

Università degli Studi di Salerno



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI SALERNO

Hardware

Gruppo 10

Membro 1: Battipaglia Valerio
Membro 2: Caso Antonio
Membro 3: Dell'Orto Giuseppe Maria
Membro 4: De Stefano Sabatino

Contents

1	Introduzione	2
2	Alimentazione	4
3	STM32	7
4	Sensori	8
4.1	Ultrasuoni	8
4.2	MPU6050	10
4.3	Encoder	12
4.4	PS2 (PlayStation 2) Controller	14
4.5	Sensore di batteria	17
4.6	Temperatura	18
5	Attuatori	19
5.1	Driver Motori	19
5.2	Motori	21
5.3	LED	22
6	Documentazioni	24

1 Introduzione

Il rover in esame è un sistema critico che deve operare in un ambiente estremamente ostile e imprevedibile. Questo richiede una progettazione hardware robusta e affidabile, in grado di resistere a guasti dei sensori e di passare in uno stato sicuro in caso di problemi legati all'ambiente esterno o a malfunzionamenti. I sensori sono componenti fondamentali del rover, utilizzati per raccogliere dati sull'ambiente circostante e per monitorare lo stato del rover stesso.

Tuttavia, questi sensori possono essere soggetti a guasti. Per mitigare questo rischio, i rover spesso utilizzano tecniche di ridondanza hardware, dove più sensori sono utilizzati per la stessa misurazione. In questo modo, se un sensore fallisce, gli altri possono continuare a fornire dati accurati. Un altro aspetto critico della progettazione dell'hardware del rover è la capacità di passare in uno stato sicuro in caso di problemi. Questo può includere situazioni in cui l'ambiente esterno diventa troppo pericoloso (ad esempio, un ostacolo troppo vicino) o quando si verifica un malfunzionamento del sistema (ad esempio, un guasto del sistema di alimentazione che porta al surriscaldamento). In tali casi, il rover deve essere in grado di rilevare il problema, interrompere le operazioni normali e passare in uno stato sicuro per proteggere se stesso. Questo può includere azioni come spegnere i sistemi non essenziali, entrare in modalità di sicurezza, in uno stato degradato o magari anche spegnersi.

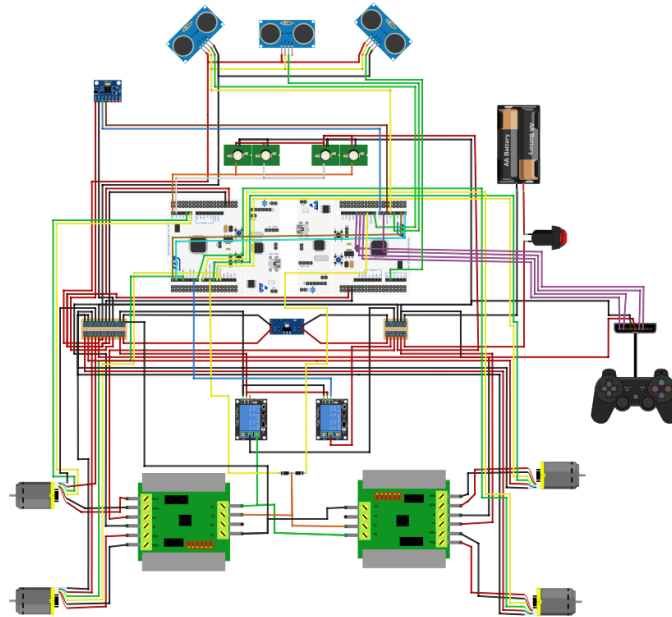


Figure 1: Panoramica dei componenti del Rover in Fritzing.

Il rover è governato da due schede elettroniche che comunicano tra loro per scambiarsi dati. Questa doppia configurazione garantisce una maggiore sicurezza, poiché in caso di guasto di una delle due schede, l'altra può continuare a gestire le operazioni del rover.

Il rover è progettato per rispondere ai comandi impartiti da un operatore tramite un joystick. La marica può essere impostata in diverse modalità ed è possibile accedere ad un sistema di illuminazione per garantire una navigazione sicura anche in condizioni di scarsa visibilità.

Per quanto riguarda i sistemi di protezione, il rover è dotato di tre sensori ad ultrasuoni posizionati sulla parte anteriore e disposti in modo da coprire un angolo di 45° ciascuno. Questi sensori permettono al rover di rilevare eventuali ostacoli sul percorso e di fermarsi per evitare collisioni.

Inoltre, il rover è equipaggiato con due sensori di temperatura che interrompono il funzionamento del sistema nel caso in cui la temperatura superi una certa soglia critica. Questo è fondamentale per prevenire danni ai componenti elettronici causati da un eccessivo riscaldamento.

Il rover dispone anche di un sensore di accelerazione e di encoder, che forniscono feedback sul corretto funzionamento dei motori. Infine, è presente un sensore di batteria che avverte l'utente quando il livello di carica è troppo basso, prevenendo così interruzioni impreviste del funzionamento del rover.

2 Alimentazione

L'alimentazione del rover è fornita da una batteria Gens ace a al litio-polimero . Questa batteria ha un voltaggio di 11.1 V, una capacità di 2200 mAh. La batteria in esame è fornita da 3 celle ricaricabili ripettivamente da 3.7 V l'una.



