

MST K07 CL

Regolatore di velocità per motori universali

con controllo automatico della coppia

Manuale applicativo

INTRODUZIONE

Il **MST_K07_CL** è un regolatore per [motori universali](#) (a spazzole) a 220V che permette di controllare la coppia ovvero di mantenere la velocità di rotazione costante al valore fissato al variare del carico. È stato progettato per lavorare con **motori di lavatrici** dotati di sensore tachimetrico (o di velocità) come il motore [MCA 30/64](#) . Nella figura 1 è riportata la foto del regolatore assemblato nella versione PCB.

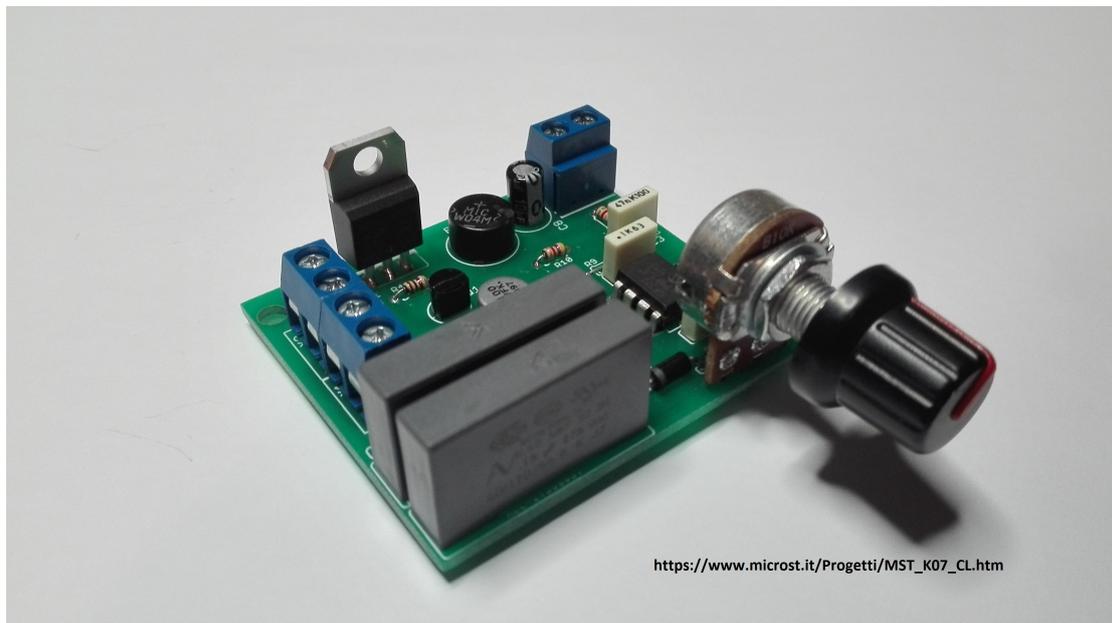


Fig. 1 - MST_K07_CL assemblato

DESCRIZIONE DEL REGOLATORE

Il regolatore **MST_K07_CL** è la versione con controllo automatico della coppia del regolatore per motori universali [MST K07](#): il motore è regolato in modo che la velocità di rotazione si mantenga costante al valore impostato al variare del carico. Se il carico applicato al motore tende a ridurre / aumentare il numero di giri allora il regolatore reagirà riportando il valore dei giri a quello impostato. Questo tipo di regolazione è ottenuto mediante il controllo ad anello chiuso che il regolatore attua sul motore. Questo controllo si basa sul segnale elettrico proveniente dal sensore di velocità che converte la rotazione dell'asse del motore in una tensione elettrica proporzionale. Come riferimento prendiamo i motori per lavatrice (come il [MCA 30/64](#)) in cui è presente un sensore tachimetrico, coassiale al motore, che fornisce una tensione alternata di ampiezza proporzionale alla velocità di rotazione dell'asse del motore. Il regolatore MST_K07_CL, adatto per questi tipi di motore, legge questa tensione e la confronta con una tensione, impostata tramite un potenziometro, che rappresenta l'impostazione del valore di velocità di rotazione da regolare. Il regolatore quindi alimenterà il motore in modo che il valore di tensione proveniente dal sensore, opportunatamente condizionato, si mantenga uguale al valore di tensione impostato tramite il potenziometro. Per far questo il regolatore MST_K07_CL utilizza un microcontrollore a 8 bit, in cui è caricato un firmware che implementa un regolatore [PID](#) digitale. I regolatori PID digitali confrontano quindi i segnali digitali che rappresentano gli ingressi (riferimento e feedback) e generano un segnale di uscita che è l'ingresso dell'attuatore di potenza. Nello specifico lo stadio attuatore è costituito dal [TRIAC](#) pilotato con la [tecnica della variazione dell'angolo di accensione](#). In generale un TRIAC al passaggio per lo zero (zero crossing) della tensione presente ai suoi anodi **A1** e **A2** si spegne e si riaccende quando un impulso di corrente è presente sul terminale **GATE**. Cambiando l'istante di tempo in cui viene dato l'impulso sul terminale di **GATE** rispetto al precedente zero crossing (si dice che si cambia l'angolo di fase) si fa variare la tensione media che alimenta il carico in quanto solo una porzione della semionda della tensione è fornita al carico. Quindi se si sceglie un tempo di accensione nullo (0°) tutta la semionda va al carico e in tal caso si ha la massima alimentazione e quindi la massima velocità del motore. Se si sceglie un tempo pari a metà della semionda (90°) solo metà della sinusoide andrà al carico e si ha una regolazione del 50%. Infine se si accende il TRIAC qualche istante prima del successivo zero crossing (180°) nessuna tensione andrà al carico e si ha una

regolazione dello 0%. Il circuito del MST_K07_CL lavora alla tensione interna di 5V ricavata dalla tensione di rete tramite un circuito [transformless](#) ovvero senza trasformatore.

FUNZIONE DI SOFT START

Per evitare elevate correnti di spunto all'accensione del regolatore, il motore è portato progressivamente al valore di regolazione impostato dal potenziometro.

COLLEGAMENTI ELETTRICI

Le connessioni elettriche del regolatore di velocità **MST_K07_CL** devono essere eseguite tenendo conto della funzione dei singoli connettori come illustrato nella foto seguente.



Fig. 2 - collegamenti elettrici del MST_K07_CL nella versione standard

Il connettore di alimentazione (quello in blue a 4 posti) va collegato alla tensione di rete (220Vac) e al motore. Il sensore di velocità va collegato al connettore blue a due posti. Per questo collegamento non c'è nessuna polarità da rispettare nel collegare i fili del sensore in quanto il segnale proveniente dal sensore è di tipo alternato

Particolare attenzione bisogna porre nel maneggiare il regolatore in quanto le parti metalliche presenti possono essere sotto rete con conseguente pericolo di scosse elettriche.

Il connettore AUX

Il connettore **AUX** permette di interfacciare il regolatore MST_K07_CL ad una scheda esterna che può essere un [Arduino](#) o simile. Questo connettore è presente solo nella [versione digitale](#) ed utilizzabile per le alcune delle modalità di funzionamento del regolatore.



Fig. 2 – il connettore AUX

PIN1	PIN2	PIN3	PIN4
PWM	5V	GND	ROT

L'utilizzo del connettore **AUX** permette di utilizzare il regolatore in diverse modalità in quanto si può:

1. leggere la velocità di rotazione del motore dal pin **ROT**;
2. leggere l'impostazione di velocità ovvero la tensione fissata dal potenziometro dal pin **PWM**;
3. forzare la tensione interna a 5V del regolatore dall'esterno tramite i pin **5V e GND**;

MODALITÀ' DI FUNZIONAMENTO

Il regolatore **MST_K07_CL** può lavorare in diverse modalità a seconda del modo con cui sono gestiti i comandi. Le possibili modalità di funzionamento sono:

1) **Manuale**: questa è la modalità tipica di utilizzo dove il livello di regolazione della velocità è impostato manualmente con il potenziometro presente nel circuito. Per questa modalità il circuito del regolatore deve essere nella configurazione **standard**.

