

## INDICE

GENERALITA': .....	2
TEORIA DEL FUNZIONAMENTO: .....	2
FOTORESISTENZA: .....	3
TRIGGER DI SCHMITT: .....	3
BLOCCO DI INNESCO .....	5
IL TRIAC .....	5
IL DIAC .....	6
FORME D'ONDA DEL CIRCUITO .....	6

## INTERRUTTORE NIGHT-LIGHT LX.851

Gruppo di lavoro :

*Scalvini Alessandro*

*Cremaschini Michele*

classe 5BI a.s. 94-95

corso TIEE Tecnico Industrie Elettriche ed Elettroniche

docenti:

prof. Cleto Azzani

prof. Vitonofrio de Trizio

## GENERALITA':

L'interruttore night-light è un circuito che sostituisce il normale interruttore di casa; esso fa accendere una lampada automaticamente quando l'intensità luminosa, che colpisce la fotoresistenza, diminuisce al di sotto di una soglia stabilita.

E' utile per applicazioni esterne, per esempio: accendere, all'imbrunire, le luci di un viale o di un giardino, oppure per applicazioni interne ad edifici, accensione automatica dell'illuminazione per scale condominiali, quando la luce non è sufficiente.

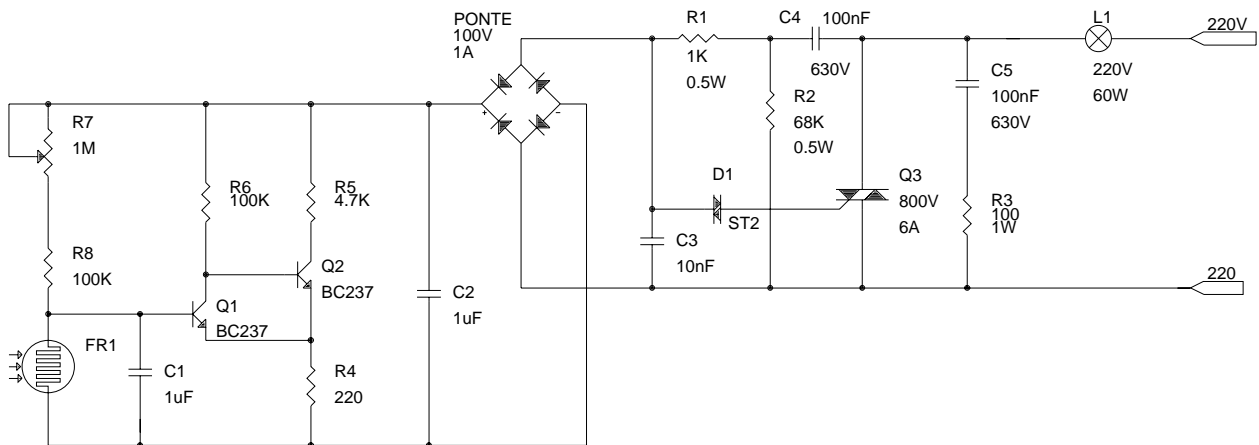


fig.1 SCHEMA ELETTRICO

## TEORIA DEL FUNZIONAMENTO:

A grandi linee il circuito funziona in base al comportamento del trigger di Schmitt, della fotoresistenza, del Triac e Diac che hanno il compito di innescare il procedimento che farà accendere la lampada.

In base all'intensità di luce che colpisce la fotoresistenza, essa cambierà il suo valore; il trigger di Schmitt si comporterà di conseguenza, assorbendo una quantità di corrente dal circuito di innesco che abiliterà il triac facendo accendere o spegnere la lampada in funzione dell'intensità luminosa.

Il circuito è stato suddiviso nei seguenti 3 blocchi:

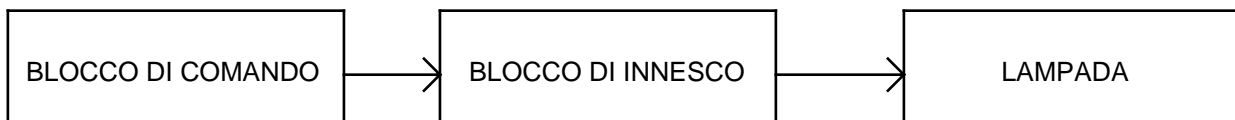


fig.2 SCHEMA BLOCCHI

## FOTORESISTENZA:

è un componente che sfrutta la proprietà di alcuni semiconduttori (principalmente solfuro di cadmio e solfuro di piombo), che diminuiscono la propria resistenza all'aumentare della luce.