Figure 2: Batteria Gens.

Da notare che un sistema di ricarica non adatto potrebbe creare squilibri di carica fra le celle e portare a conseguenze spiacevoli:

- **Durata della batteria:** Se le celle non sono caricate in modo uniforme, alcune celle potrebbero essere sovraccaricate mentre altre potrebbero non essere completamente caricate. Questo può ridurre la durata complessiva della batteria.
- **Prestazioni ottimali:** Per ottenere le migliori prestazioni da una batteria, tutte le celle devono essere alla stessa tensione. Se una cella è a una tensione inferiore, può limitare la quantità di energia che la batteria può fornire.
- **Sicurezza:** Sovraccaricare o sottocaricare le celle di una batteria può essere pericoloso e può portare a guasti della batteria o, nel peggiore dei casi, a incendi.

L'alimentazione a 12V viene utilizzata per fornire energia ai motori , alle relative schede di controllo e al sistema di illuminazione. L'alimentazione può essere interrotta in qualsiasi momento grazie ad un apposito pulsante posto sul retro del rover. La maggior parte della sensoristica lavora a 5V dunque si è utilizzato un modulo di step-down che porta l'alimentazione da 12V in ingresso a 5 in uscita.



Figure 3: Modulo di step-down.

Dal modulo di Step-Down partono dei cavi che vanno verso più morsettiere che smistano la corrente ai vari sensori. Le schede di controllo STM32 sono alimentate a 5V dal modulo di Step-Down e hanno vari pin per l'alimentazione. Nello specifico si è utilizzato il pin che eroga una tensione di 3,3 V in uscita per l'alimentazione del ricevitore del controller PS2. Il cablaggio è stato effettuato scegliendo opportunamente la sezione dei cavi in base alla corrente che andrà a fluirvi e anche in base alle sollecitazioni alle quali il cavo deve resistere.

Qui riportato lo schema di cablaggio del Rover:

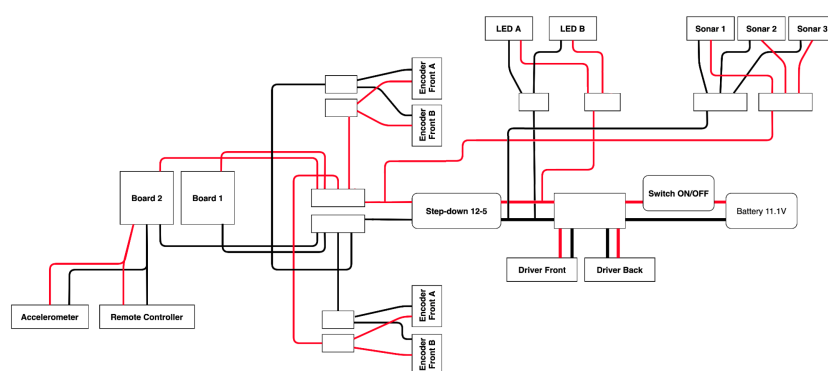


Figure 4: Schema di alimentazione.

3 STM32

Per la gestione della sensoristica e della parte di attuazione sono presenti due schede STM32F401RE rispettivamente col ruolo di master e di slave. Le due schede comunicano tra di loro tramite protocollo i2c scambiandosi messaggi utili per l'attuazione e per la rilevazione di eventuali soglie critiche. La presenza della doppia scheda permette al rover di essere più resiliente alla rottura e/o al malfunzionamento di una scheda infatti sia la master che la slave possono fermare la corsa del rover e impedire eventuali urti o surriscaldamenti pericolosi.

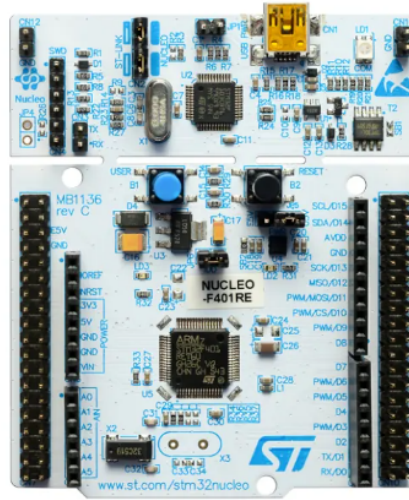


Figure 5: STM32f401re.

La STM32F401RE è un microcontrollore ad alte prestazioni basato sul core ARM® Cortex®-M4 32-bit RISC che opera ad una frequenza fino a 84 MHz. Qui riportate alcune specifiche tecniche:

- Core: ARM® 32-bit Cortex®-M4 CPU con FPU, acceleratore in tempo reale adattivo (ART Accelerator™) che consente l'esecuzione da memoria Flash senza attesa, frequenza fino a 84 MHz.
- Memorie: fino a 512 Kbytes di memoria Flash e fino a 96 Kbytes di SRAM.
- Consumo energetico: Run: $146\mu A/MHz$ (periferico spento), Stop (Flash in modalità Stop, tempo di risveglio rapido): $42\mu A$.
- Convertitore A/D: 1×12 -bit, 2.4 MSPS fino a 16 canali.
- Timer: fino a 11 timer: fino a sei 16-bit, due timer 32-bit fino a 84 MHz.
- Debug: debug seriale (SWD) , interfacce JTAG.
- I/O: fino a 81 porte I/O con capacità di interruzione.