2) **Monitoraggio**: in questa modalità l'impostazione della velocità è sempre manuale tramite potenziometro ma mediante il connettore **AUX** è possibile leggere la velocità del motore e il valore della impostazione ovvero la tensione impostata con il potenziometro. *Per questa modalità, il regolatore deve essere in configurazione [digitale](#) ma con il potenziometro presente.*

3) **Controllo diretto**: in questa modalità, il livello di regolazione è impostato dall'esterno fornendo sul pin1 (**PWM**) del connettore **AUX** un segnale PWM. Il duty cycle del segnale PWM rappresenta la percentuale di regolazione della velocità impostata rispetto al valore massimo. Inoltre è sempre possibile leggere il valore della velocità reale del motore dal pin 4 (**ROT**) del connettore **AUX**. *Per questa modalità, il regolatore deve essere in configurazione [digitale](#).*

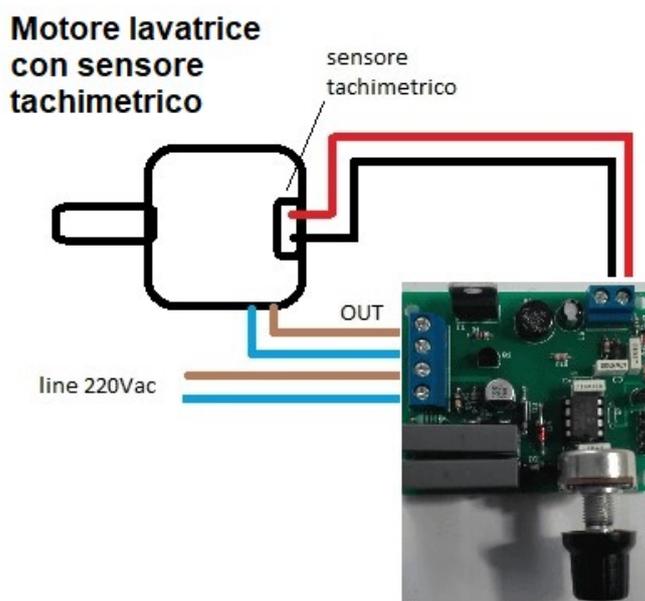
4) **Controllo isolato**: è la modalità di controllo diretto attuata mediante una interfaccia (**K07_opto**) che isola opto-elettronicamente (otticamente) il **controllore** (Arduino, etc) e il regolatore. Questo tipo di modalità è consigliabile quando si vuole controllare il regolatore in maniera sicura evitando conflitti con la rete elettrica. *Per questa modalità, il regolatore deve essere in configurazione [digitale](#).*

5) **Alimentazione forzata**: in questa modalità è possibile fornire dall'esterno la tensione di 5V per funzionamento del circuito a bassa tensione del regolatore. La tensione esterna va applicata tramite i pin 2 (5V) e 3 (GND) del connettore **AUX**. Questa modalità può **coesistere con le precedenti modalità**. Condizione necessaria

è che la fonte a 5V sia stabilizzata e isolata dalla rete elettrica ovvero che esista un isolamento galvanico tra la rete e l'uscita a 5V della sorgente usata per forzare l'alimentazione al regolatore. Possono essere usati come sorgente i carica batteria USB che forniscono 5V con corrente da 1A.

MODALITÀ' MANUALE

In questa modalità l'impostazione della velocità è sempre effettuata **manualmente** agendo sul potenziometro. La configurazione del regolatore è quella standard. Nella foto seguente è riportato lo schema generale dei collegamenti del regolatore al motore per la modalità manuale.



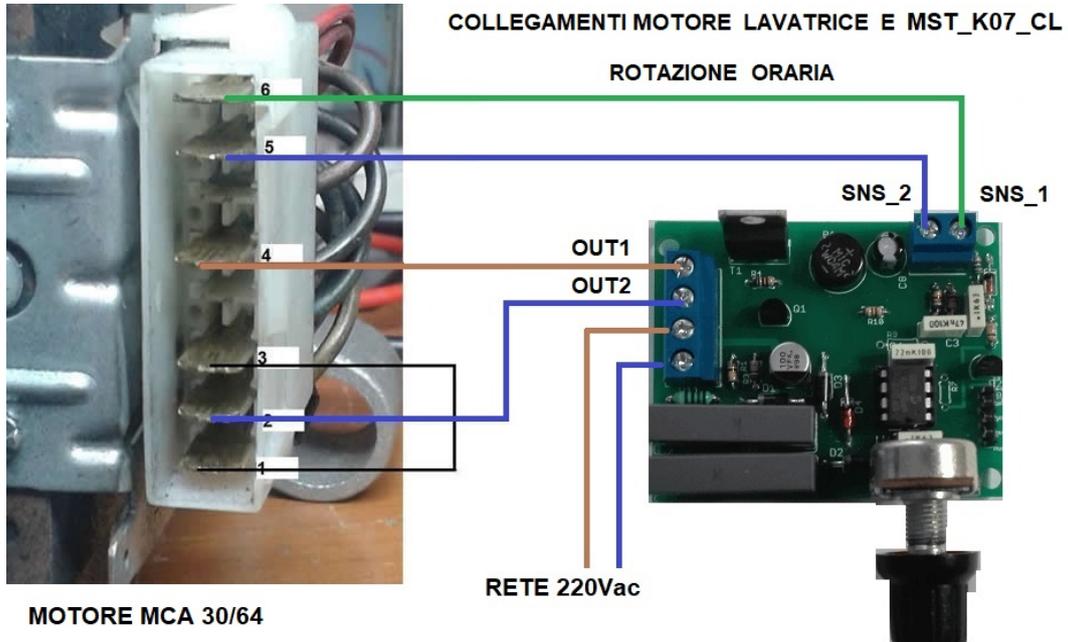
MST_K07_CL modalità Manuale

Per il corretto funzionamento del regolatore, il TRIAC va dotato di dissipatore. Basta un barretta di metallo avvitata al TRIAC senza isolamento perché è già isolato di fabbrica.

Nelle figure seguenti sono illustrati i collegamenti del regolatore al motore di lavatrice (nel nostro esempio il MCA3064) per la rotazione oraria e antioraria. Per motori diversi da quelli preso come esempio fare riferimento alla funzione del singolo filo, uscente dal connettore, (e non alla sua posizione nel connettore) individuando, prima di fare i collegamenti, a cosa corrisponde elettricamente (spazzola, statore, sensore). Fare quindi collegamenti tra loro e con il regolatore seguendo la mappa dei collegamenti in base alla funzione del singolo filo come riportato nelle figure seguenti:

Modalità Manuale

Rotazione Oraria



Mappa Connettore

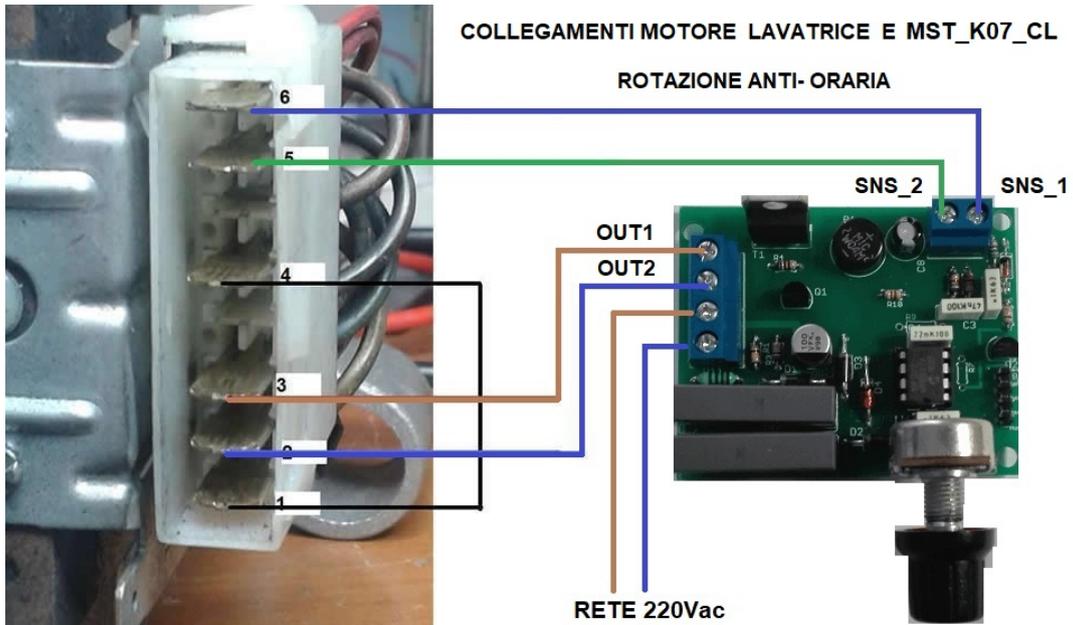
- 1 = spazzola
- 2 = spazzola
- 3 = avvolgimento statore
- 4 = avvolgimento statore
- 5 = sensore
- 6 = sensore

Mappa collegamenti MOD: ORARIA

- 1 = 3
- 2 = OUT2
- 3 = 1
- 4 = OUT1
- 5 = SNS_2
- 6 = SNS_1

Modalità Manuale

Rotazione Anti - oraria



MOTORE MCA 30/64

Mapa Connettore

- 1 = spazzola
- 2 = spazzola
- 3 = avvolgimento statore
- 4 = avvolgimento statore
- 5 = sensore
- 6 = sensore

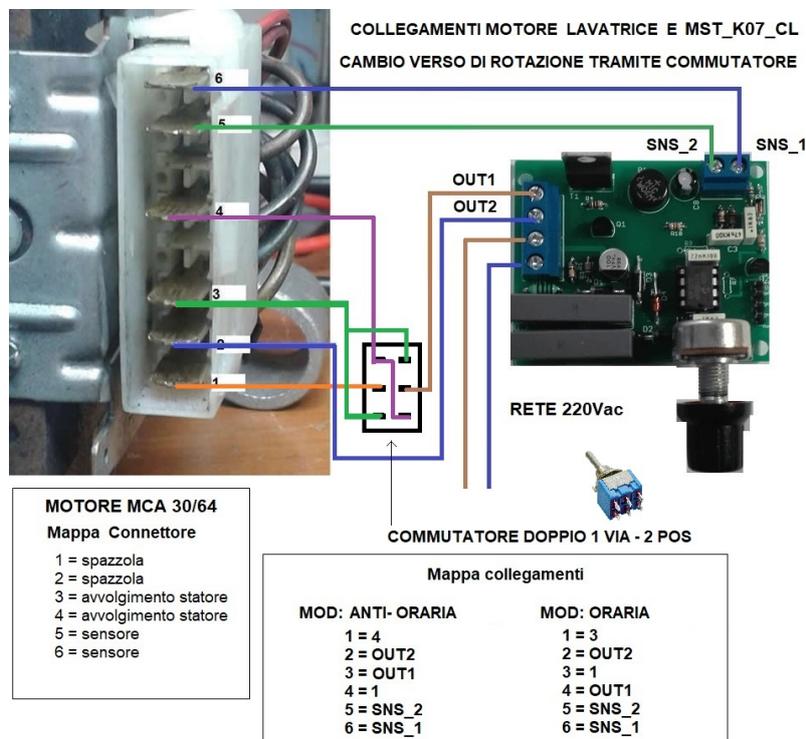
Mapa collegamenti MOD: ANTI-ORARIA

- 1 = 4
- 2 = OUT2
- 3 = OUT1
- 4 = 1
- 5 = SNS_2
- 6 = SNS_1

Modalità Manuale

Cambio verso di rotazione con commutatore

Nella figura seguente sono illustrati i collegamenti del regolatore al motore di lavatrice (nell'esempio il MCA3064) per la rotazione oraria e antioraria attivata mediante commutatore. Il commutatore deve essere di tipo: **doppio - 1 via - 2 posizione**. Sarebbe meglio prendere la versione **ON - OFF - ON** che permette di mettere il commutatore in una posizione neutra (quella centrale) nella quale il motore viene spento.



IMPORTANTE: onde evitare rotture elettriche del motore e del regolatore nonché rotture meccaniche, il cambio di rotazione deve avvenire a motore fermo!!!!

Quindi la sequenza da rispettare è:

1. Spegnere il motore togliendo l'alimentazione o abbassando la regolazione a zero;
2. aspettare che il motore si fermi;
3. attivare il cambio di verso di rotazione agendo sul commutatore;

4. riaccendere il motore o portare la regolazione al valore desiderato;

Per il controllo del verso di rotazione automatico tramite relè visionare i seguenti links:

[Controllo MST K07 CL con arduino](#)

[DC K07CL: Controllore digitale](#)

MODALITÀ' MONITORAGGIO

In questa modalità l'impostazione della velocità è sempre manuale ma tramite il connettore **AUX** è possibile leggere la velocità del motore e il valore del livello di regolazione impostato ovvero la tensione impostata con il potenziometro:

Lettura della velocità di rotazione:

Per leggere la **velocità del motore** bisogna leggere la frequenza del segnale ad onda quadra che esce dal pin **ROT** del connettore **AUX**. La frequenza di questo segnale, derivato al segnale proveniente dal sensore di velocità, è il numero di giri al secondo del motore.

In realtà, a seconda del tipo di sensore, il valore di questa frequenza può essere N volte maggiore la frequenza angolare reale del motore.

Per esempio, nel motore [MCA3064](#), preso come banco di prova per il MST_K07_CL, il valore di N è 8: quindi se si vuole estrapolare il numero di giri per minuto del motore (RPM), nota la frequenza **F_rot** del segnale sul pin **ROT**, bisogna applicare la seguente formula:

$$\mathbf{RPM = (F_rot / N) * 60}$$

Nel nostro caso essendo **N=8** la formula diventa:

$$\mathbf{RPM = (F_rot / 8) * 60}$$

Letture del livello di regolazione

Per la lettura della **tensione impostata dal potenziometro** bisogna leggere il valore della tensione presente sul pin **PWM** del connettore **AUX**. Questa tensione può variare, a seconda della posizione del perno del potenziometro, tra il valore di 0V e il valore della tensione interna del regolatore che è di 5V. Se si usa una scheda con micro a bordo (Arduino , PICCINO) bisogna leggere la tensione sul pin PWM con un ADC e ricavare la percentuale di regolazione.