Il fenomeno è dovuto al fatto che, grazie all'energia luminosa si scinde il legame elettrone-lacuna, e l'elettrone passa dalla banda di valenza a quella di conduzione, migliorando in tal modo la conducibilità del dispositivo.

Le fotoresistenze non hanno un verso di polarizzazione in quanto all'interno non vi si trova alcuna giunzione.

Nella condizione di buio completo, le fotoresistenze hanno una resistenza di  $10^6-10^8$  ohm, mentre in corrispondenza del massimo illuminamento possono arrivare intorno a  $10^2$  ohm.

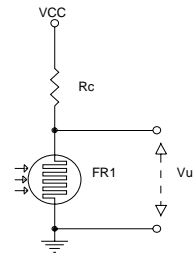
Il tempo di reazione di una fotoresistenza ad una variazione luminosa è abbastanza elevato, infatti non può giungere in condizioni normali al di sotto di 0.3-0.4 millisecondi. In funzione del materiale semiconduttore usato, una fotoresistenza può essere sensibile a frequenze luminose comprese nel campo ottico oppure al di fuori di esso. Le cellule al solfuro di cadmio hanno infatti uno spettro compreso nel campo della luce visibile, mentre quelle al solfuro di piombo sono sensibili anche alle frequenze comprese nell'ultravioletto.

## TRIGGER DI SCHMITT:

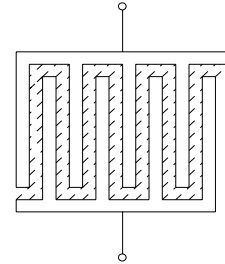
Il blocco di comando è costituito anche da un trigger di Schmitt, (formato da T1 e T2) che ha la proprietà di commutare dall'uno all'altro dei due stati stabili, in funzione dei valori assunti dal segnale introdotto all'ingresso che coincide con la tensione ai capi della fotoresistenza. La condizione essenziale per far sì che il circuito funzioni è quella di avere la resistenza di collettore del T1 molto maggiore di quella di T2.

Il trigger ha retroazione positiva, infatti supponendo di avere sul collettore di T1 una tensione che aumenta, aumenterà anche la tensione sulla base del T2, di conseguenza il segnale sull'emettitore del T2 aumenterà. Aumentando quest'ultimo, ci sarà una diminuzione della tensione sulla base di T1 che provocherà un aumento della tensione sul collettore di T1.

Per comprendere il funzionamento del dispositivo, ipotizziamo di avere una situazione iniziale in cui il segnale di ingresso, (tensione ai capi di FR1) è una tensione di basso valore (circa uguale a 0), ciò significa che FR1 avrà un valore basso (qualche



a) Fotoresistenza e circuito d'impiego



b) Fotoresistenza: zona tratteggiata=zona sensibile struttura a pettine rappresenta gli elettrodi.

fig.3 fotoresistenza

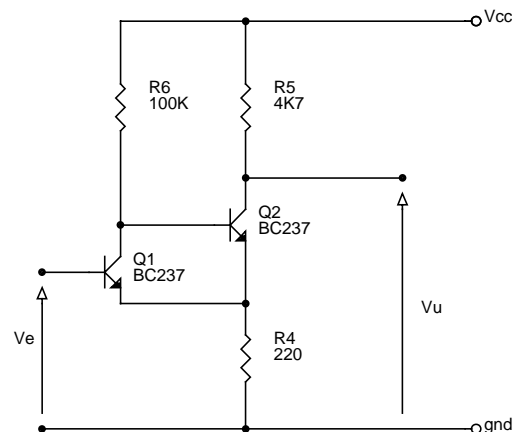


fig. 4 Trigger di Schmitt

Kohm) che corrisponde ad una situazione di luce: in tal caso T1 risulterà interdettato in quanto non polarizzato, mentre T2 si autopolarizzerà con la corrente che scorre sulla R3; la corrente che scorre sulla R4, data da :

$$\frac{V_{CC}}{R_5 + R_4}$$

(con  $V_{CC}$ =alla V ai capi del ponte diodi) provocherà una caduta di tensione su R5 che assicurerà l'interdizione di T1.

