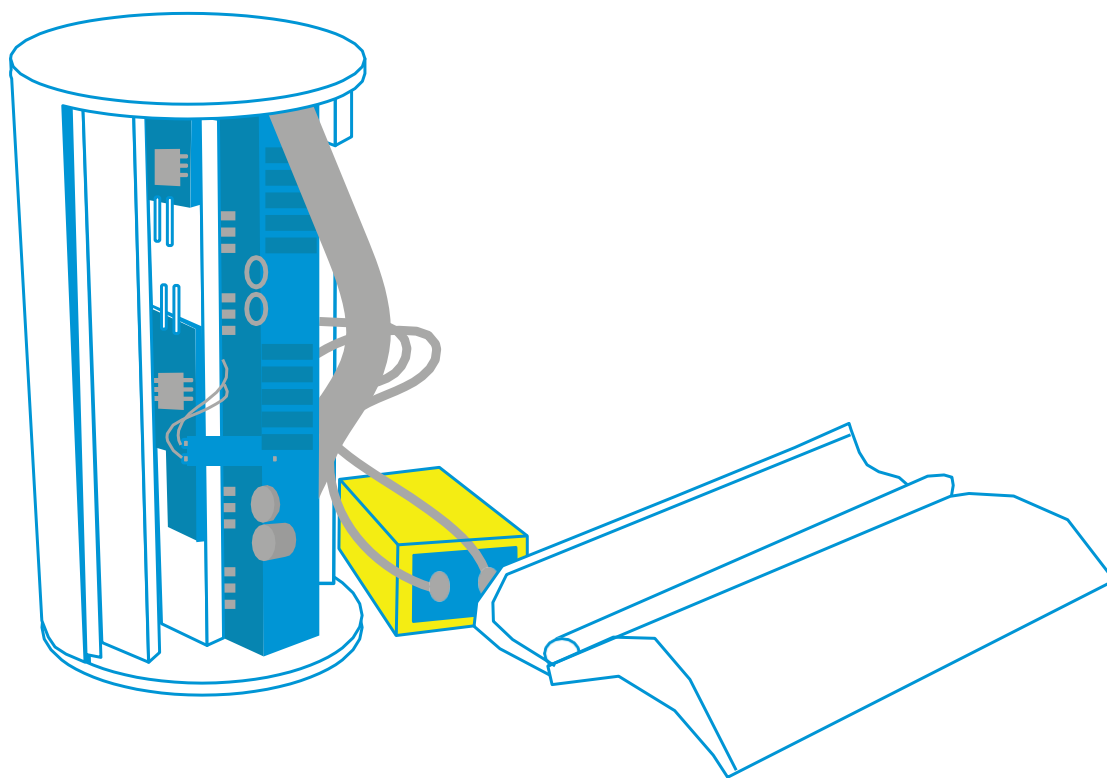


Tecnologia | T08

A scuola con lo spazio

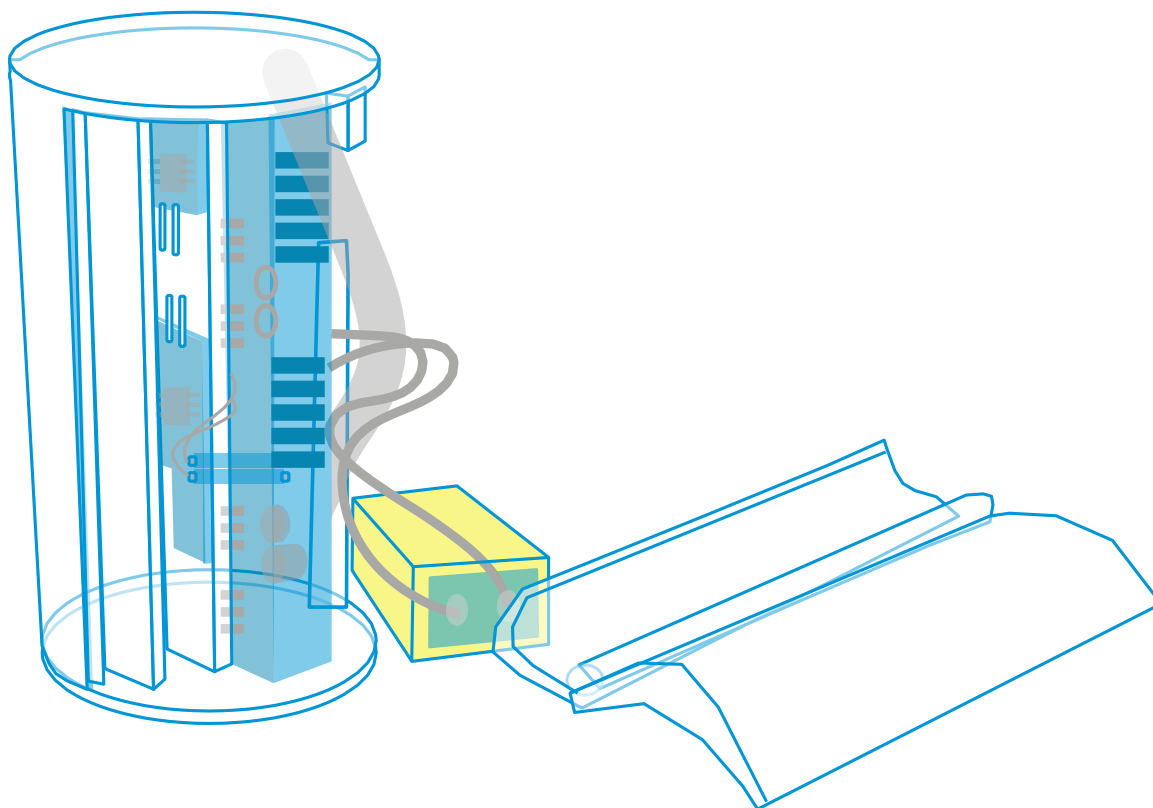
→ PER COMINCIARE CON CANSAT

Una guida alla Missione Primaria



Guida insegnante e appunti studenti

Traduzione e adattamento da parte di ESERO Italia



Caratteristiche principali	pag 3
Indice delle attività	pag 4
Introduzione	pag 5
Attività 1: Componenti base	pag 6
Attività 2: Elettronica base	pag 6
Attività 3: Comunicare con il CanSat	pag 7
Attività 4: Mettere tutto insieme	pag 7
Appunti degli studenti	pag 8
Link	pag 26

A scuola con lo spazio – Per cominciare con CanSat | T08
www.esa.int/education

L'ufficio ESA Education accoglie feedback e commenti a
cansat@esa.int

Una produzione ESA Education
in collaborazione con ESERO Irlanda e ESERO Belgio

Copyright 2017 © European Space Agency

→ PER COMINCIARE CON CANSAT

Una guida alla missione primaria

Caratteristiche principali

Età: 14 - 20 anni

Discipline curriculari: elettronica, programmazione, matematica

Difficoltà: intermedia

Durata a lezione: 90 minuti

Metodologia: project based learning

Risorse di supporto: ti presento Arduino!
comunicazioni radio, inventa il tuo paracadute

Parole chiave: sensori, resistori, radio, comunicazioni, protocolli, saldare, CanSat

Breve descrizione

Questo modulo delinea le caratteristiche principali della missione primaria di CanSat. In questa missione le squadre devono misurare temperatura e pressione e inviare i dati alla stazione di terra.

Gli studenti apprenderanno le differenze tra i sensori da usare e le sfide associate al completamento della missione primaria.

Questo modulo è progettato insieme a una serie di risorse di supporto all'intera missione CanSat.