In generale se indichiamo con VDD la tensione di alimentazione interna del regolatore e con **VPWM** la tensione sul pin **PWM** la percentuale di regolazione **R%** rispetto al valore massimo è dato dalla formula:

$$R\% = 100 \times (VPWM / VDD)$$

Se per esempio **VPWM= 1V** e **VDD=5V** allora **R%** vale:

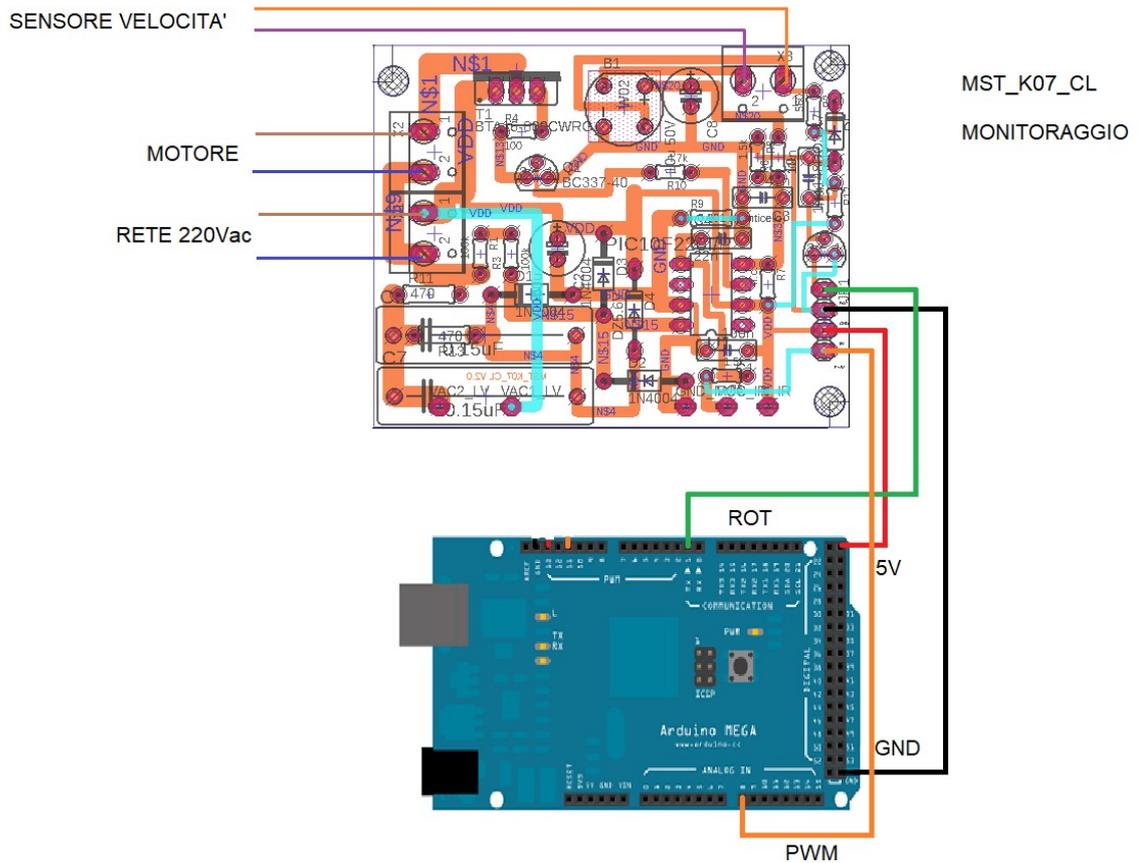
$$R\% = 100 \times (1/5) = 20$$

ovvero si ha una impostazione della velocità al 20% della velocità massima del regolatore che si ha per VPWM = VDD ovvero quando il potenziometro è messo nella posizione di massima velocità.

Le formule per **R%** e per **RPM** vanno implementate nel codice della scheda con cui si vuole monitorare il regolatore MST_K07_CL.

Esempio applicativo modalità monitoraggio

Di seguito riportiamo lo schema dei collegamenti della scheda Arduino Mega con il MST_K07_CL per la **modalità monitoraggio** ovvero leggere l'impostazione e i giri RPM del regolatore applicato ad un motore.



MODALITÀ' CONTROLLO DIRETTO

In questa modalità di funzionamento del regolatore MST_K07_CL, l'impostazione del livello di regolazione non è più attuata con il potenziometro che non è più presente nel PCB del regolatore ma è attuata dall'esterno fornendo sul pin1 (**PWM**) del connettore **AUX** un segnale PWM. **Il duty cycle del segnale PWM rappresenta la percentuale di regolazione della velocità impostata rispetto al valore massimo.** In pratica, la tensione con cui s'imposta la regolazione nel MST_K07, non è più fornita dal potenziometro ma è fornita dall'esterno mediante un segnale PWM usato come DAC.

Infatti applicando un segnale di duty cycle **D** ad un filtro RC in uscita da questo è presente una tensione

$$V_{PWM} = D \times VDD$$

dove VDD è il valore massimo del segnale PWM.

Se quindi mandiamo sul pin **PWM** del connettore **AUX** un segnale pwm con duty cycle **D** la regolazione **R%**, definita come nel caso precedente (modalità **monitoraggio**) è:

$$R\% = 100 \times (V_{PWM} / VDD) = 100 \times (D \times VDD / VDD) = 100 \times D$$

ovvero

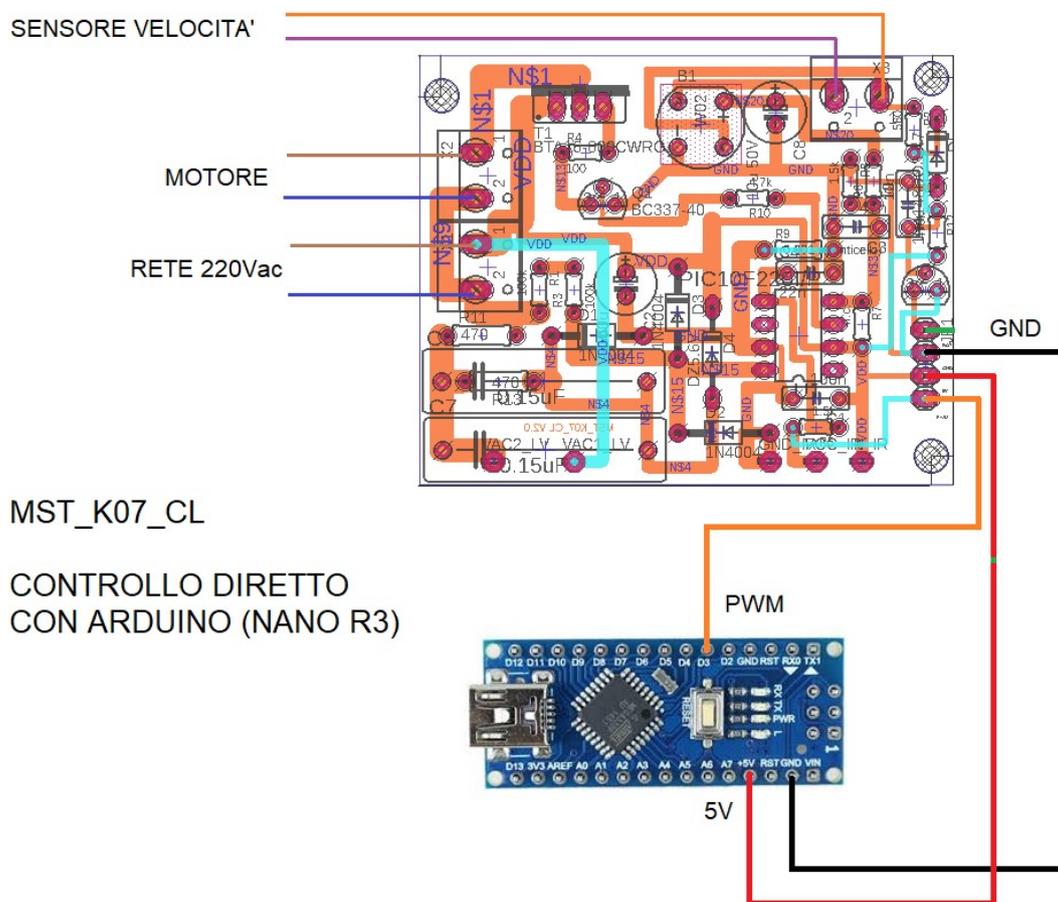
$$R\% = 100 \times D$$

Il duty cycle **D** del segnale pwm, mandato sul pin **PWM**, è esattamente la percentuale di regolazione. L'informazione duty cycle **D** è nota in quanto parametro necessario per la generazione del segnale PWM da parte del controllore Arduino o similari).

