

Relè alimentato in DC variabile

I dati del relè che viene usato per le prove indicano come tensione di alimentazione 12 V.

Questo significa che la bobina è stata costruita per funzionare a 12 V.

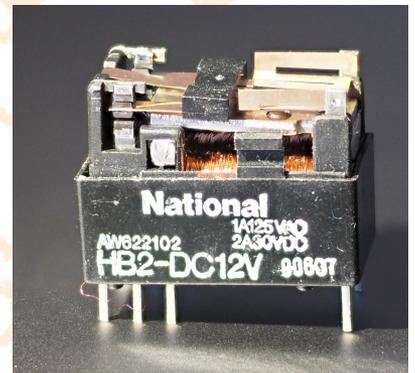
Si sa che se la tensione sulla bobina è 0 V il relè è di sicuro diseccitato e se la tensione sulla bobina è di 12 V il relè è di sicuro eccitato.

Ci si domanda:

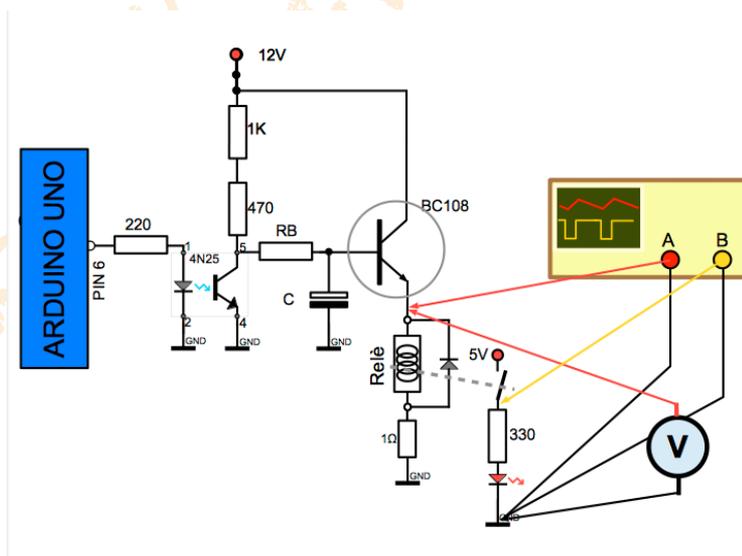
- sono proprio quelli i valori di diseccitazione e di eccitazione oppure ci sono valori intermedi?
- la diseccitazione e l'eccitazione avvengono alla stessa tensione?

Per rispondere a queste domande è stata condotta una prova che alimenta il relè a tensione continua variabile lentamente così da avere tempo per effettuare le misurazioni ed osservare la risposta.

La tensione continua utilizzata è data dalla tensione di carica e di scarica di un condensatore inserito in un circuito RC alimentato da un transistor in commutazione.



Lo schema



Lo schema comprende la scheda Arduino, un optoisolatore 4N25 che alimenta un transistor BC108 in configurazione a collettore comune sulla cui base è collegato un condensatore.

Di fatto, con questa configurazione, l'emettitore segue la tensione della base che è costituita dalla tensione di carica e scarica della capacità.

Quando Arduino produce un segnale digitale “low”, il transistor dell'optoisolatore è “off” ed il condensatore si carica attraverso le resistenze in serie $1K+470+R_B$.

Quando Arduino produce un segnale digitale “high”, il transistor dell'optoisolatore è “on” ed il condensatore si scarica sulla resistenza R_8 .

È una connessione **invertente**.

Per la prova, il circuito è stato realizzato con una capacità $C = 100 \mu F$ ed una resistenza $R_B = 22 K$.

La costante di tempo in scarica vale:

$$\tau = R * C = 22 * 10^3 * 100 * 10^{-6} = 2,2 \text{ s}$$

mentre in carica poco di più: 2,35 s.

Il comando

Il comando di carica e scarica è dato da un oscillatore ad onda quadra realizzato con Arduino comandato “live” da mBlock5 in modo da poter variare rapidamente i parametri.

Il pin di Arduino deputato a comandare il circuito RC, è il pin 6.