Gli studenti impareranno

- La conoscenza di base per completare la missione primaria.
- Come funzionano i sensori: il termistore e sensori di pressione atmosferica
- Elettronica di base: la legge di Ohm
- Come raccogliere i dati da un sensore di resistenza usando il circuito partitore di tensione
- Come saldare

→ Indice delle attività

Indice delle attività					
	Titolo	Descrizione	Risultati	Requisiti	Tempo
1	Componenti base	Sono presentati agli studenti tutti i componenti essenziali di un CanSat.	Gli studenti saranno in grado di scegliere i sensori più adatti a un CanSat e di spiegare il perché.	Nessuno	30 minuti
2	Elettronica base	Gli studenti sono guidati nell'applicazione della legge di Ohm a resistori e circuiti partitori di tensione.	Gli studenti prenderanno confidenza con il funzionamento dei sensori basati sulla resistenza e del loro compito in CanSat.	Attività precedenti	15 minuti
3	Comunicare con il CanSat	Quest'attività parla di come avviene la comunicazione tra il CanSat e la stazione di terra e di quali sono i protocolli di comunicazione dei componenti elettronici.	Gli studenti impareranno le basi della comunicazione wireless e di quella che avviene tra i componenti di un circuito.	Attività precedenti	20 minuti
4	Mettere tutto insieme	Quest'attività riassume l'assemblaggio di un CanSat: mettere insieme i componenti, saldarli, alimentarli e inserirli nel contenitore.	Gli studenti comprenderanno l'importanza di una buona saldatura e saranno in grado di selezionare i componenti più adatti alla missione primaria.	Attività precedenti	25 minuti

Introduzione

La competizione CanSat ha due sfide principali: la missione primaria e la missione secondaria. Nella missione primaria le squadre CanSat devono registrare i valori della temperatura e della pressione dell'aria con il CanSat e inviarli alla stazione a terra. La missione secondaria è una sfida aperta in cui ciascuna squadra deve mettere a punto la propria indagine utilizzando il CanSat. Per completare con successo la missione primaria, le squadre devono capire l'elettronica base coinvolta e come usare i sensori per misurare temperatura e pressione. L'obiettivo principale di questa guida è fornire le conoscenze di base.

Seguendo questa risorsa e identificando gli elementi necessari a completare la missione primaria, la tua squadra avrà tutte le informazioni necessarie per poter partire con la sfida CanSat di ESA!

Missione primaria CanSat

La squadra deve assemblare un CanSat e programmarlo per completare la seguente missione primaria obbligatoria.

Dopo il distacco dal razzo e durante la discesa, il CanSat deve misurare i seguenti parametri e trasmetterli almeno una volta al secondo alla stazione di terra:

- Temperatura dell'aria
- Pressione dell'aria

Nel tuo CanSat definitivo questo farà probabilmente parte di un circuito più complesso con componenti legate anche alla missione secondaria.

Inizialmente è meglio assemblare il circuito su una breadboard (una basetta utilizzata per prototipi) senza saldature. Dopo aver verificato che il circuito e il codice di programmazione funzionino correttamente, si possono saldare i componenti al loro posto su una scheda (Arduino shield).

Alla fine di questa risorsa trovi diversi link a siti web che vendono le varie componenti di cui parleremo.

Attività 1: Componenti base

Questa attività fornisce agli studenti una panoramica sui componenti chiave richiesti per la missione primaria CanSat. In questo modo gli studenti si renderanno conto del grado di complessità della missione CanSat, considerando le diverse opzioni disponibili per ogni componente.

Esercizio 1

- Riesci a pensare a ulteriori problemi nell'uso di un termistore per misurare la temperatura dell'aria?**
Quando la corrente passa in un resistore, si genera calore. Ciò significa che la temperatura misurata sarà maggiore di quella dell'ambiente circostante a causa dell'autoriscaldamento del termistore. E sarà ancora maggiore se il sensore di temperatura è posizionato vicino ad altre componenti, come ad esempio il processore, perché anch'essi generano calore.

Esercizio 2

Chiedere agli studenti di completare la tabella con le informazioni sui vari sensori includendo il BMP280. Dovrebbero essere incoraggiati a condurre le loro ricerche in modo indipendente, utilizzando per esempio internet e i fogli di lavoro. Potranno studiare diversi tipi di sensori (temperatura, pressione) e diversi modelli dello stesso tipo, paragonando ad esempio due sensori di temperatura.

Attività 2: Elettronica base

Ora che gli studenti hanno familiarizzato con le componenti chiave per la missione primaria CanSat, sono pronti per capire come funzionano. Quest'attività fornisce un'introduzione alla legge di Ohm, a come si calcola la resistenza di un resistore e a come impostare un circuito partitore di tensione.

Esercizio

- Qual è la resistenza del resistore sottostante?**

Usando il grafico, la resistenza è uguale a $15 \times 100\Omega$ ovvero 1500Ω .

Esercizio bonus

In questo esercizio gli studenti devono usare le loro abilità matematiche per riordinare e combinare le due equazioni sottostanti e calcolare l'espressione di V_{out} :

$$V_{in} = I(R_1 + R_2) \quad \text{e} \quad V_{out} = I(R_2)$$

Il primo passaggio è esplicitare I in entrambe le equazioni:

$$I = \frac{V_{in}}{(R_1 + R_2)} \quad \text{e} \quad I = \frac{V_{out}}{R_2}$$

Ora possiamo sostituire l'espressione di I da un'equazione all'altra in questo modo:

$$\frac{V_{in}}{(R1+R2)} = \frac{V_{out}}{R2}$$

Infine possiamo riordinare l'equazione per ottenere V_{out} (moltiplicando per R_2):

$$V_{out} = \frac{V_{in}R2}{(R1+R2)}$$

L'equazione ci permette di calcolare la tensione in uscita di un circuito partitore di tensione, una volta nota la tensione in entrata e il valore dei due resistori. Ciò fornisce il principio base con cui funzionano molti sensori.

Attività 3: Comunicare con il CanSat

Questa attività mette insieme il lavoro precedente dando uno sguardo a come comunichiamo con il CanSat. Gli studenti dovrebbero essere pronti a preparare l'elettronica necessaria a svolgere la missione primaria, ma manca un passaggio vitale! L'informazione raccolta dal CanSat deve essere inviata alla stazione di terra. Per essere in grado di farlo, occorre capire come comunicano le parti elettroniche e dare un'occhiata ai componenti che possiamo usare per comunicare con loro.

Attività 4: Mettere tutto insieme

In questa attività gli studenti imparano come mettere insieme i componenti della missione primaria utilizzando schede integrate e saldatore. Per questo si accenna anche alle tecniche di saldatura e si rendono consapevoli gli studenti sulle precauzioni di sicurezza da adottare quando si salda. Si presentano anche informazioni relative all'alimentazione e si fanno alcune importanti considerazioni su come alimentare il CanSat.

Esercizio 1

1. Perché si usano pannelli solari per i satelliti mentre potrebbero essere meno utili per il CanSat?

I satelliti restano in orbita per lunghi periodi e quindi richiedono una fonte di energia illimitata: il Sole è perfetto per questo. Alimentare in questo modo, però, il CanSat è più problematico. Primo perché ci sono vincoli di dimensioni e peso, che rendono complessa la costruzione di un pannello solare grande a sufficienza. Poi, siccome la maggior parte della radiazione solare è assorbita dall'atmosfera, l'efficienza dei pannelli solari a terra è molto bassa rispetto a quelli in orbita.

Esercizio 2

Si chiede agli studenti di completare la tabella con i componenti che hanno scelto, con la motivazioni per cui li hanno scelti e le opzioni di riserva. L'ultimo esercizio serve a spingere gli studenti a parlare dei vantaggi e svantaggi dei componenti, come parti individuali, e giustificare il motivo per cui vogliono utilizzarli sul CanSat.

Discussione

L'obiettivo finale di queste attività è di permettere agli studenti di familiarizzare con i componenti base e i sensori che si utilizzano per assemblare il CanSat. In questo modo si renderanno conto della varietà di sensori disponibili per ogni obiettivo e di quali vantaggi e svantaggi presentino. Alla fine dovrebbero riuscire a prendere decisioni ragionate su quali componenti sono più adatti al loro CanSat.

E' possibile sviluppare la discussione alla fine dell'attività 4 per suggerire agli studenti che possono cambiare le loro scelte o utilizzare la loro miglior alternativa considerando che tutti questi componenti devono lavorare come sistema unico e integrato nel CanSat. Esistono fattori aggiuntivi, come le dimensioni totali o i vincoli sul peso imposti dalla sfida europea, che impongono compromessi. A questo punto ci si può collegare agli obiettivi di missione esposti nelle linee guida CanSat e in particolare si può stabilire quali obiettivi sono prioritari (ad esempio la missione primaria obbligatoria rispetto alle missioni secondarie).

→ PER COMINCIARE CON CANSAT

Una guida alla missione primaria

→ Attività 1: Componenti base

Introduzione

I componenti essenziali al completamento della missione primaria CanSat si trovano in parte sul CanSat e in parte nella stazione di terra. Mentre il CanSat sarà in volo sul razzo, pallone o drone, la stazione sarà installata a terra e riceverà i dati dal CanSat attraverso l'antenna.