Ciò provocherà un assorbimento di corrente dal circuito di innesco con conseguente abbassamento della tensione ai capi di R6 al di sotto della  $V_{BO}$  del diac.

Il sistema rimane così fino a quando non viene modificata la tensione di ingresso del trigger; per ottenere tale risultato occorrerà una situazione esterna di buio che farà aumentare il valore di FR1 a qualche MΩ; la tensione ai suoi capi, per far sì che T1 si polarizzi, dovrà superare di 0,6V la VR5: il trigger commuterà alla condizione T1 ON, T2 off. La  $V_{CE}$  di T1 (essendo il BJT in saturazione) sarà minore della  $V_{BE}$  quindi T2 sarà interdettato.

In questa condizione il passaggio di corrente non si avrà più su R4, ma su R3 ed

$$I_{R3} = \frac{V_{CC}}{(R_3 + R_4)}$$

Ciò provocherà un lieve assorbimento di corrente che comunque assicurerà l'innesco del diac. Il trigger ha un ciclo di isteresi con le soglie di commutazione

$$LTL = \frac{V_{CC} \cdot R_5}{R_3 + R_5} + V_{BEon}$$

$$UTL = \frac{V_{CC} \cdot R_5}{R_4 + R_5} + V_{BEon}$$

il ciclo di isteresi ha una  $V_H = UTL - LTL = 0,52V$ .

Confrontando la  $I_{R4}$  con la  $I_{R3}$ , che corrispondono ai due stati del trigger, si nota che la prima, molto più grande della seconda e ciò per la condizione iniziale  $R_3 \gg R_4$ : alla luce quindi il trigger assorbirà una corrente  $I_{R4}$  che impedirà l'innesco del diac e quindi l'accensione della lampada; al buio il trigger assorbirà una  $I_{R3}$  che assicurerà l'innesco del diac e l'accensione della lampada.

## BLOCCO DI INNESCO

Il blocco d'innesco è formato principalmente da: Diac , Triac, R6, R7 e C4. Il Diac e il Triac costituiscono il fulcro di questo blocco, e sono stati usati per le loro particolari caratteristiche.

Il Triac è in grado di alimentare una lampada fino ad un massimo di 700-800W; l'innesco di questo componente viene effettuato da una rete di sfasamento, formata da R6-C3. Il passaggio della semionda alternata sullo 0 permette di eliminare il "rumore di commutazione" e la dissipazione di calore del Triac.

Il Diac conduce sia durante la semionda positiva che in quella negativa quindi l'eccitazione del gate avverrà su entrambe le semionde, e così la lampada non avrà alcuna riduzione luminosa.

Questa parte del circuito funziona come un interruttore, che accende e spegne una normale lampada. Il funzionamento di questo blocco si può schematizzare in due fasi che dipendono dalla tensione sul diac. Per spiegare il funzionamento di questa parte del circuito consideriamo la fotoresistenza FR1 sottoposta a luce.

In questa situazione si avrà un assorbimento massimo di corrente, che provocherà una caduta di tensione ai capi della resistenza R6. Questo di conseguenza comporterà un abbassamento della tensione ai capi del Diac al di sotto della tensione di innesco pari a 30 volt; esso non invierà nessun impulso sul gate del triac il quale rimarrà diseccitato, di conseguenza la lampada rimarrà spenta.

Consideriamo ora la fotoresistenza FR1 in una condizione di buio. In questa situazione l'assorbimento di corrente sarà molto più basso del caso precedente (come già analizzato nel blocco di comando) perciò la tensione ai capi della R6 sarà assicurata ad un valore superiore ai 30V della  $V_{bo}$ , che permetteranno al diac di condurre. Il Diac in conduzione invierà degli impulsi sul gate del Triac ogni volta che la semionda alternata ai suoi capi passerà per lo 0.

Questo permetterà al triac di eccitarsi su entrambe le semionde, esso comportandosi come interruttore si chiuderà permettendo alla lampada di accendersi sfruttando completamente le due semionde.