4 Sensori

4.1 Ultrasuoni

Per determinare la presenza di ostacoli nel senso di marcia il rover monta 3 sensori ad ultrasound disposti con 45° di sfasamento l'uno dall'altro. Questa configurazione permette di individuare anche gli ostacoli ai lati e consente, in caso di pericolo, di svoltare verso un eventuale lato libero.

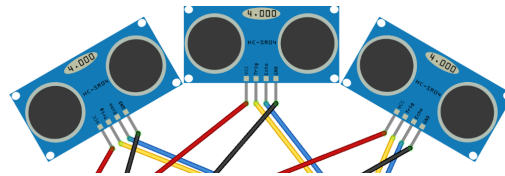


Figure 6: Disposizione Ultrasound.

Il modulo HC-SR04 è un sensore di distanza ad ultrasuoni molto utilizzato nell'elettronica. Ecco come funziona:

1. Il trasmettitore ad ultrasuoni (pin Trig) emette un suono ad alta frequenza (40 kHz).
2. Il suono viaggia attraverso l'aria.
3. Se trova un oggetto, rimbalza indietro verso il modulo.
4. Il ricevitore ad ultrasuoni (pin Echo) riceve il suono riflesso (echo).
5. Tenendo conto della velocità del suono nell'aria e del tempo di viaggio (il tempo trascorso tra la trasmissione e la ricezione del segnale) possiamo calcolare la distanza da un oggetto utilizzando la seguente formula:

$$\text{Distanza} = 0.03431 \times t/2$$

Dove t è il tempo che intercorre tra l'emissione del segnale sonoro ed il suo ritorno. Questa formula deriva dal fatto che la velocità del suono nell'aria a $20^\circ C$ è di $343.1m/s$, che convertita diventa $0.03431cm/\mu s$. Il tempo viene diviso per 2 perché la distanza percorsa dal suono è doppia rispetto alla distanza dell'ostacolo, in quanto l'impulso sonoro deve andare verso l'ostacolo e tornare indietro.

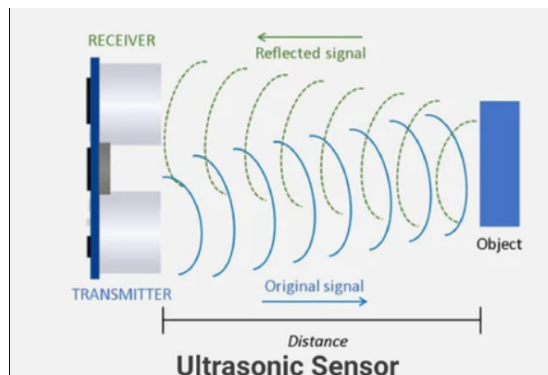


Figure 7: Funzionamento Ultrasound.

Qui riportate alcune caratteristiche tecniche:

- Tensione di lavoro: 3 - 5.5 Vdc.
- Corrente assorbita: circa 3 mA.
- Frequenza di lavoro: 40 kHz.
- Distanza minima: 2 cm.
- Distanza massima: 400 cm.
- Risoluzione: 3 mm.
- Angolo di misura: 15 - 20°.

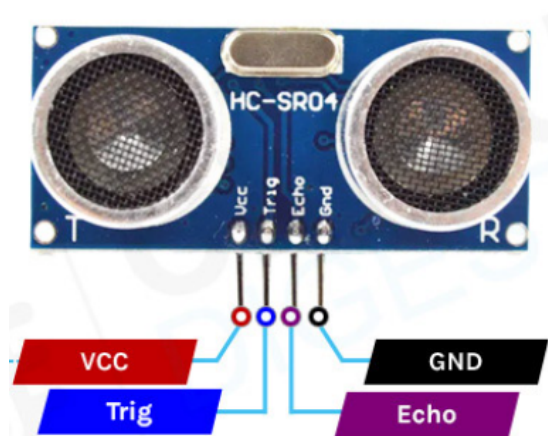


Figure 8: Pinout Ultrasound.

Il modulo HC-SR04 dispone di 4 pin:

- Vcc: viene collegato alla tensione di alimentazione da 3 a 5.5 V.
- Trig: è il pin "Trigger" che deve essere portato alto per inviare il segnale ad ultrasuoni.
- Echo: è il pin che produce un impulso che si interrompe quando viene ricevuto il segnale riflesso dall'ostacolo.
- GND: viene collegato al GND.

4.2 MPU6050

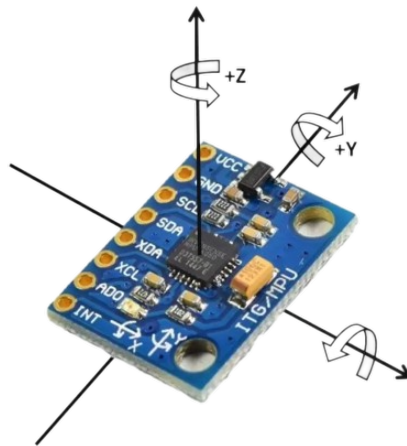


Figure 9: Giroscopio.

Il modulo MPU6050 è un'unità di misura inerziale (IMU) con 6 gradi di libertà (DoF). Questo modulo integra un accelerometro a 3 assi e un giroscopio a 3 assi.