Componenti CanSat:

- Un microprocessore o computer adatti (ad esempio Arduino o RaspBerry Pi)
- Un sensore di temperatura (ad esempio un termistore)
- Un sensore di pressione atmosferica (ad esempio un MPX 4115A)
- Un trasmettitore wireless (ad esempio PC220, X-Bee o LoRa)
- Un'antenna (normalmente un'antenna a quarto d'onda)
- Un paracadute o altro attrezzo idoneo a un atterraggio controllato e sicuro
- Una fonte di energia

Componenti stazione di terra:

- Un trasmettitore wireless
- Un'antenna (normalmente del tipo Yagi)
- Un microprocessore o computer adatti (ad esempio Arduino o RaspBerry Pi o il proprio portatile)

Ad eccezione del paracadute, tutti i componenti del CanSat devono stare dentro al volume di 330 ml di una lattina per bibite (diametro massimo 66 mm, altezza massima 115 mm, massa 300-350 gr) fino a dopo il lancio. Si possono montare all'esterno sopra o sotto la lattina i moduli GPS e le antenne radio previo rispetto dei vincoli sulle dimensioni.

Nota: Dai un'occhiata alle linee guida per tutti i requisiti.

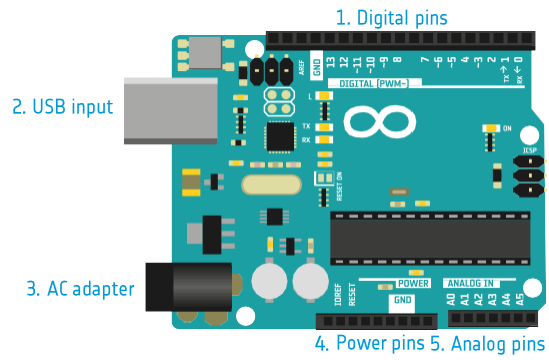
Microprocessori e computer

I microprocessori hanno un'ampia gamma di funzioni. Un microprocessore si differenzia da altri dispositivi a cui potresti essere abituato (come il RaspBerry Pi) perché ha bisogno di ricevere un input da un computer per funzionare e non è autosufficiente. Un Arduino rappresenta un tipo comune di microprocessore. Una volta caricato il codice e averlo alimentato, può funzionare da solo senza computer.

Un RaspBerry Pi, invece, è un computer; sulla sua scheda è caricato tutto quello che gli serve per funzionare e far girare programmi. Con una CPU integrata il RaspBerry Pi è in grado di avere un potere di calcolo superiore a quello di un microprocessore. Un RaspBerry Zero Pi è una versione del RaspBerry Pi in miniatura e a basso costo ed è solitamente la scelta più comune utilizzata nei progetti CanSat. In ogni caso la scelta tra microprocessore o computer spetta a te. Dovrai considerare la compatibilità con i sensori che vuoi usare e con il linguaggio di programmazione su

cui sei più ferrato. Alla fine del documento ci sono i link ai siti di Arduino e Raspberry Pi, in cui potrai scoprire di più su entrambi i dispositivi.

Qui sotto trovi un Arduino Uno e un Raspberry Pi Zero, entrambi comuni per i CanSat.



Arduino Uno può essere suddiviso in 5 componenti principali:

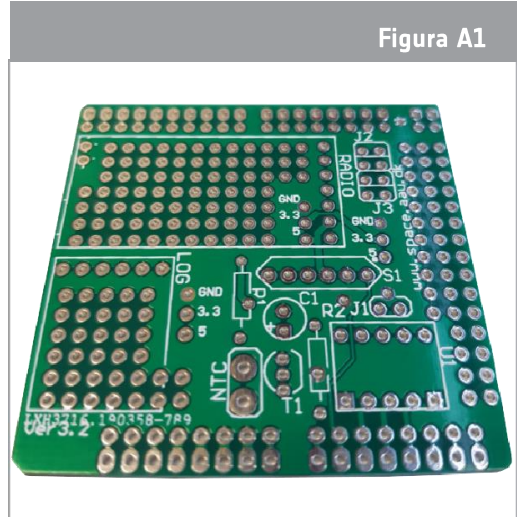
- 1. Pin digitali** – Ci sono 13 pin configurati per input digitali*. 6 di questi (il 3, 5, 6, 9, 10 e 11) sono pin PWM. E' possibile reperire più informazioni su questo tipo di pin nella dispensa Comunicazioni Radio
- 2. Entrate USB** – utilizzati per collegare Arduino al computer
- 3. Adattatore AC** – Per collegare gli Arduino ad alimentatori con più di 5V
- 4. Pin di alimentazione** – Questi pin sono usati per alimentare gli Arduino fino a 5V
- 5. Pin analogici** – Sono 6 e sono configurati per input analogici*

*Per default ci sono input che possono essere programmati per essere degli output; per maggiori informazioni consultare il sito: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/DigitalPins>

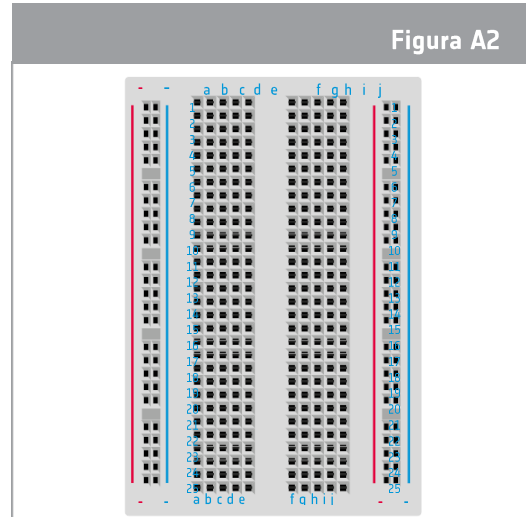
La breadboard

Mentre impari ad utilizzare i sensori e i concetti base di Arduino è meglio che usi una breadboard senza saldature, ovvero una basetta per prototipi che non necessita di saldature, in modo che qualsiasi errore tu faccia nell'assemblaggio del circuito sarà possibile correggerlo facilmente. La breadboard è molto semplice da utilizzare per connettere tra loro componenti elettriche.

Nota: Dai un'occhiata alle linee guida per tutti i requisiti.



↑ Una breadboard con saldature



↑ Una breadboard senza saldature

I pin dei componenti elettrici possono essere posizionati sui terminali della scheda. Al centro le righe sono collegate per cui, per esempio, due pin di un resistore devono essere messi su righe diverse altrimenti faranno un cortocircuito.

E' molto importante fare uno schizzo del tuo circuito prima di collegarlo e alimentarlo altrimenti rischi di rompere i componenti.

Le colonne esterne sono collegate in colonna più che in riga: solitamente fanno da terra e forniscono il collegamento per l'alimentazione in modo da ridurre la complessità dell'installazione.

Quando assemblerai la versione definitiva del tuo CanSat dovrai invece usare una breadboard con i collegamenti saldati. Lo vedremo insieme nell'attività 4!

Il sensore di temperatura

I sensori di temperatura possono essere suddivisi in queste categorie principali:

- Termistori
- Sensori analogici
- Termocoppie

Un termistore a due gambe è un sensore a coefficiente di temperatura negativo (NTC). Funziona sul principio che un cambio di temperatura indurrà una variazione nella resistenza elettrica del termistore; in particolare "a coefficiente negativo" significa che man mano che la temperatura cresce la resistenza elettrica decresce (e viceversa). La variazione in resistenza può essere misurata direttamente con un multimetro, ma affinché sia un input valido per Arduino va convertita in una variazione in tensione - lo vedremo più tardi.

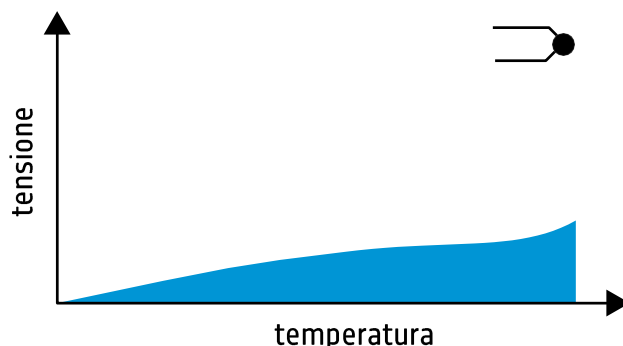
I sensori analogici sono più economici e non richiedono calibrazioni. Utilizzano tecniche a stato solido per determinare la temperatura invece che resistori sensibili alla temperatura. Non ci occorre approfondire la fisica dietro il funzionamento di questi sensori, ma se sei interessato puoi approfondire guardando [qui](#)¹.

Le termocoppie misurano la temperatura sfruttando l'effetto termoelettrico fra due metalli. Questo effetto fu scoperto da Thomas Seeback. Pur se non necessario, anche qui se vuoi approfondire puoi consultare [questa pagina](#).