## IL TRIAC

Il Triac presenta una struttura analoga a quella del Diac ma in esso è stata effettuata, rispetto al precedente, un'ulteriore giunzione, cui è applicato l'elettrodo del gate. (fig.A e B) Il Triac presenta la proprietà di condurre

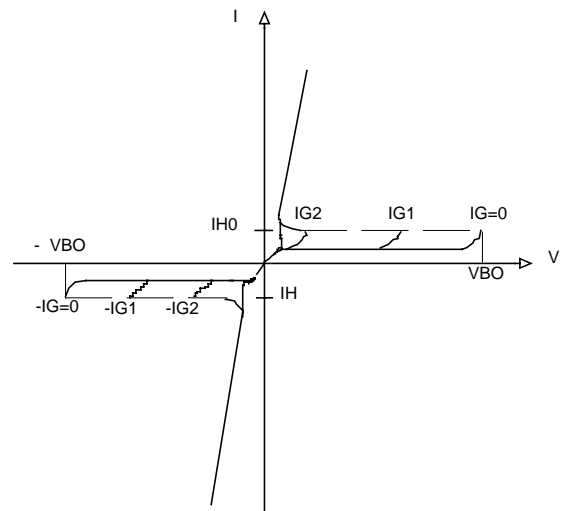
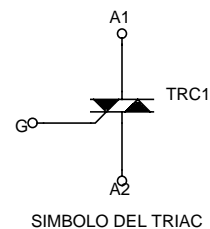
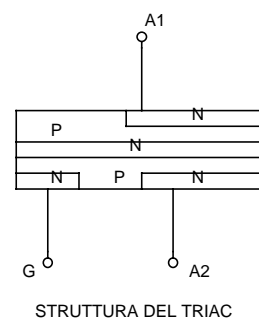


fig.6 caratteristica triac



STRUTTURA DEL TRIAC

cariche elettriche in entrambi i versi (cioè dall'anodo 1 all'anodo 2 e viceversa) ed inoltre il fenomeno di conduzione può essere comandato mediante impulsi di corrente in gate.

Le caratteristiche di funzionamento del Triac (Fig.C) sono diverse da quelle del Diac, e presentano, in analogia con gli SCR, il valore di corrente di mantenimento. Peraltro il comportamento del Triac rimane il medesimo invertendo la polarità della tensione applicata tra i due anodi.

Si osservi che gli impulsi forniti al gate per innescare la conduzione hanno normalmente la medesima polarità dell'anodo 2. In altri termini, se A2 è positivo rispetto ad A1, si ottiene la conduzione del Triac (in corrispondenza di una certa tensione applicata) portando il gate a potenziale positivo rispetto ad A1; viceversa, se A1 è positivo rispetto ad A2, si ottiene la conduzione di corrente attraverso il dispositivo, fornendo al gate un impulso di verso opposto al precedente .

l'interdizione del Triac (che viene utilizzato in circuiti in A.C.) si ottiene annullando la d.d.p. ai suoi capi.

## II DIAC

Il Diac è un dispositivo a semiconduttore realizzato mediante 5 zone di drogaggio di tipo NPNPN (fig A e B).

All'esterno esso presenta solamente due elettrodi, che ne giustificano il nome (Diac="diode alternate current"=diodo per corrente alternata). Il comportamento del Diac si può comprendere dall'esame della caratteristica di figura C.

Da questa si trae che il Diac può essere posto in conduzione sia applicandogli una d.d.p. in un verso, che nel verso opposto. La condizione d'innescò è che la d.d.p. ai suoi capi (in un verso o nell'altro), superi la tensione di rottura  $V_{bo}$ .

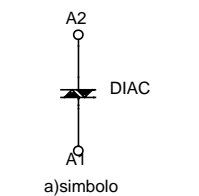
Una volta avvenuto l'innescò, la tensione che si stabilisce ai capi del Diac è minore di  $V_{bo}$  (come si può vedere dalle caratteristiche). Valori tipici di funzionamento di un Diac, con riferimento alle grandezze indicate in figura C, sono:  $V_{bo}$  circa uguale ai 30 volt (tensione di rottura) mentre  $I_b$  dell'ordine dei micro ampere (corrente d'innescò).

Il campo di applicazione del Diac è normalmente ristretto ai circuiti di comando dei Triac.

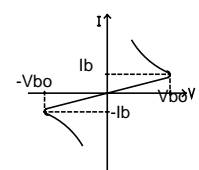
### Forme d'onda del circuito

Mediante l'utilizzo del software HP BenchLink ed un oscilloscopio tipo HP 54600B abbiamo misurato e memorizzato le seguenti forme d'onda in alcuni punti del circuito.