Le formule sviluppate per **R%** vanno implementate nello skrect codice da caricare nella scheda con cui si vuole monitorare il regolatore **MST_K07_CL**.

Esempio applicativo Controllo Diretto

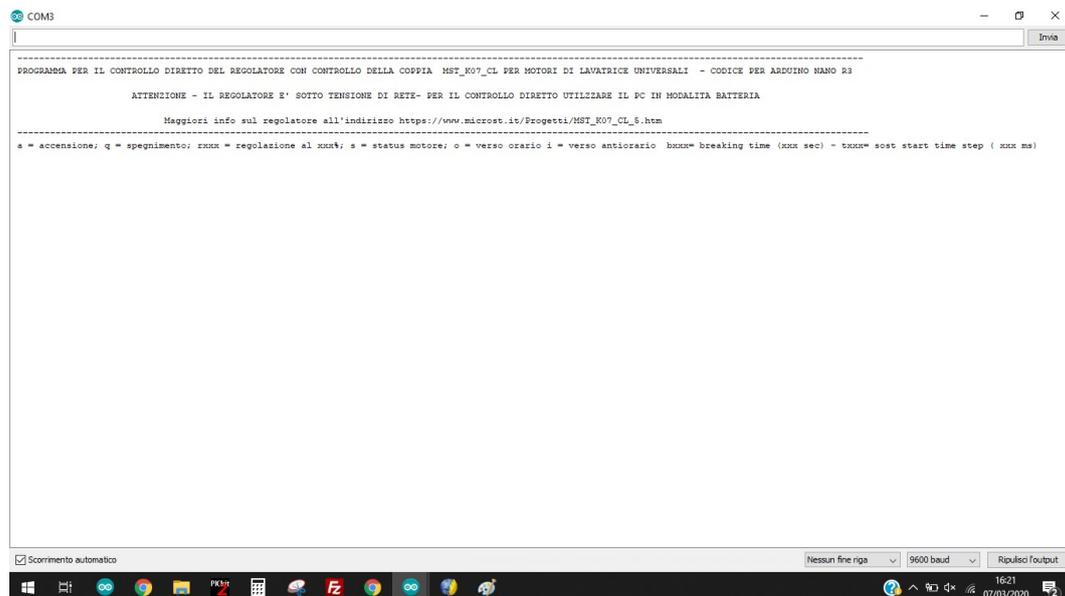
Di seguito riportiamo lo schema dei collegamenti della scheda [Arduino Nano](#), utilizzata per controllare il MST_K07_CL nella **modalità diretta**. Con questo sistema è possibile quindi impostare il livello di regolazione dei giri del motore collegato al regolatore MST_K07_CL. Un altro esempio di controllo del regolatore con Arduino con il motore [MCA3064](#) è riportato al seguente [link](#), mentre per il progetto completo di un controllore digitale al seguente link_ [DC K07CL: Controllore digitale](#)



Il circuito del regolatore per il controllo in modalità diretta è modificato rispetto alla versione classica o manuale: il potenziometro è rimosso, viene inserita la strip di contatti per il connettore AUX e cambiato il condensatore da 22nF con uno da 10uF elettrolitico per implementare il filtro RC che permette di avere una tensione di

controllo dal segnale PWM proveniente dalla scheda di controllo.
([Arduino Nano](#) in questo caso)

Il programma, scaricabile dal link [K07CL DIRECT DRIVE](#), è stato sviluppato per [Arduino Nano](#) (vale anche per altre schede Arduino), permette di gestire il motore collegato al regolatore MST_K07_CL: si può accendere e spegnere il motore, definire il livello di regolazione (in %), definire il tempo di softstart e la velocità con cui passare al nuovo valore di regolazione. Questa versione permette anche il cambio del verso di rotazione (non implementato nella figura) in quanto gestisce i relè utilizzati per lo scambio delle connessioni necessarie per implementare il cambio del verso di rotazione. La schermata del programma, una volta caricato su Arduino Nano, si presenta così aprendo il MONITOR SERIALE:



```
COM3
PROGRAMMA PER IL CONTROLLO DIRETTO DEL REGOLATORE CON CONTROLLO DELLA COPPIA MST_K07_CL PER MOTORI DI LAVATRICE UNIVERSALI - CODICE PER ARDUINO NANO 33
ATTENZIONE - IL REGOLATORE E' SOTTO TENSIONE DI RETE- PER IL CONTROLLO DIRETTO UTILIZZARE IL PC IN MODALITA BATTERIA
Maggiori info sul regolatore all'indirizzo https://www.microst.it/Progetti/MST_K07_CL_5.htm
-----
a = accensione; q = spegnimento; rxxx = regolazione al xxx%; s = status motore; o = verso orario i = verso antiorario bxxx= breaking time (xxx sec) - txxx= soft start time step ( xxx ms)
```

Per scaricare il programma di per il controllo diretto del regolatore: [K07CL DIRECT DRIVE](#)

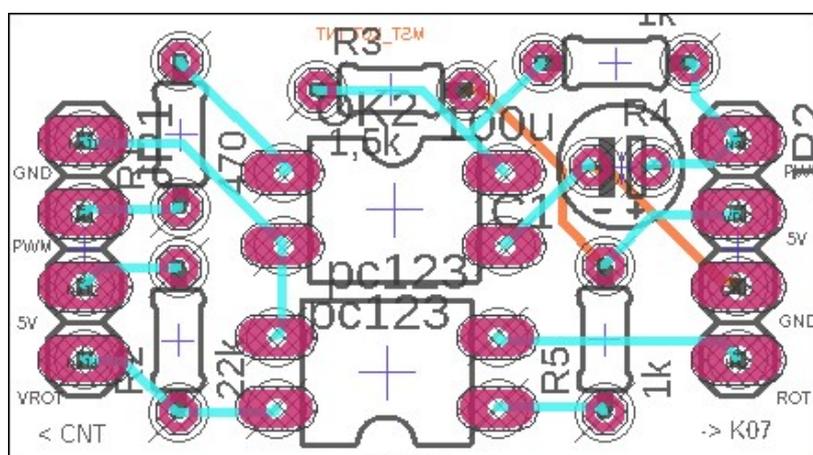
Alcune note applicative dettate per la sicurezza: In questo tipo di controllo l'accoppiamento tra il regolatore e la scheda di controllo è "diretto" da cui il nome delle modalità. Questo significa che, per motivi di sicurezza, la scheda di controllo deve essere un sistema isolato rispetto alla rete elettrica essendo il regolatore connesso alla rete elettrica 220Vac.

Questo sistema isolato è possibile realizzarlo alimentando la scheda di controllo con una sorgente isolata galvanicamente (tramite trasformatore per intenderci) dalla rete elettrica. Nel caso si utilizzi un PC, connesso alla scheda di controllo per la programmazione e alimentazione (vedi caso Arduino), bisogna stare attenti che anche il PC sia un sistema isolato. Per esempio si può usare la modalità a batteria.

Infine, in questa **modalità** è possibile attuare anche la modalità **Alimentazione forzata** ovvero forzare l'alimentazione a 5V del regolatore tramite i pin **5V e GND** del connettore **AUX** se è disponibile nella scheda di controllo questa tensione di 5V con almeno 100mA di corrente. Questo permette di avere un'accurata misurazione della tensione di impostazione **VPWM** in quanto controllore e regolatore hanno la stessa tensione VDD di alimentazione e quindi riferimenti per la conversione ADC sono gli stessi.