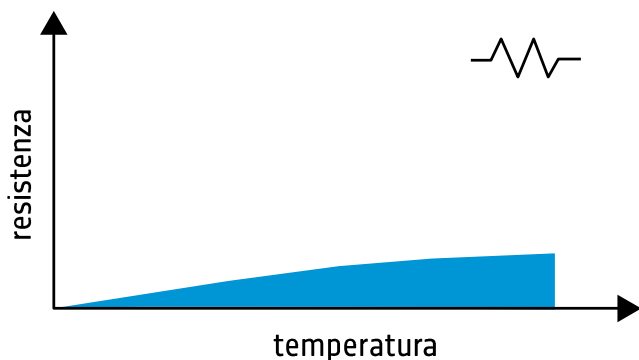
¹Trovi tutti i link alla fine di questa risorsa.

I grafici mostrano come la temperatura influenza la tensione e la resistenza nei tre tipi di sensori descritti sopra. Puoi trovare un ulteriore confronto fra termistori NTC e sensori analogici [qui](#).

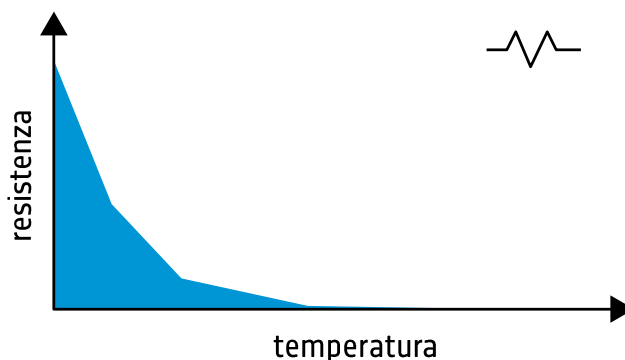
TERMOCOPPIE



RTD



TERMISTORE



Quando avrai deciso quale sensore utilizzare nel tuo CanSat dovrai confrontare le specifiche tecniche utilizzando i dati del costruttore. Il sensore che userai dovrà essere il più adatto alla missione che vuoi completare. Dovrai anche considerare il numero di pin disponibili. Per esempio, la scheda Arduino Uno ha più pin digitali che analogici. In funzione della tua missione secondaria potresti dover dare priorità a questi pin.

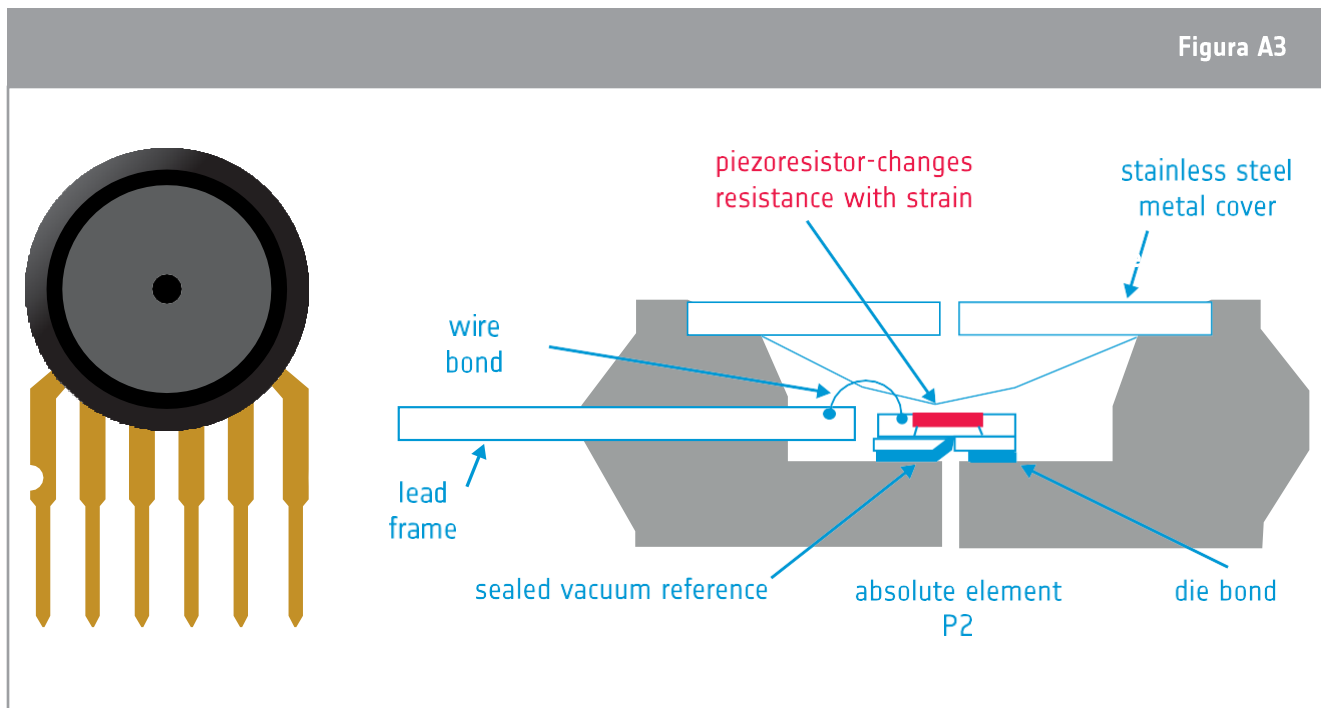
Esercizio 1

1. Riesci a pensare a ulteriori problemi nell'uso di un termistore per misurare la temperatura dell'aria?

Suggerimento: Cosa si crea quando una corrente elettrica scorre attraverso un materiale (resistivo o no)?

Il sensore di pressione atmosferica

Il sensore di pressione atmosferica MPX4115A è un componente a 6 piedini di cui solo 3 sono utilizzati per effettuare misure. E' un sensore usato comunemente sui CanSat. Il sensore è costituito da un piccolo **piezo resistore** che chiude una cavità. Se usi un sensore diverso dovresti controllare i dati forniti dal costruttore per maggiori informazioni.



↑ Il sensore di pressione atmosferica MPX4115A e uno schema dell'interno del sensore che mostra gli elementi piezo resisitivi

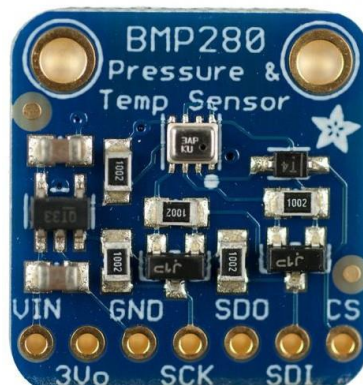
Ma... cos'è un piezo resistore?

E' un resistore la cui resistenza varia quando è sottoposto a stress meccanico, ad esempio se lo si allunga o si piega. Quando la pressione atmosferica cambia, il piezo resistore si piega leggermente provocando un cambiamento nel valore della sua resistenza elettrica.

Nel sensore MPX4115A la variazione di resistenza è convertita direttamente in una variazione di tensione che poi viene usata come input per la scheda di Arduino. Anche qui ricordiamo che ci sono diversi tipi di sensori in commercio: l'MPX4115A sarà anche il più utilizzato, ma non significa che sia per forza il più adatto al tuo progetto!

Altri sensori

Il sensore di pressione digitale BMP280 è un'alternativa molto conosciuta ai sensori descritti sopra. Questo dispositivo combina i sensori di pressione e temperatura in un'unica unità facendola diventare una soluzione ideale per la missione primaria del CanSat. Il BMP280 è economico e molto piccolo; lo si può utilizzare per completare la missione primaria risparmiando budget e spazio sul CanSat e avendo così più possibilità per la missione secondaria.



Il sensore è capace di registrare pressioni di 1 hPa e temperature di 1°C. Forse il vantaggio più grande nell'utilizzare un sensore così conosciuto è quello di ricevere assistenza in caso di problemi. Il sensore di temperatura sul BMP280 è posizionato vicino ad altri componenti elettrici. Come sai, qualsiasi cosa trasporti corrente ha una resistenza e quindi genera un po' di calore, per cui le temperature registrate potrebbero essere più alte di quella ambientale - devi tenerne conto per questo tipo di misura!

Considerazioni importanti nella scelta di un sensore:

Sensibilità: qual è la variazione minima che può essere registrata dal sensore?

Tempo di risposta: quanto velocemente il sensore risponde alle variazioni nell'ambiente circostante

Linearità: la risposta è lineare (nell'intervallo richiesto per le misurazioni)?