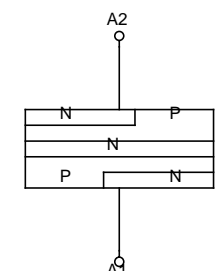
Sono state rilevate prima nella condizione di buio e poi nella condizione di luce. Le forme d'onda sono le seguenti:



a)simbolo



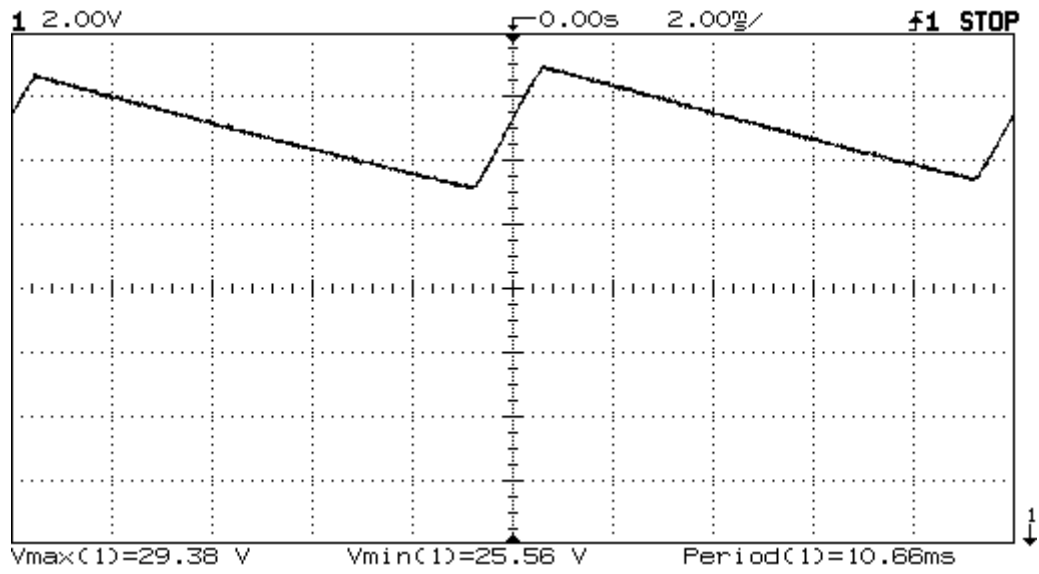
b)caratteristica