Accelerometro: Misura l'accelerazione, cioè la variazione di velocità per unità di tempo. Gli accelerometri usano parametri di forza e massa dell'oggetto per funzionare. Utilizzano le tecniche MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) per misurare le accelerazioni.

I sensori di accelerazione MEMS sono realizzati su un substrato di silicio o di altro materiale semi-conduttore. La struttura principale del sensore è una piccola massa sospesa all'interno del dispositivo, chiamata "massa di prova" o "massa sismica." Questa massa è sospesa da molle microscopiche e può muoversi in risposta all'accelerazione. Quando la massa si muove in risposta di uno spostamento si ha che i condensatori avranno capacità diverse da quelle

iniziali tramite un circuito si determina quanto velocemente il condensatore ha cambiato capacità.

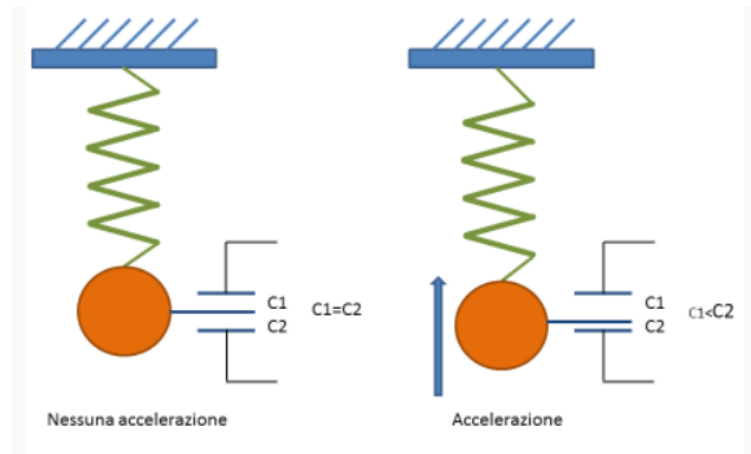


Figure 10: Esempio di sensore di accelerazione.

Chiaramente in base al sistema che abbiamo le dimensioni dei condensatori cambiano in un tipico accelerometro MEMS le masse mobili sono dell'ordine del milionesimo di grammo, gli spostamenti delle molle pari alle dimensioni di qualche decina o centinaia di atomi e le fluttuazioni di carica nei condensatori dell'ordine di una decina di elettroni.

Giroscopio: Misura la velocità angolare di un oggetto, ovvero lo spostamento angolare per unità di tempo o la velocità con cui un corpo ruota attorno al proprio asse. Anche in questo caso, le tecniche MEMS vengono utilizzate per misurare la velocità angolare.

I sensori giroscopici MEMS sfruttano il principio della conservazione del momento angolare. In altre parole, un corpo in rotazione tende a mantenere la sua velocità angolare e la sua direzione di rotazione, a meno che una forza esterna non agisca su di esso. Un giroscopio MEMS è costituito da una piccola massa sospesa all'interno del dispositivo, simile a un pendolo. Questa massa è libera di ruotare attorno a un asse, ed è collegata a un set di microscopiche strutture meccaniche. Quando il dispositivo subisce una rotazione, la massa all'interno del giroscopio tende a mantenere la sua direzione originale a causa della conservazione del momento angolare. Questo movimento della massa è rilevato dal sensore giroscopico, che converte la velocità angolare in un segnale elettrico. Si misura il cambiamento nella capacità tra due superfici quando la massa all'interno del giroscopio si sposta.

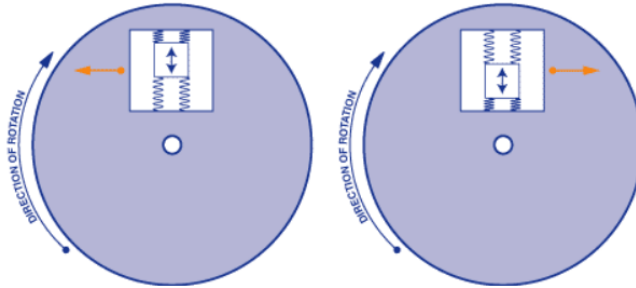


Figure 11: Esempio di Giroscopio.

Il modulo MPU6050 fornisce misurazioni precise in quanto ha un convertitore digitale a 16 bit per ciascun canale e cattura allo stesso tempo x, y e z. Il sensore usa un bus I2C per comunicare.

Questo modulo può essere utilizzato per rilevare il movimento o la posizione di un oggetto, ad esempio, in applicazioni di navigazione, goniometria, stabilizzazione, controllo dei gesti. Nell'ambito del rover questo sensore è essenziale per effettuare una frenata di emergenza che viri automaticamente verso un lato e garantisce che i motori funzionino in quanto è possibile rilevare l'accelerazione del veicolo. Ecco alcune specifiche del modulo MPU6050:

- Chip con Convertitore AD a 16 bit Integrato: Questo modulo è molto preciso, in quanto ha un convertitore ADC (da analogico a digitale) da 16 bit per ogni canale.
- Range di misura giroscopio: Il giroscopio ha un range di misura di ± 250 , 500, 1000 e 2000°/s.
- Range di misura accelerometro: L'accelerometro ha un range di misura di +2, +4, +8, +16 g.
- Interfaccia: Il modulo MPU6050 utilizza il protocollo di comunicazione standard I2C.
- Alimentazione: Il modulo può essere alimentato con una tensione da 3V a 5V.