Range: qual è il valore massimo / minimo che il sensore può misurare?

Isteresi: il sensore ha lo stesso output nelle stesse condizioni ambientali (ad esempio il sensore di temperatura misurerà lo stesso valore indipendentemente dal fatto che la temperatura stia salendo o si stia abbassando)? E' un fenomeno che potresti aver sentito quando studiavi il magnetismo.

Esercizio 2

Fai una ricerca sulle caratteristiche di BMP280, di un sensore di pressione (ad esempio MPX4115A) e un sensore di temperatura (ad esempio un termistore) e riportale nella tabella sottostante. Ci sono anche due colonne vuote per aggiungere altri sensori.

	BMP280	MPX4115A	Termistore		
Range di funzionamento					
Accuratezza					
Tempo di risposta					
Costo					
Alimentazione richiesta					

→ Attività 2: Elettronica base

Introduzione

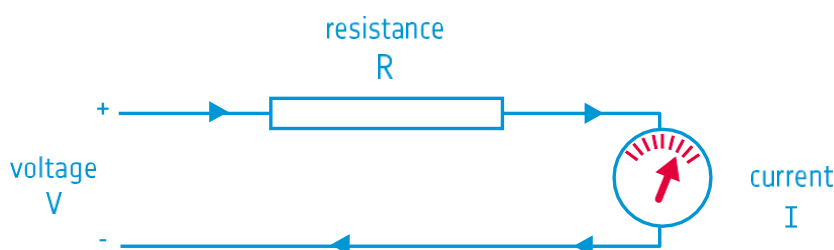
Ora che abbiamo un'idea dei diversi tipi di componenti disponibili per la missione primaria, diamo un'occhiata a come funzionano. Nei prossimi paragrafi vedremo le equazioni di base utilizzate nel campo dell'elettronica per i sensori.

Tensione e corrente: la legge di Ohm

Prima di partire con la missione primaria è una buona idea capire i concetti chiave dell'elettronica. La legge di Ohm descrive come dipendono fra loro le variabili principali di un circuito: tensione, corrente e resistenza.

In un conduttore elettrico, come il rame, l'oro, l'argento e altri simili, gli elettroni sono in grado di scorrere attraverso il materiale facilmente - La tensione V (che dà l'energia potenziale) fornisce "la spinta" necessaria a far muovere gli elettroni (tasso di flusso = corrente) attraverso un circuito.

La legge di Ohm ci permette di prevedere l'intensità di corrente I attraverso un resistore R quando viene applicata una certa tensione V in un circuito come nel disegno.



La legge di Ohm $V = I R$ può essere riordinata così:

$$I = V / R$$

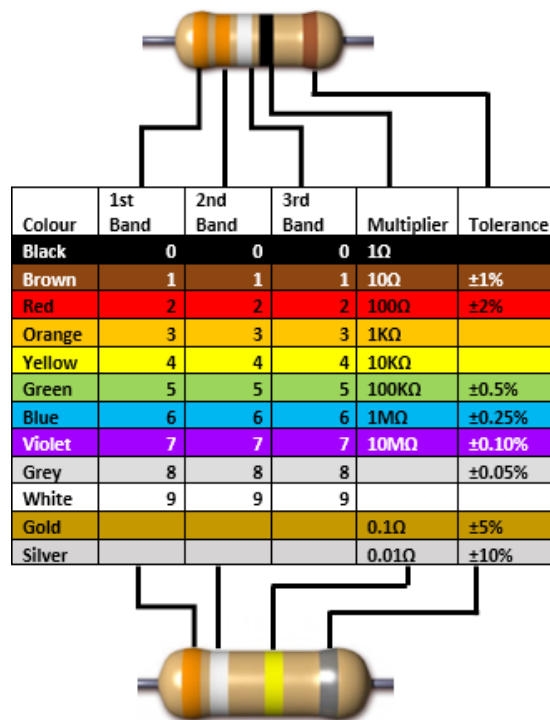
Quindi se la tensione che applichiamo a un circuito è costante, possiamo variare l'intensità di corrente modificando il valore della resistenza elettrica.

Resistori

I resistori sono un pezzo fondamentale di ogni circuito CanSat. Abbiamo già parlato del termistore che è un tipo particolare di resistore. I resistori classici, anche se non forniscono da soli misure utili, possono essere utilizzati per controllare la tensione e l'intensità di corrente del circuito. La resistenza del resistore, misurata in ohm, deve essere adatta all'uso che ne fai. Come fai a sapere se la resistenza è adatta? Ad esempio un termistore standard richiede un resistore con un valore basso di resistenza, come 220Ω , mentre un LED ne richiede uno con una resistenza più alta come ad esempio $10k\Omega$. Se non selezioni il resistore corretto, il tuo circuito potrebbe non funzionare correttamente.

Una soluzione semplice consiste nell'utilizzare un Ohmetro che dà letture istantanee. In ogni caso, puoi sempre calcolare da solo il valore della resistenza osservando le bande colorate sul resistore.

Lo schema qui sotto mostra come leggere le 4 o 5 bande sul resistore. La tolleranza dà un'indicazione di quanto si può discostare il valore reale da quello teorico.



Ad esempio, i due resistori nel grafico hanno resistenze di $339\Omega \pm 1\%$ (tin alto) and $390,000\Omega$ ($390M\Omega$) $\pm 10\%$ (in basso).

Esercizio

1) Qual è la resistenza del resistore qui sotto?

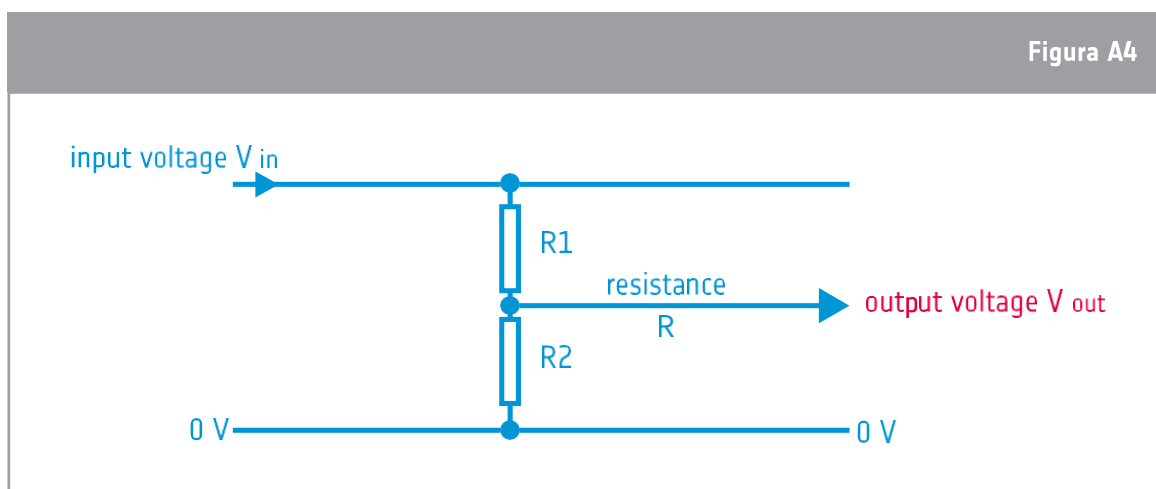


Il circuito partitore di tensione

Molti sensori mostrano una variazione nella resistenza elettrica proporzionale alla variazione del parametro misurato. Ad esempio, la resistenza di un termistore cambia quando cambia la temperatura dell'ambiente circostante. Tuttavia Arduino non è in grado di leggere variazioni di resistenza, ma solo di tensione. Per fare in modo, dunque, che il termistore dia ad Arduino informazioni sulla temperatura, dobbiamo convertire le variazioni di resistenza in variazioni di tensione.

Lo si può fare con un circuito partitore di tensione: tenendo un resistore a un valore costante, la variazione di tensione misurata (V_{out}) deve essere causata dal termistore. L'aumento o la diminuzione della tensione può dunque essere calibrata in funzione della variazione di temperatura utilizzando una funzione di trasferimento, ovvero una semplice equazione che mostra la relazione tra le misure di tensione e temperatura.

Per calcolare la funzione di trasferimento dobbiamo per prima cosa analizzare il circuito e scrivere la temperatura in funzione della tensione. Ricordati di controllare le specifiche del sensore per raccogliere tutti i dati necessari al calcolo della funzione di trasferimento.



↑ Lo schema di un circuito partitore di tensione

Nel circuito che vedi sia R_1 che R_2 possono essere sostituiti da un termistore.