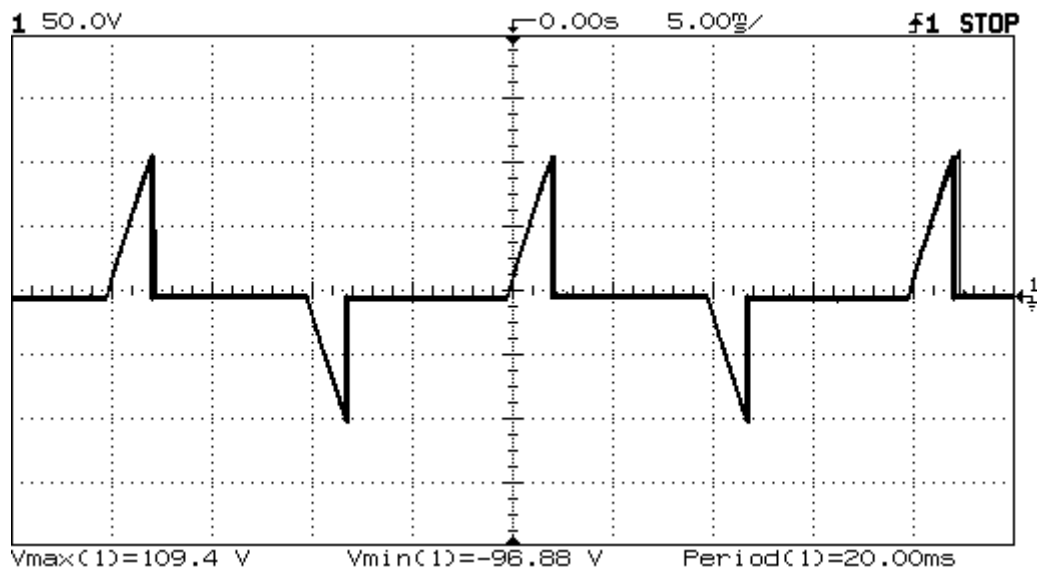
c)struttura del diac

fig.5 diac

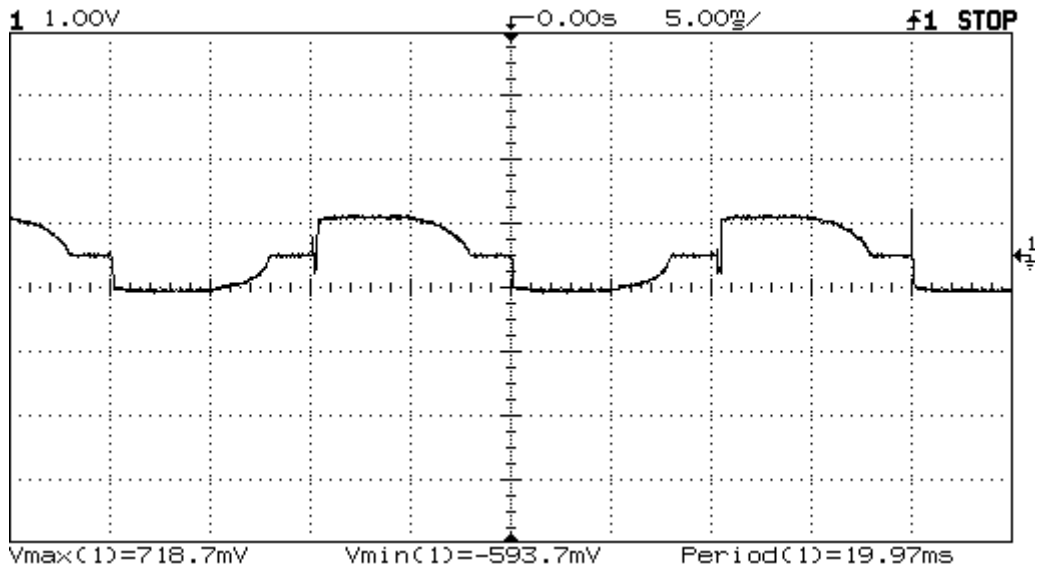
### Condizione di buio



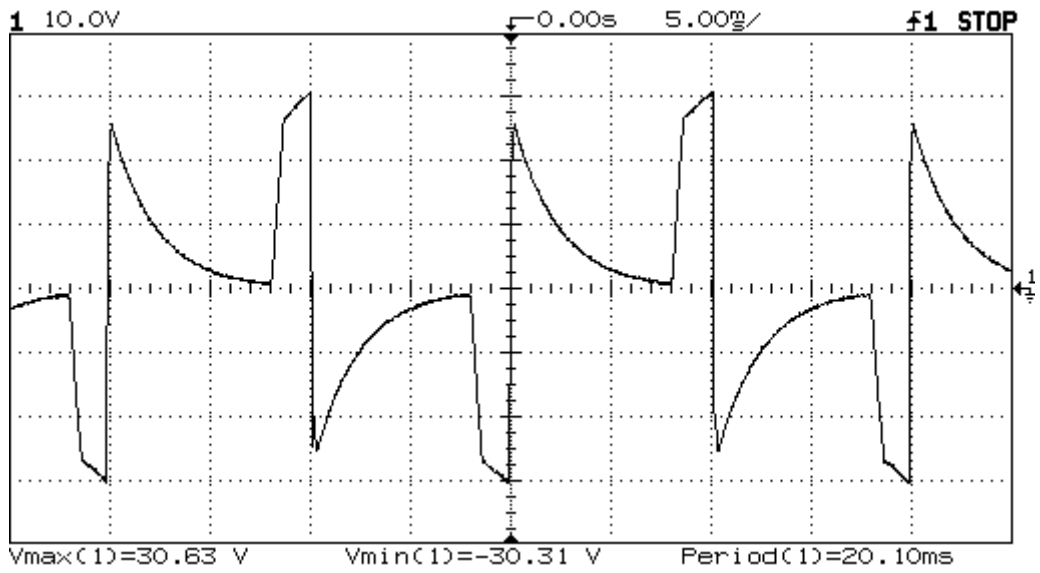
forma d'onda rilevata ai capi di C2.



forma d'onda rilevata sull' ingresso.

