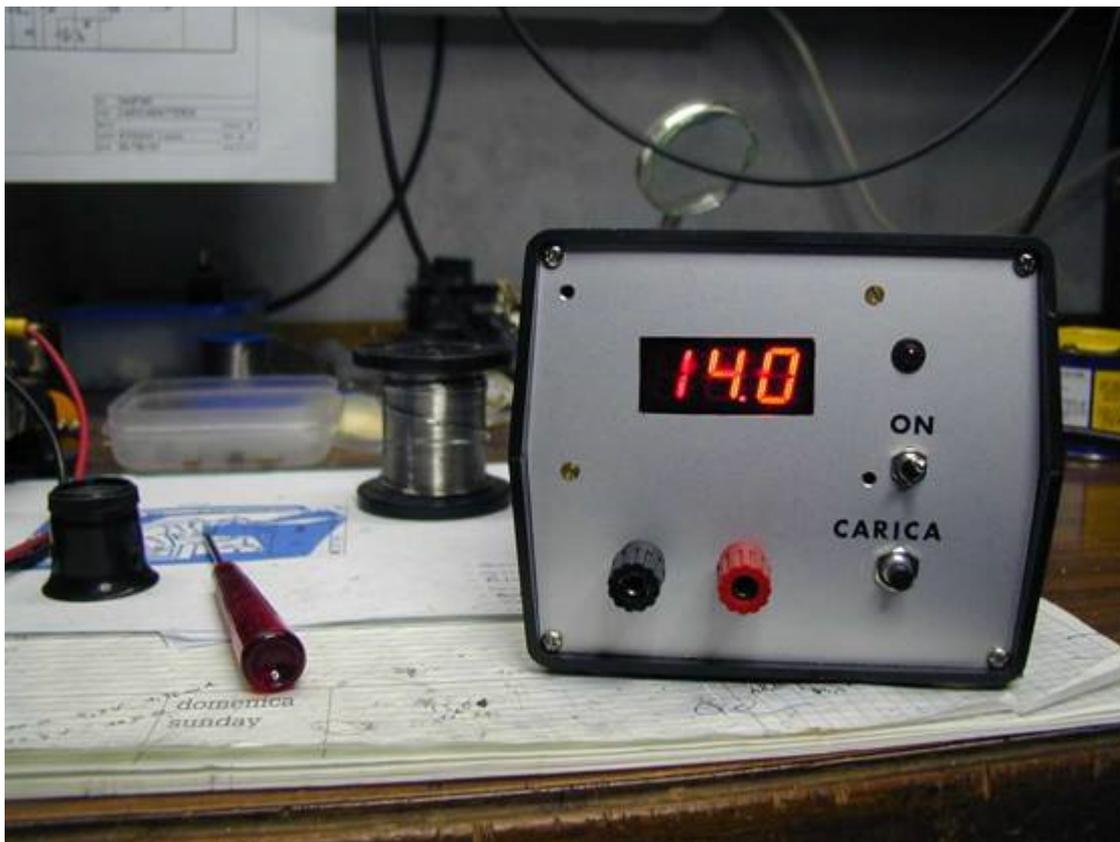
26037 San Giovanni in Croce (CR)

e-mail: [attolucio@tin.it](mailto:attolucio@tin.it)