Esercizio Bonus

L'intensità di corrente I attraverso R_1 e R_2 può essere calcolata utilizzando la legge di Ohm ($V=IR$). Combinando e riordinando le equazioni sottostanti puoi ottenere l'espressione finale per V_{out} .

Se:

$$V_{in} = I (R_1 + R_2) \quad \text{e} \quad V_{out} = I(R_2)$$

$$I = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{e} \quad I = \underline{\hspace{1cm}}$$

Allora possiamo combinare le equazione per rimuovere I :

=

Siccome vogliamo avere V_{out} in feunzione degli altri parametric, riordiniamo l'equazione per avere:

$$V_{out} = \underline{\hspace{3cm}}$$

Siccome V_{in} è un valore fissato (insieme a R_1) puoi convertire **la resistenza variabile in una tensione variabile** utilizzando il circuito partitore di tensione.

Suggerimento: l'intensità di corrente genera calore nel materiale che attraversa (ad esempio il materiale del termistore) e ciò comporta una variazione nella sua resistenza elettrica. Prendi le misure velocemente e poi spegni il circuito dopo la misura per minimizzare gli effetti del riscaldamento.

→ Attività 3: Comunicare con il CanSat

Introduzione

Ora dovresti essere pronto per preparare l'elettronica che ti serve a completare la missione primaria, ma manca ancora un passaggio fondamentale! I dati raccolti dal CanSat devono essere inviati alla stazione di terra. Per essere in grado di farlo, dai un'occhiata ai componenti che puoi utilizzare per comunicare e alle modalità con cui avviene la comunicazione tra componenti elettronici.

Ricetrasmittitori (o moduli radio)

Sappiamo come usare un Arduino per raccogliere dati di pressione e temperatura. Ma come facciamo a riceverli dal CanSat? Possiamo sicuramente salvarli su un dispositivo a bordo e raccoglierci quando recuperiamo il CanSat. tuttavia, la missione primaria prevede che il CanSat trasmetta i dati almeno una volta al secondo alla stazione di terra. Ci sono due motivi per questa richiesta.

Prima di tutto in questo modo hai un'idea di cosa sia una missione satellitare vera; in secondo luogo, perché non sempre possiamo controllare tutte le variabili di un lancio e a volte può capitare di non essere in grado di recuperare il CanSat. Trasmettendo le informazioni potrai in ogni caso elaborare i dati durante la fase di analisi del progetto.

Per far comunicare il CanSat con la stazione di terra si utilizzano ricetrasmittitori wireless. Funzionano in coppia, proprio come i walkie-talkie che forse avrai già usato. Sia il CanSat che la stazione di terra sono equipaggiati con un'antenna. Quella del CanSat trasmette le informazioni e la stazione di terra le riceve. Per evitare interferenze ad ogni squadra partecipante viene assegnata una frequenza propria, esattamente come i canali del walkie-talkie. In questo modo riceverai i dati esclusivamente dal tuo CanSat e non da altre fonti. La parola ricetrasmittitore è composto da due vocaboli - trasmettere e ricevere - che sono esattamente le cose che fa un ricetrasmittitore.

Ora ci concentreremo su due opzioni nella scelta di un ricetrasmittitore e quali sono i criteri di selezione.

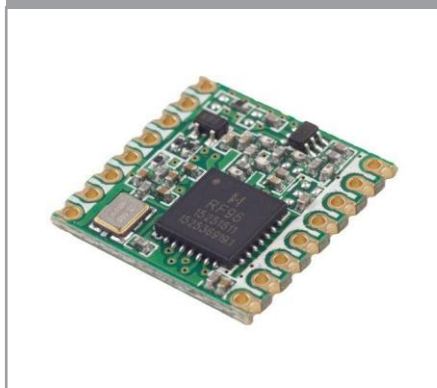
Quando si tratta di scegliere un ricetrasmittitore probabilmente la cosa più importante da controllare è la frequenza in cui opera, l'alimentazione richiesta e le dimensioni fisiche. e naturalmente dovrai anche considerare il costo. Definire un progetto spesso comporta raggiungere qualche compromesso. I componenti ideali per ogni funzione non sono sempre compatibili per una ragione o per l'altra.

Figura A5



↑ Il modulo APC220

Figura A6



↑ Il modulo LoRa RFM95

Figura A7



↑ Il modulo XBee

Una scelta molto comune è l'APC220. E' capace di comunicare a una distanza di 1000 metri e opera tra 418MHz e 455MHz. Un'alternativa diffusa è il modulo LoRa (come l'RFM95) che offre una copertura più ampia di distanza, fino a 2000 m, ma opera su frequenze discrete piuttosto che su un intervallo continuo come l'APC220. Un altro modulo di cui parleremo brevemente sarà l'XBee, che funziona in modo molto diverso rispetto ai precedenti perché lavora nel range del WiFi (2,4 GHz) invece che nell'intervallo dei MHz. Ciò può comportare ulteriori sfide perché dispositivi adiacenti possono causargli interferenza. In funzione del modello, la distanza coperta può variare da 400 a 1600 metri.

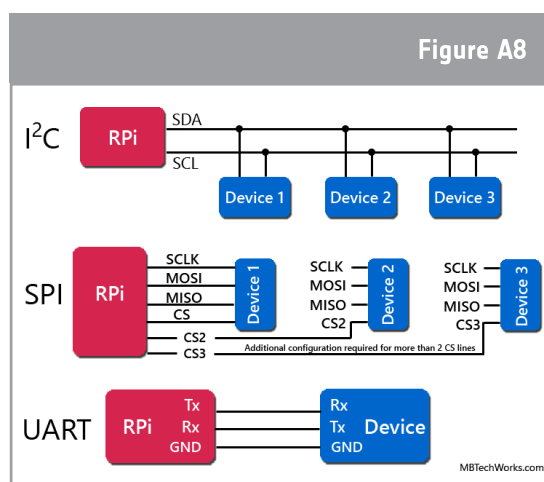
Il ricetrasmittitore più adatto varia da squadra a squadra. Dovrai studiare a fondo le specifiche di ciascuno e utilizzarle come parte della tua valutazione considerando anche il resto del tuo progetto. Per maggiori informazioni guarda la risorsa "Comunicazioni radio".

Protocolli di comunicazione

Ci sono diversi modi con cui i componenti elettronici possono comunicare fra loro. I tre sistemi principali sono: UART (Ricevitore-trasmittitore universale asincrono), SPI (interfaccia seriale periferica) e I2C (circuiti auto integrati).

Comunicazione UART

UART sta per ricevitore-trasmittitore universale asincrono. La principale differenza tra UART e SPI/I2C è l'aggettivo "asincrono". Che significa? Come avrai immaginato, asincrono è l'opposto di sincrono, ma vediamo insieme cosa vogliono dire quando parliamo di comunicazione.



↑ Schema dei diversi protocolli di comunicazione

Una comunicazione sincrona è come quando chiami qualcuno al telefono. Prima componi il numero e aspetti che l'altro risponda. Da quel punto in poi quando tu invii dati (parli) il ricevitore è in grado di ricevere immediatamente (ascolta) e poi inviare i suoi dati (parla) che tu puoi ricevere (ascolti). Quando vuoi interrompere la comunicazione, basta che mandi un messaggio affinché il ricevitore capisca che la comunicazione si interrompe (dici arrivederci) e sei libero di fare altro.

Una comunicazione asincrona è come inviare una lettera. Dopo che hai spedito la lettera il trasmettitore (chi ha inviato la lettera) può fare altro mentre aspetta una risposta. Dopo un po' di tempo il trasmettitore può controllare la sua cassetta di posta per vedere se ha ricevuto una risposta e agire di conseguenza.

La comunicazione UART è usata ampiamente ed è ben documentata; potrebbe quindi essere sintetizzata come un sistema semplice e facile da utilizzare, ma ovviamente ha qualche limitazione:

1. è progettata per far comunicare solo due dispositivi alla volta (e quindi non è così utile per un CanSat complesso). Poiché il protocollo invia bit solo per indicare l'inizio del messaggio, il contenuto del messaggio e la fine del messaggio, non c'è modo di differenziare dispositivi multipli di ricezione e trasmissione sulla stessa linea. Se più di un dispositivo cerca di trasmettere dati sulla stessa linea, si genera un conflitto tra sistemi e al ricevitore arriverà un mucchio di dati-spazzatura inutilizzabili.
2. è semi-duplex cioè due dispositivi non possono trasmettere e ricevere dati tra loro contemporaneamente anche se la comunicazione è bidirezionale. In un progetto in cui 2 Arduino comunicano fra loro attraverso una porta seriale, ad esempio, solo uno dei due potrà "parlare" all'altro in un dato istante. Tuttavia, per molte applicazioni questo fatto è ininfluente e non crea difficoltà.