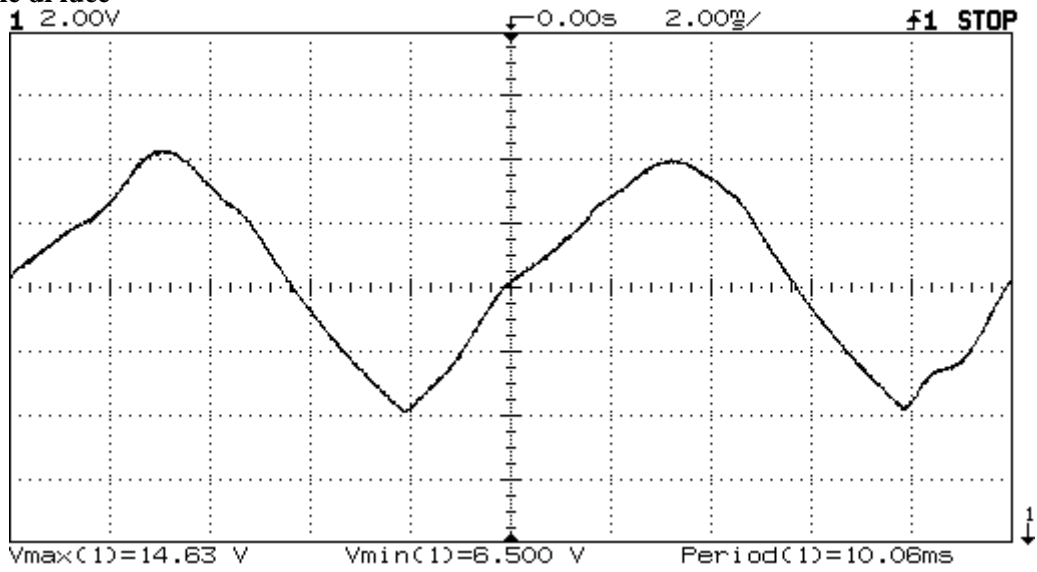


forma d'onda rilevata su C3.

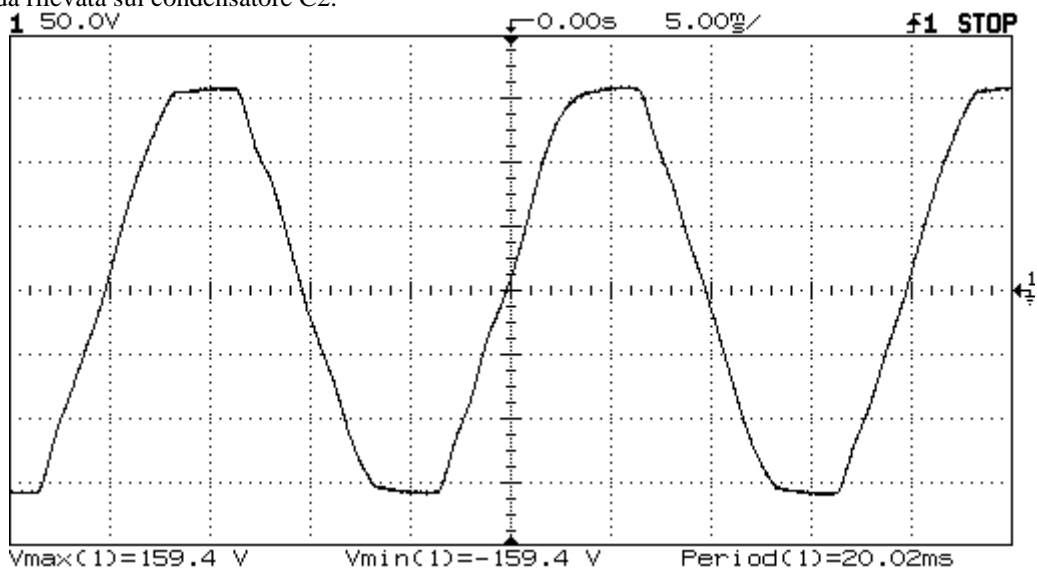


forma d'onda rilevata tra il gate del Triac e massa.