Il programma dell'oscillatore ad onda quadra è dato dal codice:



che alimenta il circuito RC con una tensione di 0 V per 8 secondi e di 12 V per 3 secondi.

Il periodo è di 11 s per cui la frequenza risulta di 0,091 Hz.

Dai parametri suddetti si ricava il rapporto di intermittenza (duty cycle):

$$\delta = \frac{t_{on}}{T} = \frac{3}{11} = 0,27$$

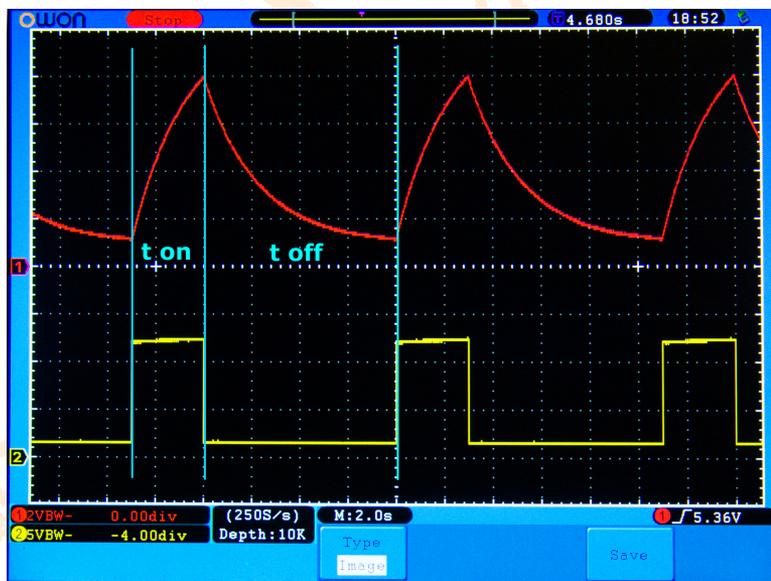
Di conseguenza la tensione media intorno alla quale si stabilizza l'oscillazione è:

$$V_{av} = \delta * V_{max} = 0,27 * 12 = 3,3 \text{ V}$$

Il valore medio quindi è molto più basso della metà di 12 V eppure è attorno a questo valore che si presentano le tensioni di aggancio e sgancio.

Misurazioni

In una prima configurazione degli strumenti con l'oscilloscopio è stata rilevata la tensione sul relè (traccia rossa) e la tensione in uscita dell'optoisolatore (traccia gialla).



La traccia gialla è la tensione ad impulsi sul circuito RC, quella sul pin 5 dell'optoisolatore 4N25, che carica il condensatore mentre la traccia rossa è la tensione sul condensatore.

scheda relè

Come ci si deve aspettare, la tensione sul condensatore è una successione di curve esponenziali.

Si possono misurare le durate delle due fasi di on e off rispettivamente di 3 s e 8 s.

La tensione in uscita dell'optoisolatore oscilla fra il valore basso a 1,5 V ed il valore alto di circa 12 V.

Nota. La sommità dell'impulso è leggermente arcuata in quanto la tensione di quel punto è influenzata in piccola proporzione dalla tensione di carica del condensatore.

La tensione sul relè oscilla tra il valore basso di circa¹ 1 V ed il valore alto di circa 8 V.

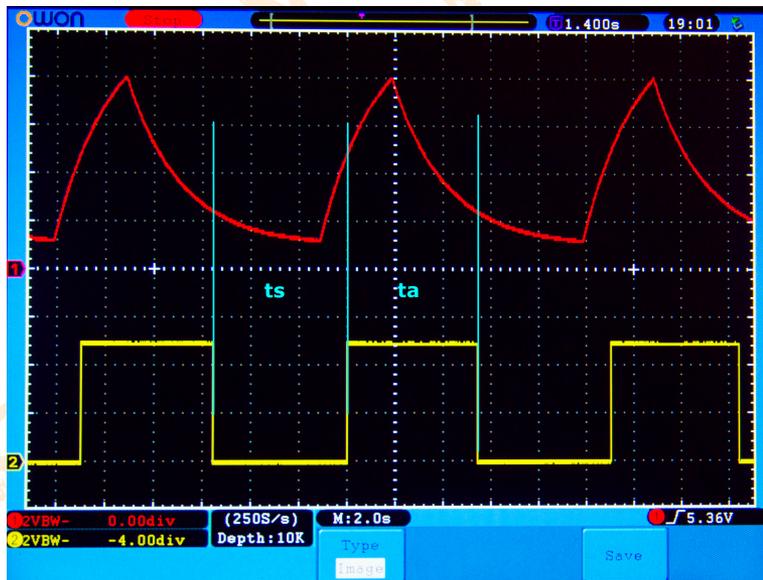
Tra questi due valori si trovano le tensioni di soglia di aggancio V_a e di sgancio V_s .