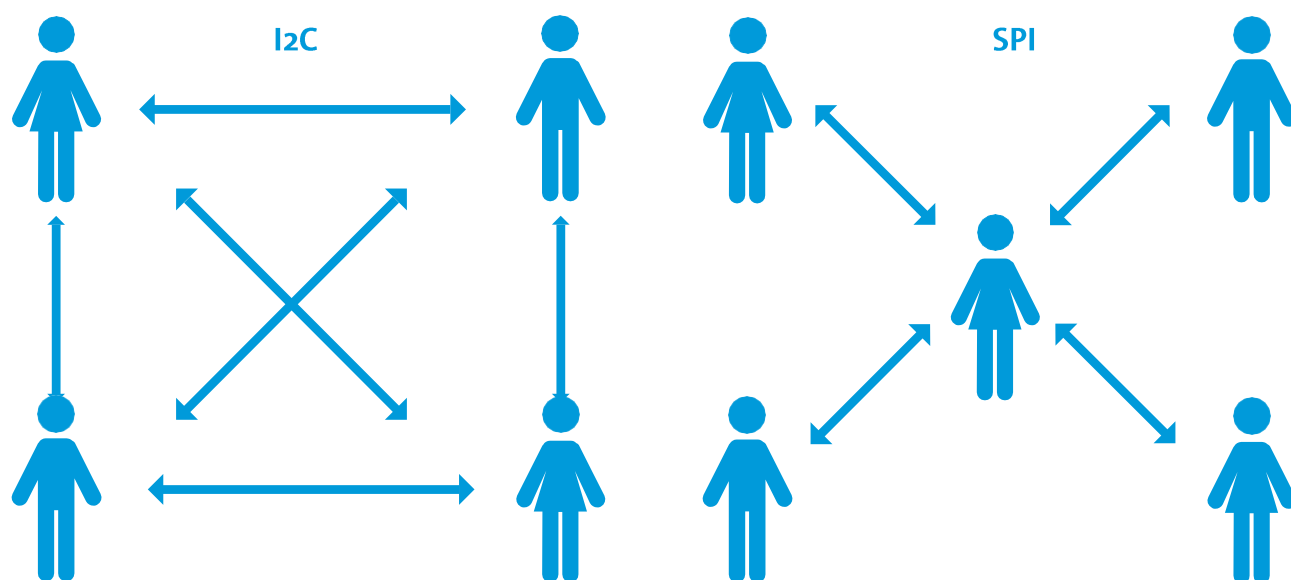
Gli utilizzi comuni della comunicazione UART in CanSat sono: inviare messaggi di debug o di sviluppo a un PC, comunicare con sensori GPS, comunicare con modem WiFi o GPRS (3G) esterni.

Comunicazione I2C e SPI

I2C permette a più dispositivi (fino a 1008!) di collegarsi insieme alla stessa interfaccia. Tale interfaccia è costituita solo da un paio di cavi tra cui si può instaurare una comunicazione bidirezionale, perciò risulta ideale per connettere più sensori. **Gli utilizzi comuni della comunicazione I2C in CanSat sono:** sensori intelligenti (come il BMP280), accelerometri, convertitori analogico-digitali, monitor LCD, sistemi di controllo della batteria.

Dall'altra parte l'**SPI** è l'interfaccia più complessa che l'hardware di Arduino possa gestire. Come l'I2C supporta una comunicazione bidirezionale tra più dispositivi ma gestisce un maggior volume di dati che la rendono adatta a far comunicare i dispositivi più complessi che vorrai mettere nel CanSat. **Gli utilizzi comuni della comunicazione SPI in CanSat sono:** telecamere, schede di memoria (schede SD), moduli GPS, modem WiFi

Utilizzeremo ora una semplice analogia per spiegare come si comportano i diversi componenti in un sistema SPI e in uno I2C. La sigla SPI sta per "interfaccia periferica seriale", I2C sta per "Circuito auto-integrato". Non dobbiamo preoccuparci troppo dell'origine di questi due nomi, abbiamo solo bisogno di capire cosa significano per il nostro CanSat.



La figura qui sopra mostra la nostra analogia. Sulla destra si trova il sistema SPI, sulla sinistra l'I2C. Nell'analogia, i componenti elettrici sono sostituiti da persone. Le frecce mostrano le possibili comunicazioni per ogni persona. Come vedi, nel sistema SPI c'è solo un componente incaricato della comunicazione che è chiamato master (capo, padrone); gli altri componenti sono chiamati slave (schiavi, sottoposti). Nel sistema I2C ogni componente può comunicare con gli altri in modo che solo un componente alla volta può essere designato come master. Il master decide a quale componente va indirizzata la comunicazione. Lo slave ascolta il master sia che venga richiesto di inviare o di trasmettere i dati.

Nel protocollo I2C la situazione è dinamica. Ogni componente può inviare il comando "restare in ascolto" e diventare il master. Ti può sembrare che il protocollo I2C sia il migliore, ma nella realtà i circuiti funzionano in modo più complesso di quello visto nell'analogia. Mentre il sistema I2C è più semplice da installare e impostare, il trasferimento dati è più lento di quello nell'SPI e consuma più potenza. La scelta del protocollo di comunicazione deve essere valutata come ogni altra parte del tuo progetto e può anche essere determinata dalle caratteristiche dei sensori che userai.

La tabella sottostante ti riassume i punti chiave da considerare nella scelta del protocollo.

Tabella A1			
	Protocollo		
	I2C	SPI	UART
Setup	Molti master e slave	1 master, molti slaves	1 master, 1 slave
	Semplice – 2 pin richiesti	Complesso – 4 pin richiesti	Semplice – 2 pin richiesti
Tasso di trasferimento dati	Lento	Alto	Lento
Consumo energia	Alto	Basso	Alto

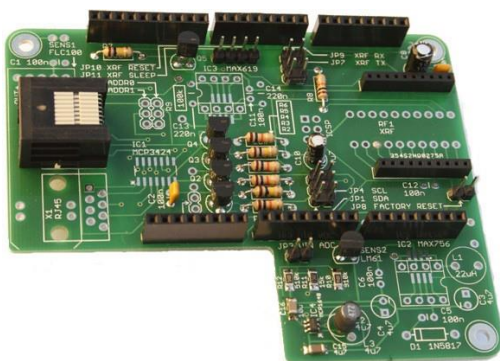
→ Attività 4: Mettere tutto insieme

Introduzione

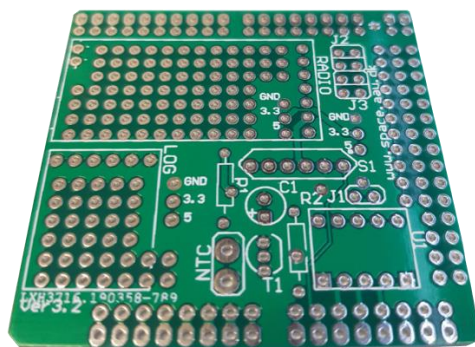
Ci siamo quasi! Avendo imparato ogni cosa sui componenti che permettono di completare la missione primaria, quello che ci rimane da fare è assemblare il tutto. La competizione CanSat offre alcune sfide uniche perché devi pensare con attenzione allo spazio che i tuoi componenti occuperanno e come posizionarli insieme. Guarderemo ora a come farlo e a come alimentare il CanSat.

La breadboard con saldature

Man mano che il progetto proseguirà oltre alla missione primaria, sentirai l'esigenza di inserire più sensori alla scheda principale e questo può creare velocemente confusione. Esistono due soluzioni: usare una breadboard (una base per scheda integrata) o uno sensor shield. Quest'ultimo funziona in modo molto simile a una breadboard, ma è costruito specificamente per essere collegato alla scheda principale. Puoi vederne un esempio qui sotto. I Sensor shield possono essere molto più costosi di una breadboard perché sono costruiti per funzionare ad hoc con certi microcontroller.



Dall'altra parte le breadboard sono economiche e versatili e sono molto simili a quelle senza saldature che abbiamo visto in precedenza. La differenza principale consiste nel fatto che le connessioni elettriche sono fatte con lo stagno. Qui sotto trovi un esempio di breadboard con saldature a stagno.