4.3 Encoder

Gli encoder rotativi sono dispositivi elettromeccanici progettati per controllare la posizione e la velocità angolare del movimento degli assi meccanici. Esistono diverse varianti di encoder, tra cui quelli che utilizzano sensori magnetici o ottici. Gli encoder magnetici utilizzano un sistema di rilevazione dei segnali basato sulla variazione del flusso magnetico generato da un magnete (una o più coppie polari) posto in rotazione di fronte al sensore generalmente fissato all'albero dell'encoder. La variazione del campo magnetico viene campionata

dal sensore e trasformata in un impulso elettrico che definisce la posizione. Il vantaggio del sistema magnetico è principalmente l'assenza di contatto nella rilevazione, fattore che previene l'usura del dispositivo e risulta quindi vantaggioso dal punto economico, in quanto non richiede manutenzione ed ha una durabilità potenzialmente infinita. Gli encoder magnetici sono particolarmente adatti all'applicazione in ambienti gravosi che richiedono un'elevata robustezza, velocità e resistenza termica, garantendo al tempo stesso un'affidabilità ottimale nella generazione dei segnali.

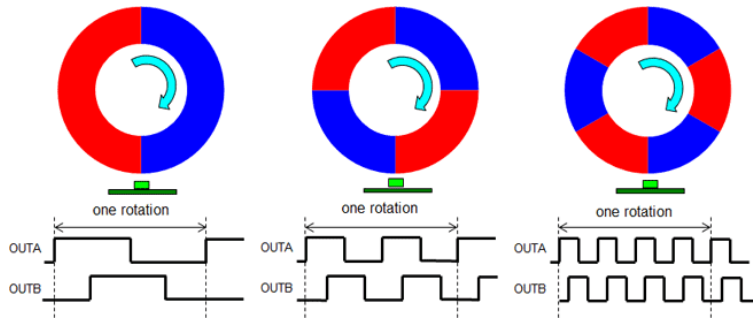


Figure 12: Esempio di funzionamento encoder.

La risoluzione di un encoder può essere misurata in vari modi, come ad esempio PPR (Pulse Per Revolution), CPR (Count Per Revolution). PPR (Pulse Per Revolution): Questo termine descrive il numero di impulsi (considerando solo la porzione alta dell'onda quadra) che gli encoder generano su una delle due uscite a onda quadra. CPR (Count Per Revolution): Questo termine descrive il comportamento dell'encoder, in particolare i canali A e B generano un'uscita a 2 bit che ha quattro possibili stati, quindi il CPR (nell'accezione di Count Per Revolution) è pari a quattro volte PPR. Quindi, la differenza principale tra CPR e PPR negli encoder riguarda il modo in cui vengono conteggiati gli impulsi o i cicli per ogni rivoluzione. Nel caso in esame si ha un encoder che produce 48 CPR dunque 12 PPR. Un encoder rotativo di tipo incrementale è dotato in uscita di due canali, A e B. Questi canali producono uscite a onda quadra e, in un encoder in quadratura, le due uscite sono sfasate di 90° . Canale A e Canale B: La relazione di fase tra i canali A e B indica la direzione della rotazione. Con la lettura di un solo canale si ottiene l'informazione relativa alla velocità di rotazione, mentre mediante l'acquisizione ulteriore del segnale B può essere discriminato il senso di rotazione in base alla sequenza degli stati prodotti dai due segnali. Per l'encoder preso in esame se il canale A precede il canale B si ha un senso di rotazione antiorario viceversa se il B precede il canale A. In pratica, i canali di un encoder sono utilizzati per misurare la direzione di rotazione, la velocità e lo spostamento angolare.



Figure 13: Encoder montato sul Rover.

Nel contesto del rover gli encoder vengono utilizzati per avere un feedback circa la velocità dei motori e poterli pilotare in modo più agevole. Gli encoder danno anche un livello di sicurezza in più in quanto se i motori non dovessero più accettare comandi si potrebbe rilevare questo malfunzionamento leggendo il valore di output degli encoder.

4.4 PS2 (PlayStation 2) Controller

Il controller wireless PS2 è un controller standard per la PlayStation 2 ed è identico al controller DualShock originale per la console PlayStation. Dispone di dodici pulsanti analogici (sensibili alla pressione), cinque pulsanti digitali e due stick analogici. Il controller dispone anche di due motori di vibrazione, quello sinistro è più grande e potente di quello destro. È alimentato da due batterie AAA. Comunica con la console utilizzando il protocollo RF a 2,4 GHz.



Figure 14: Joystick PS2.

Il controller wireless PS2 comunica con i microcontrollori SPI. La PlayStation invia un byte contemporaneamente mentre ne riceve uno (full duplex) tramite comunicazione seriale. C'è un clock (SCK) per sincronizzare i bit di dati attraverso due canali: DATA e CMD. Inoltre, c'è un canale "Attention" (ATT) che dice allo slave se è "attivo" e dovrebbe ascoltare i bit di dati che passano attraverso il canale CMD, o inviare bit di dati attraverso il canale DATA (Ragionevolmente, solo un dispositivo slave dovrebbe essere attivo alla volta). La PlayStation 2 in realtà utilizza questo più una linea aggiuntiva che non fa parte specificamente del protocollo SPI - una linea di "Acknowledge" (ACK).