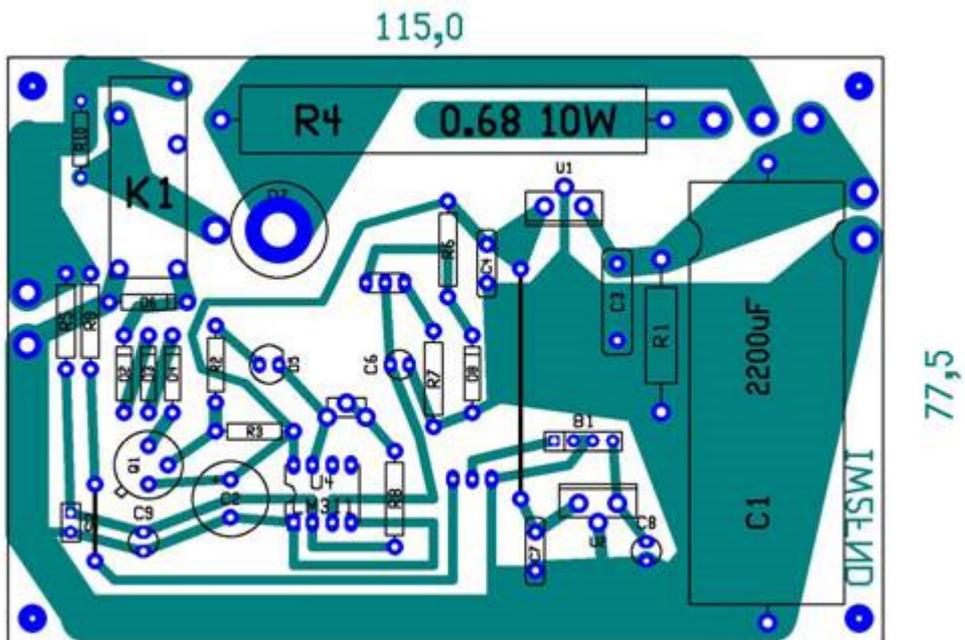
## BIBLIOGRAFIA

- 1) National Semiconductor "Linear Data Book" Edizione 1980.
- 2) Cuniberti, De Lucchi, De Stefano "Elettronica" Edizioni Petrini 1992.
- 3) Silvestroni "Fondamenti di chimica" Veschi Editore Roma 1977.

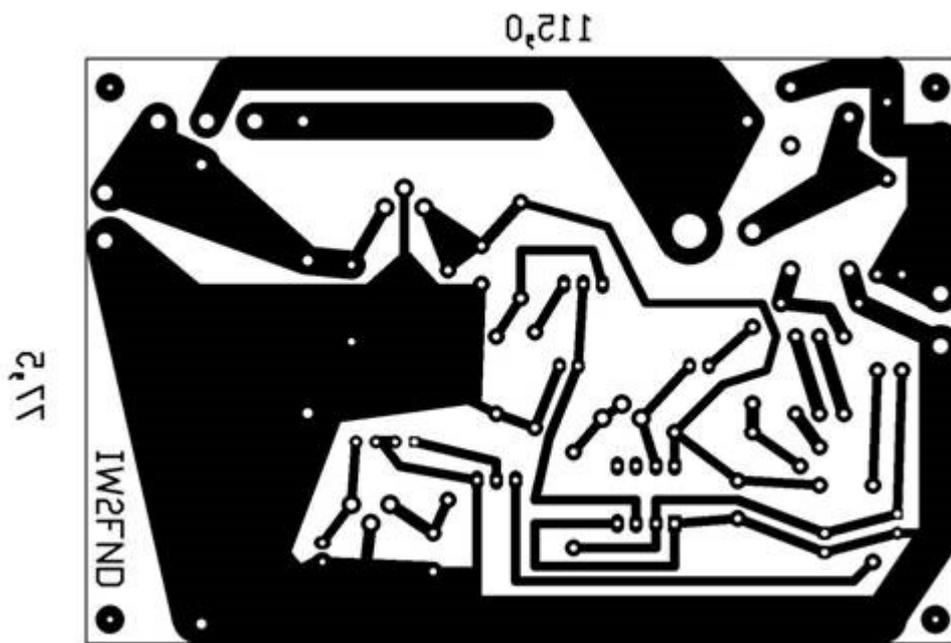
## FOTO DEL LAVORO COMPLETATO !!



## PIANO DI MONTAGGIO:



CIRCUITO STAMPATO LATO RAME:



SCHEMA ELETTRICO:

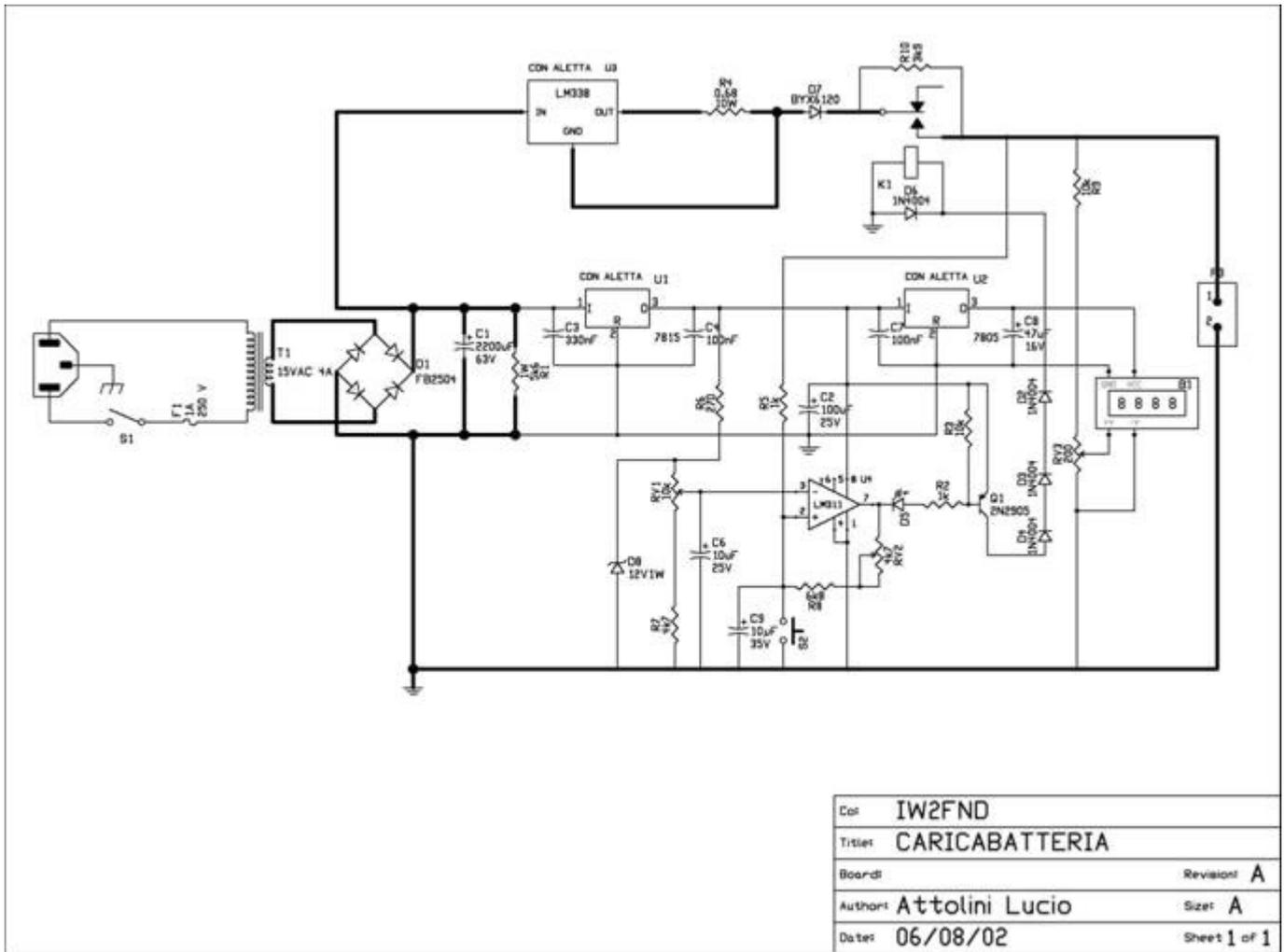


FOTO DELL'INTERNO:

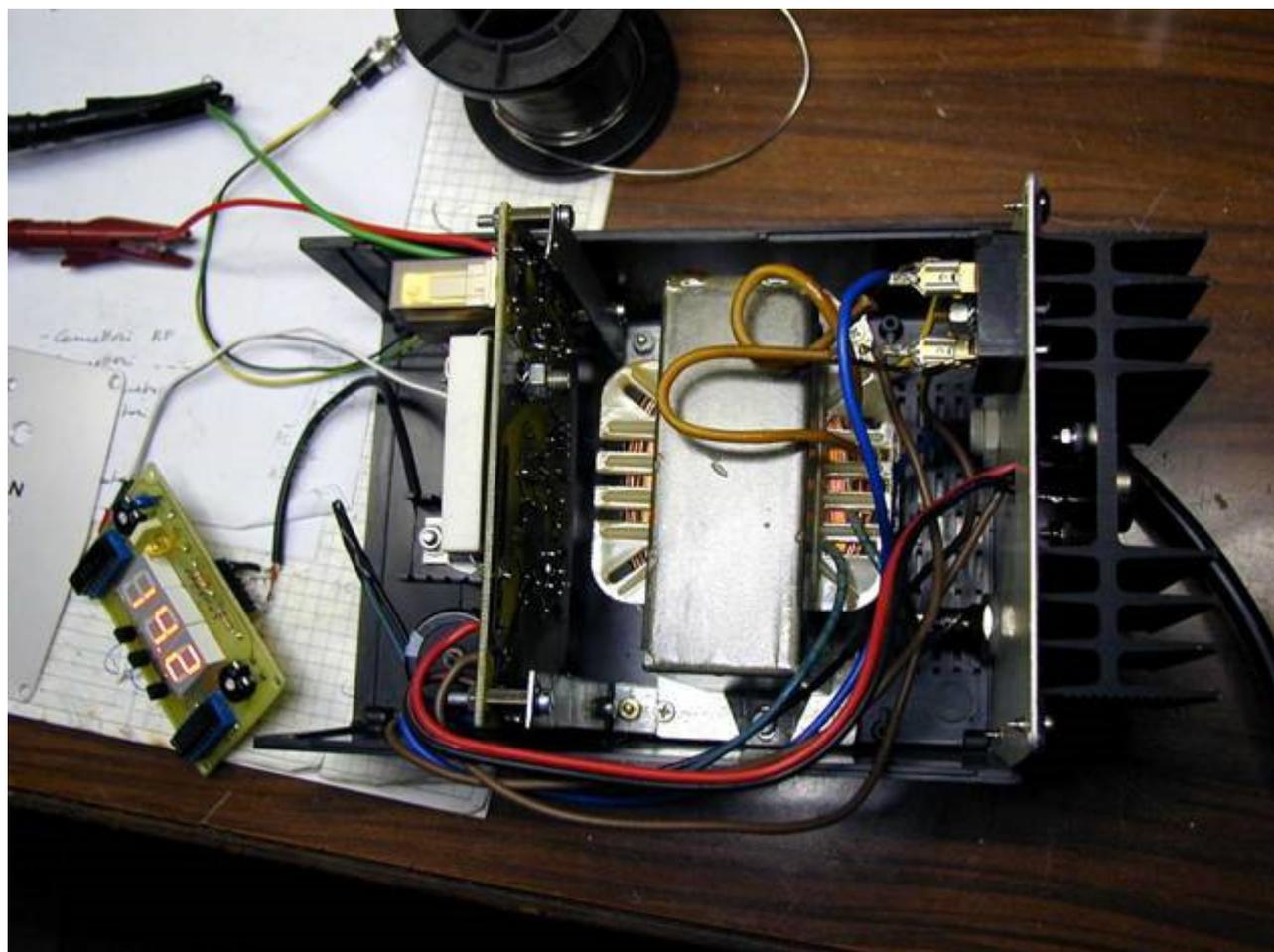
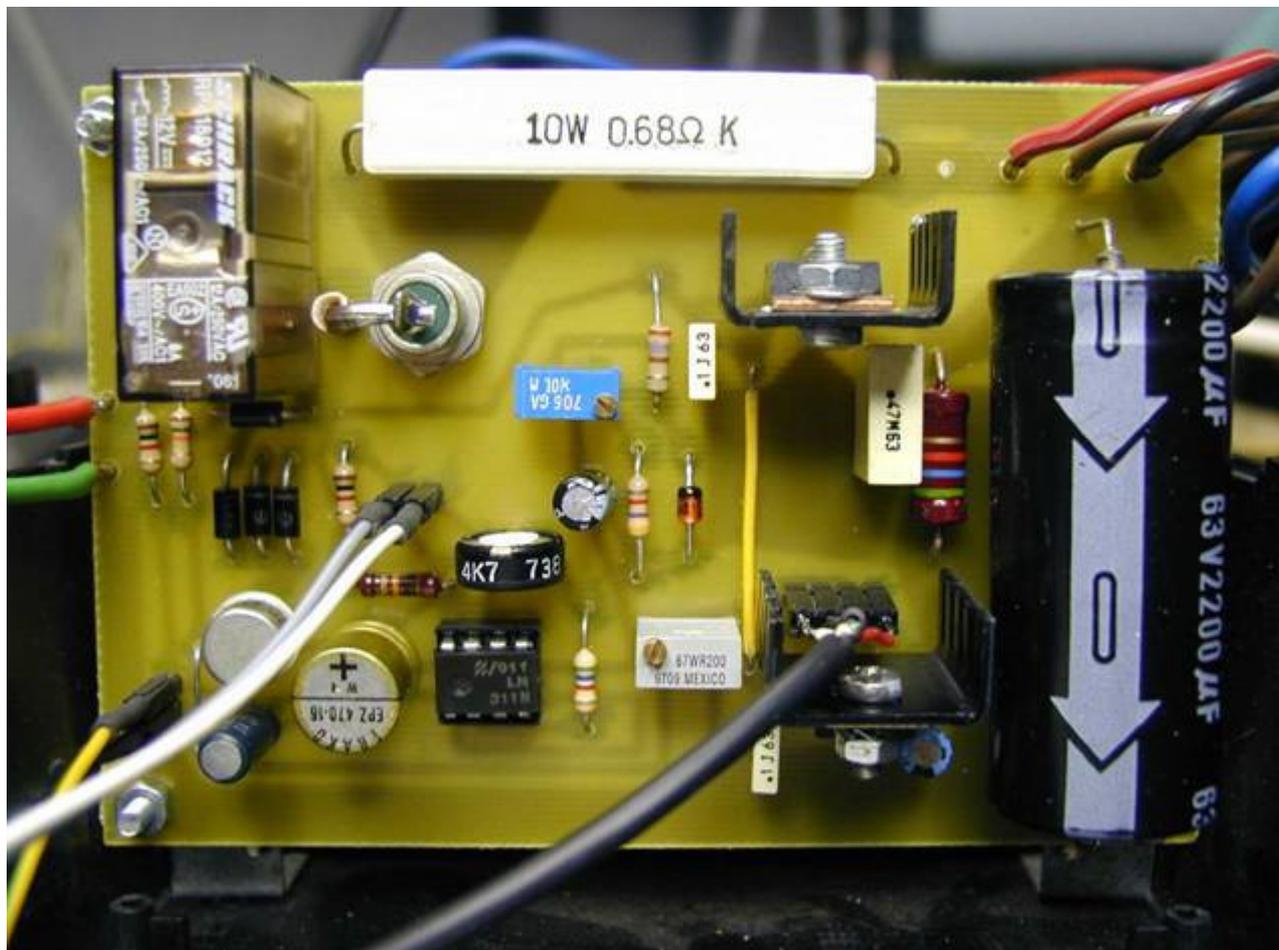


FOTO DEL CIRCUITO:



## ELENCO MATERIALI:

NAME	VALUE	MODIFIER
C1	2200uF 63V	
C2	100uF 25V	
C3	330nF	
C4	100nF	
C6	10uF 25V	
C7	100nF	
C8	47uF 16V	
C9	10uF 35V	
D1	FB2504	
D2	1N4004	
D3	1N4004	
D4	1N4004	
D5	LED Rosso	
D6	1N4004	
D7	BYX6120	
D8	12V 1W	
F1	1A 250 V	
K1	Relè 10A 1SC	
Q1	2N2905	
R1	6k8	
R2	1k	
R3	10k	
R4	0,68 10W	
R5	1k	
R6	270	
R7	4k7	

R8	5k6
R9	10k
R10	3k9
RV1	10k Multigiro
RV2	4k7
RV3	200 Multigiro
S1	Interruttore
S2	Pulsante NA
T1	15VAC 4A
U1	7815
U2	7805
U3	LM338
U4	LM311

IL CIRCUITO STAMPATO PER QUESTO PROGETTO E' DISPONIBILE PRESSO LA SEZIONE  
A.R.I. DI PARMA AL PREZZO DI 8 EURO + SPESE POSTALI