Con un tester si misura il valore della tensione sul relè.

Attenzione: il tester reagisce con lentezza e con ritardo² ma dà l'idea lo stesso del variare della tensione.

In una seconda configurazione l'oscilloscopio viene collegato per misurare la tensione di alimentazione del relè (traccia rossa) e la tensione in uscita sul contatto N.A. del relè (traccia gialla) o, che è la stessa cosa, la tensione di alimentazione del LED.

In questo modo si possono osservare graficamente i due istanti di commutazione:



¹ Il termine "circa" nella misurazione delle tensioni è d'obbligo in quanto l'oscilloscopio non garantisce una precisione elevata.

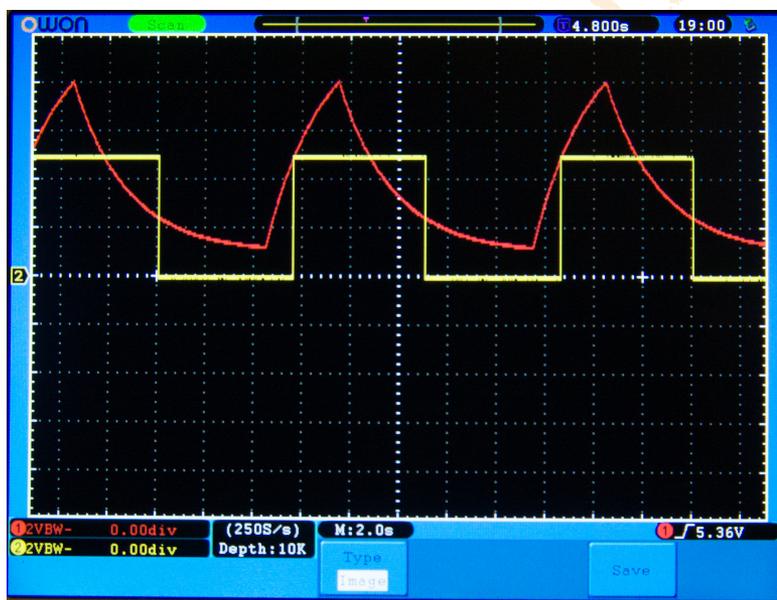
² L'equipaggio mobile è un sistema del secondo ordine smorzato.

scheda relè

Dall'oscillogramma si vede che la durata dell'accensione del LED t_a e quella di spegnimento t_s sono quasi uguali ... un puro caso, basta cambiare il rapporto fra le durate di on e off per cambiare li tempi.

Quello che conta osservare riguarda la possibilità di valutare le tensioni di soglia.

Per fare questo può servire sovrapporre le due tracce:



La tensione di aggancio V_a si ha quando il LED si accende e vale circa 4,8 V che si raggiunge dopo 1,2 s dall'invio dell'impulso da parte di Arduino, rit a.

La tensione di sgancio V_s , che si ha quando il LED si spegne, vale circa 2,4 V che si raggiunge dopo circa 3,4 s dopo l'invio dell'impulso opposto da parte di Arduino.



Una precisione maggiore sulla misura di tensione la si realizza con l'uso di un voltmetro ed un sistema stroboscopico che permette di cogliere la lettura del voltmetro nell'istante di commutazione³.

³ Con buona approssimazione il sistema è realizzabile con l'uso di una videocamera scansionando i frame uno alla volta.