Il clock è mantenuto alto fino a quando deve essere inviato un byte. Quindi scende basso (attivo basso) per avviare 8 cicli durante i quali i dati vengono inviati e ricevuti simultaneamente. Dopo che ogni comando è ricevuto dal controller, quel controller deve abbassare ACK per almeno un ciclo di clock. Se un controller selezionato non risponde con un ACK, la PS2 ipotizzerà che non ci sia alcun controller presente. I LSB (bit meno significativi) vengono trasmessi per primi.

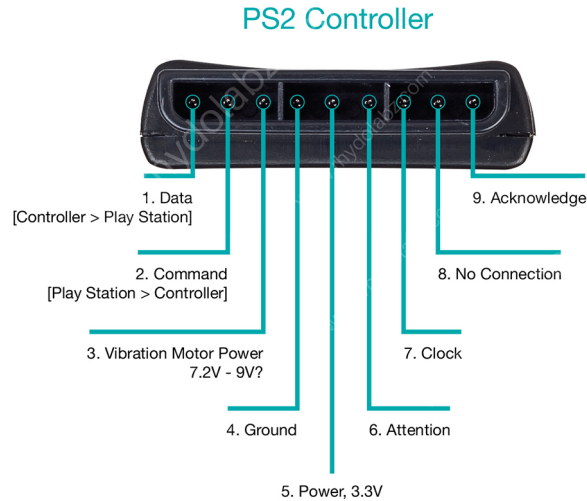


Figure 15: Pinout del Ricevitore.

Ci sono 9 fili, di cui 6 sono necessari al minimo per comunicare con il controller: (clock, dati, comando, alimentazione e terra, attenzione). Per far funzionare i motori di vibrazione, è anche necessario il filo motor_power.

- **Dati** : Controller -> PlayStation. Questo è un output a collettore aperto e richiede una resistenza di pull-up (da 1 a 10k). (È necessaria una resistenza di pull-up perché il controller può solo collegare questa linea a terra; non può effettivamente mettere tensione sulla linea).
- **Comando**: PlayStation -> Controller.
- **Alimentazione motori di vibrazione** : 6-9V.
- **GND** :Terra.
- **Alimentazione** : 3.3v.
- **Attenzione** : Questa linea deve essere portata bassa prima di inviare/ricevere ogni gruppo di byte e quindi riportata alta dopo.
- **Clock**: 500kHz, normalmente alto. La comunicazione lavora fra i 100kHz fino a 500kHz .
- **unknown** .
- **ACK** : Questa linea normalmente alta scende bassa circa 12μs dopo ogni byte per mezzo ciclo di clock, ma non dopo l'ultimo bit in un set. Questo

è un output a collettore aperto e richiede una resistenza di pull-up (da 1 a 10k).

La comunicazione fra controller e joystick avviene tramite pacchetti:

I pacchetti iniziano sempre con un'intestazione di 3 byte. Il primo byte di trasmissione è l'indirizzo per selezionare il controller (0x01) o la memory card (0x81). Il secondo byte di trasmissione è il comando inviato dalla console. Il secondo byte di ricezione ha il nibble superiore che rappresenta l'ID del periferico. Il nibble inferiore è la dimensione dell'output in DWORD (uint16_t). Il terzo byte di ricezione è sempre 0x5A e segnala la fine dell'intestazione. L'intestazione è seguita dal payload che corrisponde sempre alla dimensione riportata nel secondo byte di ricezione, anche quando non tutti i dati sono utilizzati. I byte di trasmissione non utilizzati sono impostati su 0x00 dalla PSX e su 0x5A dalla PS2. Esempio per la lettura di pulsanti premuti sul joystick:

byte #	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Command (hex)	01	4F	00	FF	FF	03	00	00	00
Data (hex)	FF	F3	5A	00	00	00	00	00	5A
section	header			config parameters					

Figure 16: Example of command.

4.5 Sensore di batteria

Per controllare il livello della batteria si è deciso di utilizzare la ADC della STM32. Qui riportati i passi per la lettura della percentuale di batteria:

- Utilizzo di una resistenza per abbassare la tensione: Poiché la tensione fornita dalla batteria è di 12,6 V e l'ADC dello STM32 può gestire una tensione massima di 3,3 V, è necessario ridurre la tensione di ingresso. Questo viene fatto utilizzando una resistenza in serie, formando un partitore di tensione. La tensione in uscita dal partitore di tensione dipende dalla resistenza della batteria e dalla resistenza utilizzata nel partitore di tensione. Per portare la tensione della batteria da 12,6 V a 3,3 V, possiamo scegliere i seguenti valori per le resistenze:

$$R1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 3,3 \text{ k}\Omega$$

Possiamo calcolare la tensione di uscita utilizzando la formula del partitore di tensione:

$$V_{out} = 12,6 \times \frac{3,3}{10 + 3,3} = 12,6 \times \frac{3,3}{13,3} = 3,15 \text{ V}$$

Questo valore è abbastanza vicino a 3,3 V.

- Mappatura dei valori dell'ADC in percentuale di batteria: Una volta che la tensione di ingresso è stata adattata alla gamma di tensioni dell'ADC, è possibile leggere la tensione utilizzando l'ADC dello STM32. I valori letti dall'ADC rappresentano la tensione in ingresso, che a sua volta riflette lo stato di carica della batteria. Si è mappata la tensione letta dall'ADC in percentuale di carica della batteria utilizzando una relazione lineare .