MODALITÀ' CONTROLLO ISOLATO

Questo tipo di modalità di funzionamento è uguale alla **modalità di controllo diretto** con la differenza scheda si utilizza un'interfaccia che isola opto elettronicamente il controllore (Arduino, etc) e il regolatore. Questo tipo di modalità è consigliabile quando si vuole controllare il regolatore in maniera sicura evitando conflitti con la rete elettrica. Anche per questo tipo di modalità non è deve essere presente il potenziometro. La scheda di interfaccia isolata **K07_opto** è mostrato nella foto di seguito:



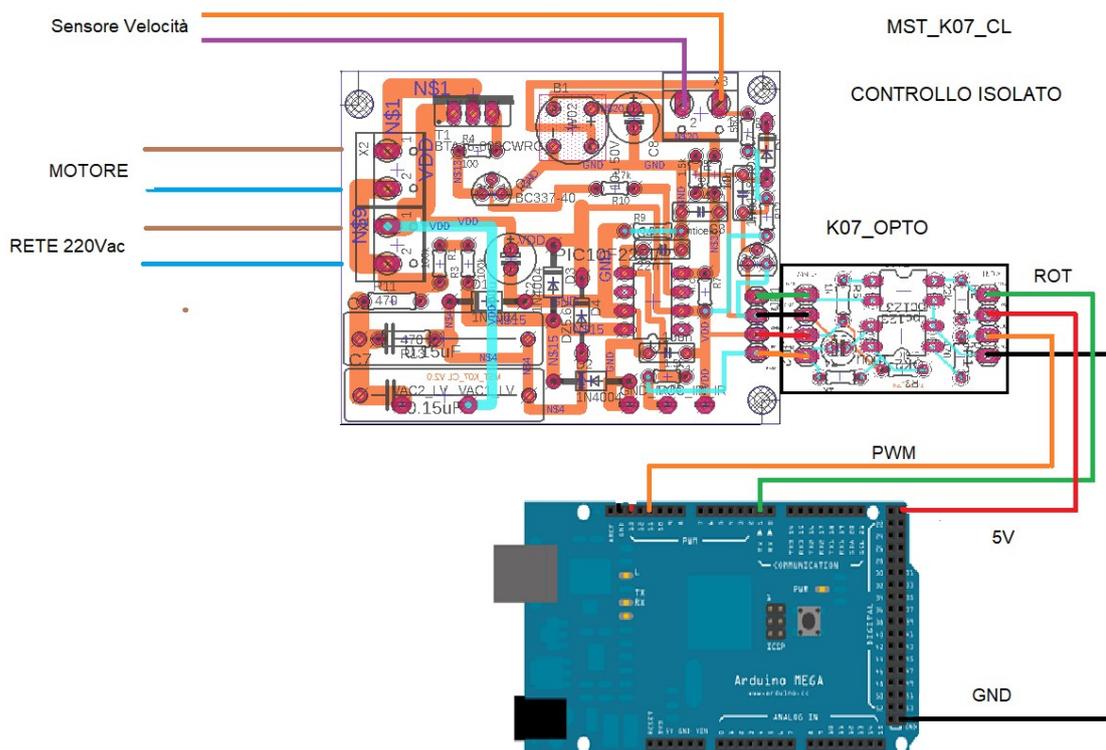
Scheda di interfaccia opto isolata per il controllo isolato

I segnali ROT, PWM, 5V e GND, uscenti dal connettore AUX, sono accoppiati agli ingressi lato **regolatore** della scheda **K07_opto** mentre quelli che vanno al controllore vanno collegati al lato controllore della scheda. Si tratta di una scheda full duplex ovvero permette la comunicazione contemporanea in entrambi i sensi. Anche in questa modalità, l'impostazione del livello di regolazione è fatta dall'esterno fornendo sul pin1 (**PWM**) del connettore AUX un segnale PWM: il segnale PWM generato dal controllore non è trasmesso direttamente al regolatore ma è trasmesso dall'interfaccia in maniera ottica al pin PWM del connettore AUX. In questo caso la regolazione in percentuale varrà:

$$R\% = 100 \times (D / VDD_regolatore)$$

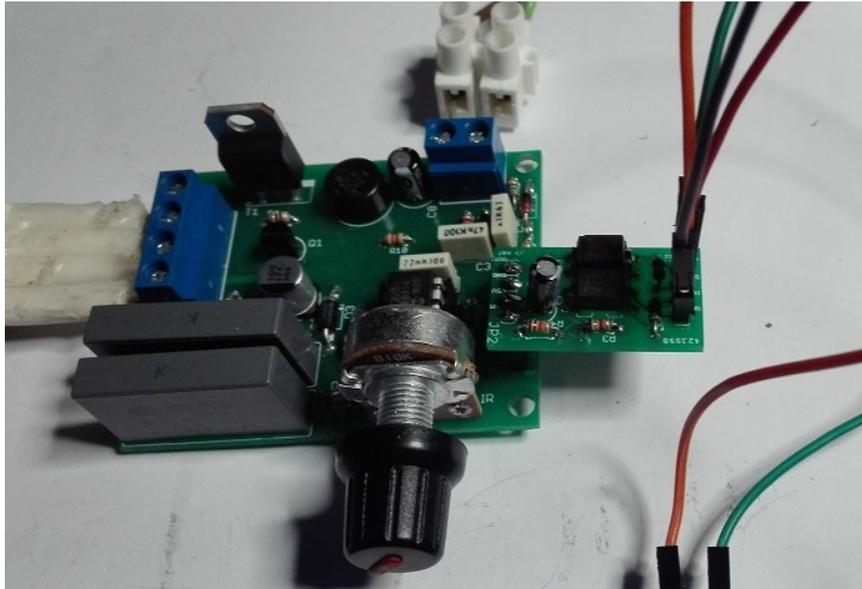
Il duty cycle è quello del segnale generato dal controllore mentre la VDD e ' quella del regolatore. L'informazione duty cycle D è nota in quanto parametro necessario per la generazione del segnale PWM da parte del controllore. (Arduino o similari). Anche in questa modalità si può leggere il valore della velocità reale del motore dal pin 4 (ROT) del connettore AUX. con la sola differenza che il segnale ROT è trasmetto otticamente al controllore tramite l'interfaccia. Valgono comunque le considerazioni fatte per questa funzione nelle modalità precedenti. Le formule sviluppate per **R%** e per **RPM** vanno implementate nel codice della scheda con cui si vuole monitorare il regolatore **MST_K07_CL**.

Di seguito riportiamo lo schema dei collegamenti della scheda Arduino con Display Shield con la scheda **K07_opto** e il regolatore



Collegamento Arduino MEGA con MST_K07 tramite scheda di interfaccia opto-isolata per il controllo isolato

La scheda **K07_opto** dal lato regolatore puo essere direttamente collegata, tramite coppia di terminali maschio - femmina, al connettore **AUX**. come nella foto:

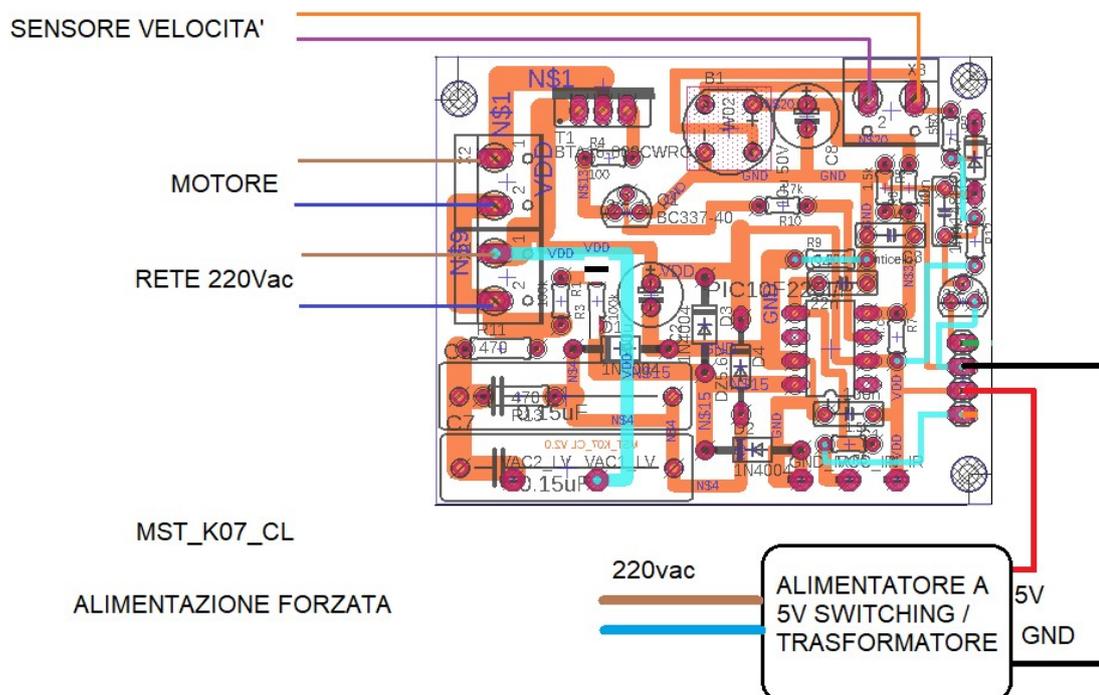


Alcune note applicative dettate per la sicurezza: In questo tipo di controllo l'accoppiamento tra il regolatore e la scheda di controllo non è "diretto" da cui il nome delle modalità. Questo significa che il controllore è già isolato dal regolatore e può non essere un sistema isolato rispetto alla rete . Questo vale anche per un eventuale PC connesso alla scheda controllore. Infine In questa modalità non è possibile attuare anche la modalità **Alimentazione forzata**

MODALITÀ' ALIMENTAZIONE FORZATA

Questo in realtà è un modo di alimentare il regolatore dall'esterno. Il regolatore ha un alimentatore transformless al suo interno che fornisce la tensione di 5V per il funzionamento del circuito a bassa tensione ma non ha sufficiente potenza per alimentare periferiche esterne. Tramite il connettore **AUX** è quindi possibile forzare la tensione interna a 5V tramite i pin (5V) e (GND) di questo connettore soprattutto quando si collega al regolatore una periferica di controllo o di monitoraggio. La condizione necessaria è che la sorgente sia galvanicamente isolata dalla rete ovvero generata a partire da un trasformatore. Quindi vanno bene tutti gli **alimentatori con trasformatore classico e quelli switching**. Si possono usare come alimentatore i carica batteria USB per telefonino che forniscono una tensione stabile a 5V con corrente massima di 1A o alimentatori switching con uscita a 5V.

Questa modalità è applicabile contemporaneamente con tutte le altre modalità prima descritte



Esempio di alimentazione forzata

La scheda MST_K07_CL può essere alimentata anche tramite [trasformatore](#) eliminando parte del [regolatore trasformless](#) presente nel PCB.

Nella foto del PCB sono indicati i reofori a cui saldare l'uscita di un [trasformatore](#) con uscita a 12 V. Il resistore R3 è aggiunto in modo formare assieme a i [diodi al silicio](#) e allo [zener](#) il regolatore con trasformatore.

VERSIONI DEL MST_K07_CL

MST_K07_CL_DIG

La versione **MST_K07_CL_DIG** è un regolatore **MST_K07_CL** controllabile tramite il connettore [AUX](#). Questa versione permette di controllare il regolatore nelle diverse modalità ([diretta](#) e [monitoraggio](#)) anche con l'ausilio delle schede [Arduino](#) come illustrato in alcuni progetti nella sezione progetti [dedicata](#).

Nella foto il regolatore nella versione **DIG**: non è presente il potenziometro e sono presenti i componenti sul bordo del regolatore normalmente non inseriti nella versione standard.

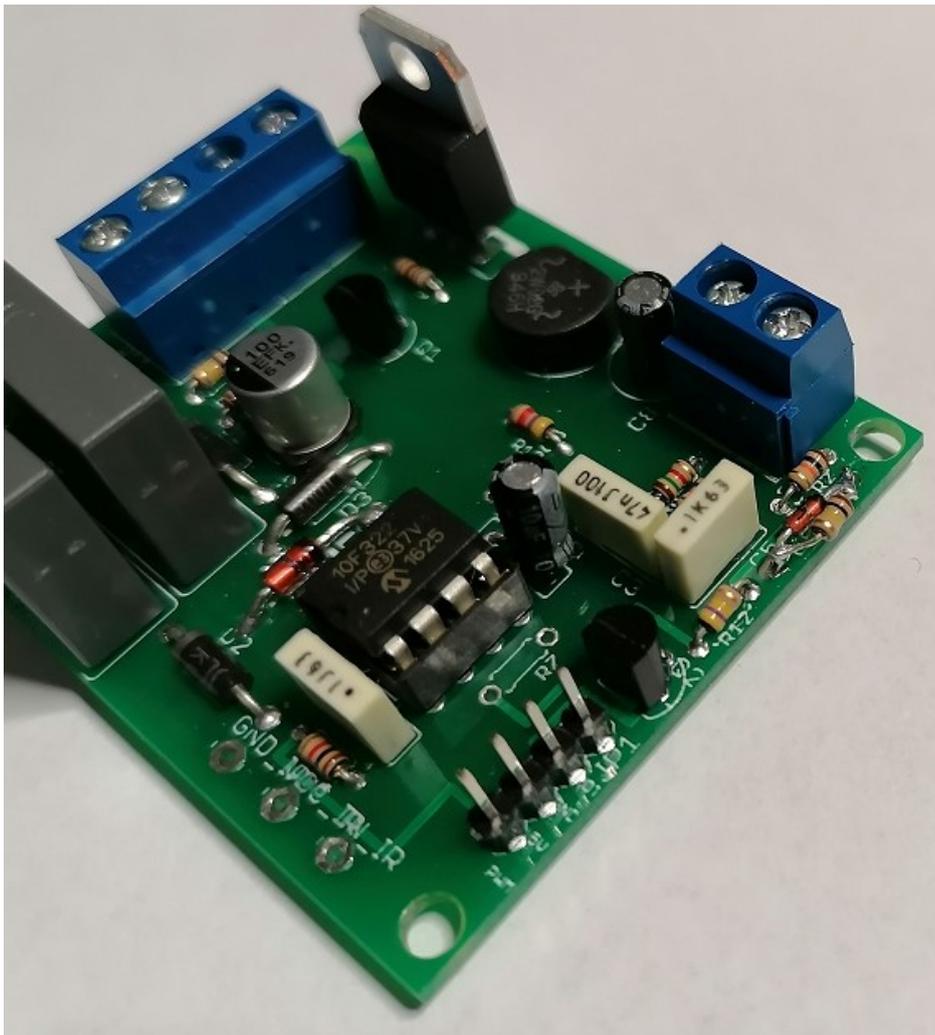


Foto del regolatore MST_K07_CL_DIG

MST_K07_CL_KEY

La versione **MST_K07_CL_KEY** è un regolatore **MST_K07_CL** dove l'impostazione della velocità si esegue mediante due tasti UP e DWN. La velocità aumenterà (decrementerà) premendo il tasto UP (DWN) e, se mantenuto premuto la velocità, aumenterà (diminuirà) in maniera continua. Il valore impostato è quindi memorizzato: alla successiva riaccensione del regolatore questo regolerà il motore alla velocità memorizzata in precedenza. Nella foto il regolatore nella versione KEY. Come si vede al posto del potenziometro, presente nella versione standard, ci sta un connettore a tre posti a cui vanno connessi due tasti normalmente aperti come mostrato in figura:

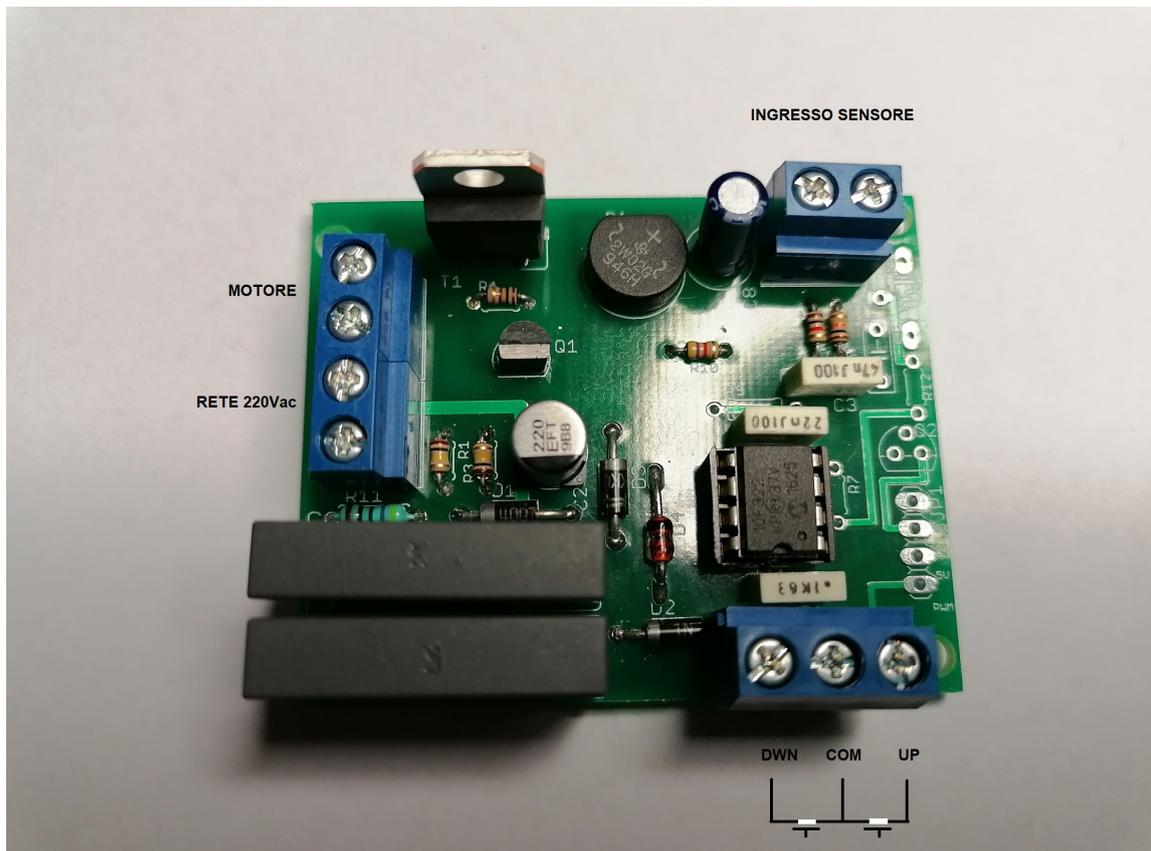
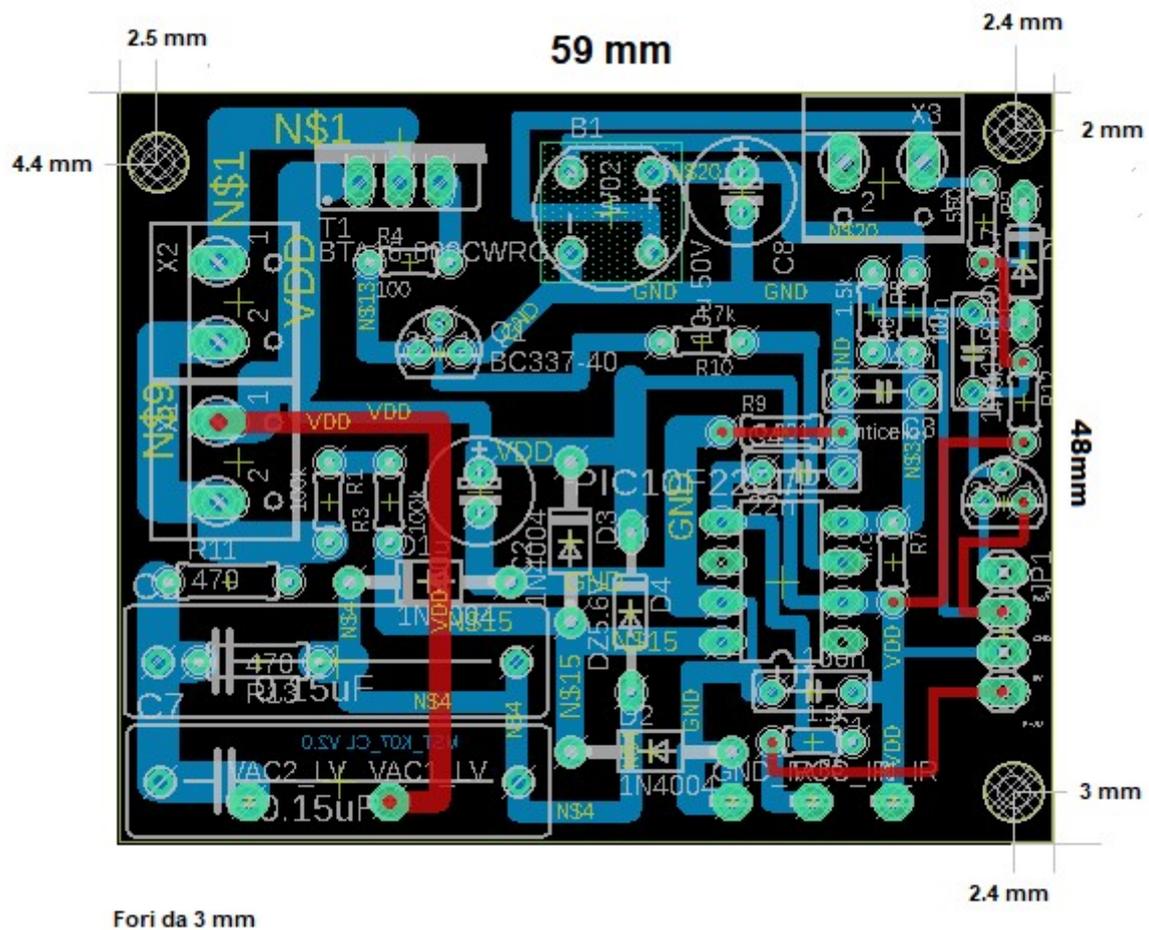


Foto del regolatore MST_K07_CL_KEY

DIMENSIONI - QUOTE FORI

Nel disegno del PCB del MST_K07_CL (vedi nella foto) sono riportate le dimensioni e le quote dei fori presenti per l'ancoraggio della scheda:



Video: prova a banco del MST_K07_CL

<https://youtu.be/v992ysSvSlg>

Contatti

Per qualunque informazione sul progetto utilizzare i seguenti contatti:

WEB: <http://www.microst.it/>

Email: microst@microst.it

Siti di vendita:

<https://www.kijiji.it/il-mio-annuncio/120152276511>

https://www.microst.it/K07CL_buy.html

Versione Assemblata in scatola

<https://www.kijiji.it/il-mio-annuncio/150473536>

https://www.microst.it/K07CL_BOX_buy.html