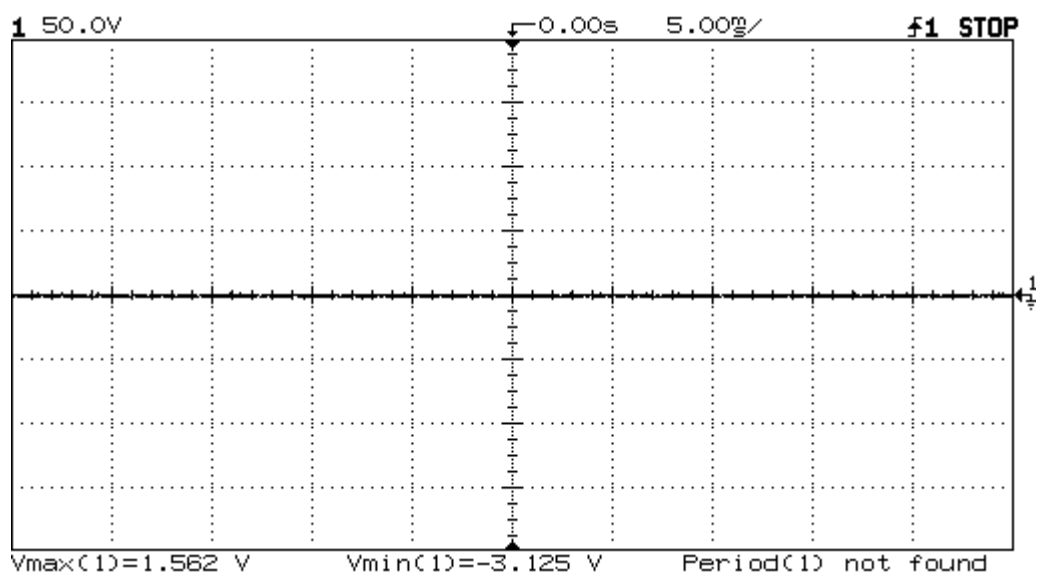
Condizione di luce



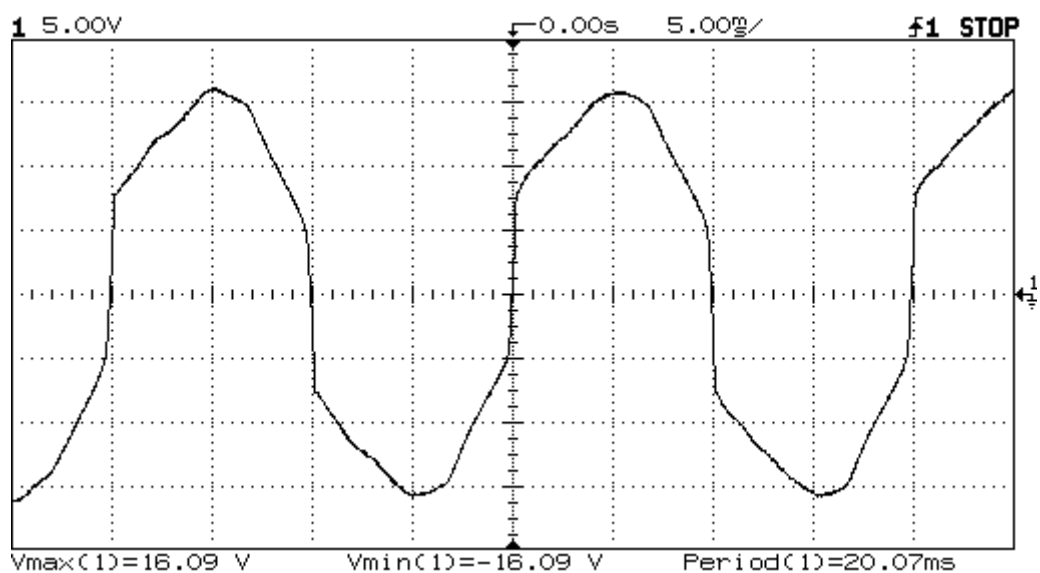
forma d'onda rilevata sul condensatore C2.



forme d'onda rilevata sulla tensione d'ingresso.



forma d'onda rilevata tra il gate del Triac e massa.



forma d'onda rilevata sul condensatore C3.