4.6 Temperatura

Il sensore di temperatura interno della STM32 è un dispositivo che permette di misurare la temperatura interna del microcontrollore. Questo sensore è molto utile per monitorare le condizioni di funzionamento del chip e prevenire eventuali problemi dovuti al surriscaldamento. Qui riportato il funzionamento del sensore e l'interfacciamento con la stm32:

1. Abilitazione del sensore: Prima di tutto, è necessario abilitare il sensore di temperatura interno. Questo si fa tramite la configurazione dei registri ADC (Analog to Digital Converter) della STM32.
2. Lettura del valore: Una volta abilitato il sensore, si può iniziare a leggere i valori di temperatura. Questo si fa avviando una conversione ADC e leggendo il valore risultante.
3. Conversione del valore: Il valore letto dall'ADC non è direttamente la temperatura in gradi Celsius. Per ottenere la temperatura, è necessario convertire il valore ADC utilizzando le costanti fornite dal produttore.

5 Attuatori

5.1 Driver Motori

Un driver per motori DC è un dispositivo che regola la velocità e la direzione di un motore a corrente continua controllando la quantità di corrente fornita al motore. Può essere integrato direttamente in alcuni dispositivi elettronici o può essere un componente separato che si connette al motore e ad altri circuiti di controllo.

I driver per motori DC hanno diversi componenti e funzioni chiave:

1. Controllo della velocità e direzione: Il driver regola la velocità del motore variando la quantità di corrente che fluisce attraverso di esso. Per invertire la direzione del motore, il driver può invertire il flusso di corrente.
2. Modulazione della larghezza di impulso (PWM): Molte unità di controllo utilizzano la tecnica PWM per variare la quantità di corrente inviata al motore. La PWM regola la larghezza degli impulsi di corrente inviati al motore, modificando così la sua velocità.
3. Protezioni e sicurezza: I driver spesso includono meccanismi di protezione come il controllo della temperatura e la limitazione della corrente per evitare danni al motore e al driver stesso. Queste funzionalità aiutano a prevenire surriscaldamenti e danni in situazioni di sovraccarico.
4. Interfaccia di controllo: Molti driver sono progettati per essere controllati da microcontroller o dispositivi elettronici tramite segnali analogici (tensioni variabili), segnali digitali o protocolli di comunicazione come la seriale.
5. Regolazione della tensione: Alcuni driver possono avere circuiti integrati per regolare la tensione di alimentazione fornita al motore, garantendo che il motore funzioni a una tensione appropriata.

In sostanza, il driver per motori DC agisce come un intermediario tra il sistema di controllo (spesso un microcontrollore o un processore) e il motore stesso, consentendo un controllo preciso della velocità, della direzione e della potenza del motore DC in diverse applicazioni.

Nello specifico del Rover si è utilizzato il driver Sabertooth 2X12 Motor Controller 2X12A. Questo dispositivo è in grado di alimentare due motori dc brushed con corrente di 12 Ampere, riuscendo anche a sopportare correnti di 25 ampere per alcuni secondi. Ha un sistema di protezione da sovracorrente e surriscaldamento che previene seri danni alla scheda e al sistema in generale. La Sabertooth consente di controllare due motori con tensione analogica, controllo radio, seriale e seriale pacchettizzata. La modalità di pilotaggio viene selezionata da appositi interruttori DIP presenti sulla scheda. Il formato del pacchetto per il Sabertooth è composto da un byte di indirizzo, un byte di comando, un byte di dati e un checksum di sette bit. I byte di indirizzo hanno

un valore maggiore di 128, e tutti i byte successivi hanno valori di 127 o inferiori. Questo consente a diversi tipi di dispositivi di condividere la stessa linea seriale. In modalità seriale pacchettizzata, l'ingresso S2 è configurato come un arresto di emergenza attivo basso (active-low emergency stop). Se si desidera un arresto di emergenza, tutti gli ingressi S2 possono essere collegati in serie e portando l'ingresso S2 a basso si causerà lo spegnimento del driver. I transistor del Sabertooth vengono commutati a velocità (32kHz) per un funzionamento silenzioso. La Sabertooth 2x12 dispone di tre LED indicatori. Il LED verde contrassegnato come Status1 viene utilizzato per comunicare varie informazioni sullo stato attuale. Nella maggior parte dei casi, Status1 funge da indicatore di alimentazione. In modalità R/C, si illumina debolmente se non è presente alcun collegamento R/C e intensamente se è presente un collegamento R/C. Il LED verde contrassegnato come Status2 viene utilizzato in modalità litio. Lampeggia per indicare il numero di celle al litio rilevate. Inoltre, quando Status2 ed Error lampeggiano contemporaneamente, e non si ha alcuna uscita dai motori, l'unità sta visualizzando la modalità di bassa tensione. Il LED rosso Error si illumina se il Sabertooth ha rilevato un problema. Si accenderà se il driver si è spento a causa del surriscaldamento o della sovracorrente.

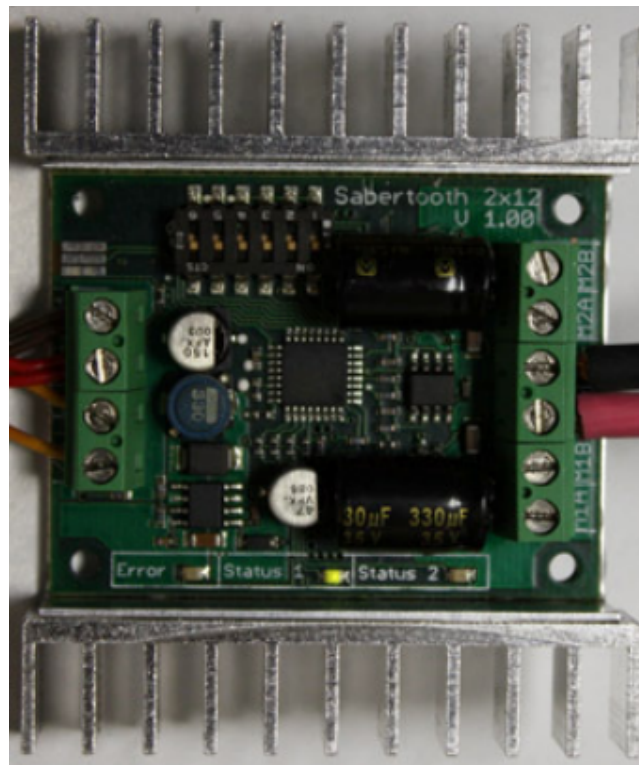


Figure 17: Sabertooth.

Sul lato destro, è evidente l'alimentazione (12 V), mentre ai lati sono presenti le uscite destinate a controllare i motori. Sul lato sinistro, ci sono quattro morsettiere, dall'alto verso il basso: terra, 5V che può essere utilizzato come input per altri dispositivi, S1 (canale per la ricezione dei comandi) e S2 (canale per l'arresto di emergenza). Qui di seguito vengono riportati le caratteristiche salienti del driver:

- **Input voltage:** 6-24V nominale, 30V massima.
- **Output current:** Fino a 12 A per canale. Carichi di picco possono raggiungere fino a 25A per canale per alcuni secondi.

5.2 Motori

Il motore a corrente continua (CC) Brushed è un dispositivo elettrico che trasforma l'energia elettrica in energia meccanica attraverso l'assorbimento di corrente continua e la generazione di rotazione.

Composto da quattro elementi principali - lo statore, il rotore, il commutatore e le spazzole - il motore a CC Brushed presenta un design essenziale. Lo statore, contenente magneti permanenti o elettromagneti, rimane immobile, mentre il rotore, elemento mobile del motore, riceve l'alimentazione esterna mediante corrente continua. I fili di rame avvolti sono collegati al commutatore, un interruttore rotante, che fornisce loro l'energia necessaria.

L'accensione e lo spegnimento sequenziali delle bobine generano un campo magnetico rotante. Questo campo interagisce con i diversi campi dei magneti fissi nello statore, creando la coppia che avvia la rotazione. Tale processo sfrutta le forze di attrazione e repulsione dei poli magnetici per convertire l'energia elettrica della corrente continua in energia meccanica, manifestata attraverso il movimento rotatorio.



Figure 18: Motore.

Il motore utilizzato per il rover è il **LynxMotion 36GP-540-51-EN** e presenta le seguenti caratteristiche:

- **Tensione nominale:** 12 V
- **Corrente:**
 - Senza carico: 0.5 A
 - Stallo: 3 A
- **Velocità:**
 - Senza carico: 170 rpm \pm 10%
 - A coppia nominale: 145 rpm \pm 10%
- **Coppia:**
 - Nominale: 11.5 kg cm
 - Stallo: 78 kg cm
- **Encoder:**
 - Tensione: 5 V
 - PPR (Pulse per Revolution): 12
 - Frequenza massima: 800 kHz
 - Tipo di segnale: Onda quadra AB a 90°

La sequenza di cablaggio per il motore e l'encoder è la seguente: il filo giallo è collegato al polo positivo del motore, il filo bianco al polo negativo del motore, il filo nero al GND del sensore Hall, il filo rosso al VCC del sensore Hall, il filo blu all'uscita A del sensore Hall e il filo verde all'uscita B del sensore Hall.

5.3 LED

Per l'illuminazione della strada sono stati installati sul rover due LED . Un LED (Light Emitting Diode, ovvero diodo ad emissione di luce) è un componente elettronico che emette luce quando attraversato da corrente elettrica. In particolare è stato utilizzato il A4WD3-LED Board.



Figure 19: LED.

I LED (bianchi o tutti e 8 rossi) possono essere controllati tramite pin di alimentazione o utilizzando i pin digitali a 5V di un microcontrollore. Questo modulo è composto da 1 LED bianco centrale e da 8 rossi , è possibile pilotare indipendentemente i due led e dunque è possibile accendere solo il led bianco mentre i rossi sono spenti.

6 Documentazioni

- **Batteria:** Battery Datasheet
- **Step-Down** Step-Down Datasheet
- **STM32f402re** STM32f402re Datasheet
- **Ultrasound** Ultrasound Datasheet
- **MPU6050** MPU6050 Datasheet
- **Encoder** Encoder Datasheet
- **PS2 (PlayStation 2) Controller** PS2 (PlayStation 2) Controller Datasheet
- **Driver Motori** Driver Motori Datasheet
- **Motore** Motore Datasheet
- **LED** LED Datasheet