Anche se in questa dispensa ci concentriamo sulla missione primaria, devi sempre tenere a mente la direzione che vuoi che il tuo progetto prenda affinché ciò che costruisci sia sempre funzionale. Scegliere un'estensione adatta per la scheda principale risulta quindi importante anche in questa fase!

Soldering

Il lancio del CanSat implica una certa accelerazione e forza e può causare problemi se le connessioni del tuo circuito sono deboli. Per risolvere il problema usiamo la saldatura, che fornisce un collegamento elettrico permanente tra i componenti. In questa tecnica viene sciolto del metallo - solitamente stagno - che si utilizza per unire le connessioni.

E' importante che il metallo abbia una temperatura di fusione più bassa di quella dei cavi e dei componenti da collegare perché non vorrai di certo che fondano anche loro!

Lo stagno si applica con un saldatore. ti sembrerà che sia un aspetto poco importante rispetto alla programmazione del codice o alla scelta dei sensori, ma una giunzione saldata male è una delle prime cause di fallimento durante un lancio e con un circuito incompleto tutto il progetto rischia di essere compromesso!

Il vero vantaggio della saldatura è che risulta essere molto più durevole e resistente di un tipico collegamento di una breadboard. A causa delle vibrazioni e delle scosse provocate dall'accelerazione di gravità durante il lancio, è importante che i collegamenti saldati siano di buona qualità.



Figure A9

↑ Un esempio di saldatore a stagno

Sicurezza:

- I saldatori lavorano intorno a 300-400 °C.
- **Indossare sempre occhiali di protezione** e assicurarsi di non appoggiare mai niente vicino o sopra al saldatore
- Scollega il saldatore dall'alimentazione dopo l'uso e **fallo raffreddare del tutto** prima di metterlo via

E' necessaria quindi **una buona tecnica** per avere saldature di qualità:

- tocca con la punta del saldatore il piedino del componente che vuoi saldare; scaldalo per 2-3 secondi prima di applicarci una piccola quantità di stagno;
- fai fondere completamente lo stagno intorno al piedino del componente; poi rimuovi lo stagno e successivamente la punta del saldatore;
- assicurati che si raffreddi il tutto prima di passare al piedino successivo.

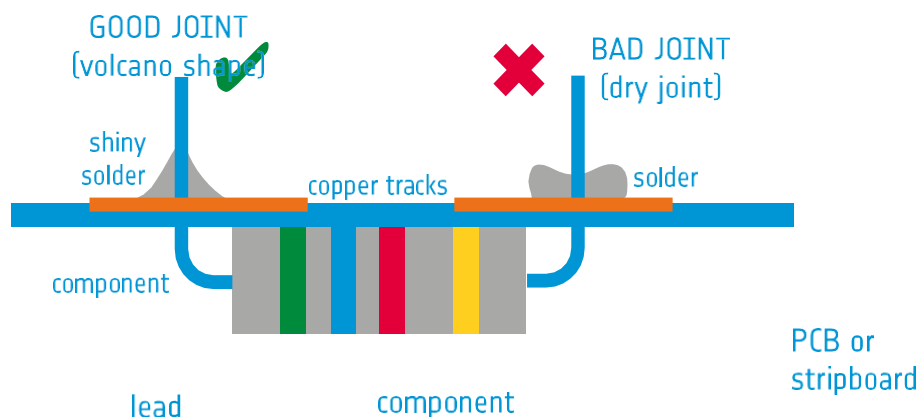
Una **buona saldatura** fa sì che lo stagno “bagni” le superfici che vanno collegate e ha una forma “a vulcano”.

Le saldature possono venire male per diversi motivi compresa l'eccessiva quantità di stagno usato, il fatto di scaldare prima lo stagno dei piedini dei componenti o la sporczia sulle superfici.

Prima di saldare i componenti sulla scheda è una buona idea fare pratica con pezzi di riserva.

Una saldatura scarsa è una delle prima cause di fallimento durante il lancio e può impedirti del tutto di raccogliere dati!

Puoi trovare maggiori informazioni su come saldare nei link alla fine della risorsa.



Alimentare il CanSat

Ora hai le basi per iniziare a costruire il tuo CanSat e completare la missione primaria. Ma c'è un'ultima caratteristica che tutti i CanSat devono avere di cui non abbiamo ancora parlato e cioè come alimentarlo! Sicuramente il tuo CanSat non potrà essere collegato a un porta USB durante il lancio; dovrà avere una sorgente interna. In un satellite comune, l'alimentazione viene fornita dalle celle solari collegate all'esterno del satellite. Ma questo non è possibile nella competizione CanSat.

Esercizio 1

1. Perché si usano pannelli solari per i satelliti mentre potrebbero essere meno utili per il CanSat?

Ci sono alcune considerazioni da fare per decidere come alimentare il tuo CanSat:

- Che tensione devo alimentare?
- Che capacità di carica mi serve (mAh)?
- Quanto può essere grande (in dimensioni fisiche) la batteria?
- Quanto può essere pesante la batteria?

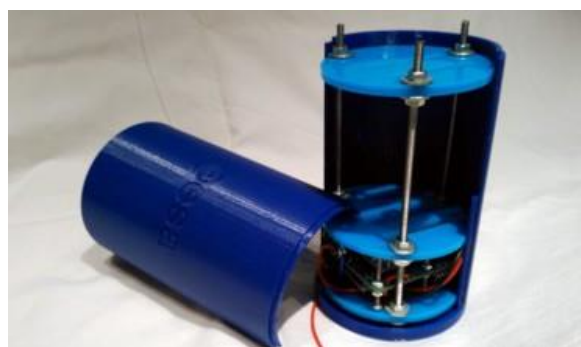
Diverse schede di microprocessori sono in grado di fornire 3.3V e 5V ai componenti collegati, ma non possono gestire tensioni superiori come una batteria da 9V tanto che molte schede hanno a bordo dei regolatori che abbassano la tensione a livelli accettabili. Ciò a un costo tuttavia in termini di energia sprecata nel processo. Dovrai valutare se la perdita di energia è un fattore cruciale per il successo della missione; in molti casi non lo è perché il volo del CanSat è

relativamente corto. Ma dovrei fare calcoli per essere sicuro.

Un power bank, un caricatore portatile per cellulari, costituisce un'altra opzione possibile. Ce ne sono di varie forme e dimensioni e con capacità di carica diverse. Alcuni hanno elettroniche intelligenti che non alimentano se la carica utilizzata dal dispositivo è bassa. Anche se può essere una caratteristica utile di risparmio energetico, occorre capire che cosa si intenda per "bassa" e se è adatta al tuo CanSat.!

Mettiamo la 'Can' (la lattina) in CanSat

L'ultima fase, ma assolutamente non la meno importante, è costruire il contenitore che ospiterà tutti i componenti elettronici delle missioni primaria e secondaria. Non solo proteggerà i componenti durante il lancio, ma offrirà protezione contro condizioni atmosferiche come pioggia leggera o basse temperature.



E' possibile creare un contenitore che rispetti le esatte specifiche con una stampante 3D. L'approccio più comune è un design su più livelli che può essere utilizzato per separare, ad esempio, la missione primaria da quella secondaria. Con un contenitore di questo tipo è possibile rimuovere facilmente i componenti per sostituzioni di pezzi e riparazioni volanti. [Qui](#) puoi scaricare il file .stl per stampanti 3D delle parti del contenitore che vedi in figura.

Questa guida ti ha presentato un'introduzione all'elettronica e ai sensori per la missione primaria del tuo progetto CanSat. Ora puoi mettere insieme le cose che hai imparato dalle nostre risorse di supporto per costruire la tua missione primaria.

Esercizio 2

Una volta che ha imparato quali sono tutti i componenti elettronici disponibili per la tua missione primaria è una buona idea pianificare la produzione utilizzando una tabella simile a quella qui di seguito:

Tabella A2			
Elemento	Componente scelta	Motivo della scelta	Migliore alternativa
Microprocessore			
Sensore di temperatura			
Sensore di pressione			
Ricetrasmittitore			
Alimentazione			

In bocca al lupo!

→ Link

Informazioni su come funziona un termistore:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Thermistor>

Informazioni sui principi di un sensore di pressione:

https://en.wikipedia.org/wiki/Pressure_sensor

Informazioni sull'effetto piezoresistivo

: https://en.wikipedia.org/wiki/Piezoresistive_effect

Un'introduzione alla teoria e alla costruzione di un circuito partitore di tensione:

<https://learn.sparkfun.com/tutorials/voltage-dividers>

Informazioni sui pin digitali di Arduino:

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/DigitalPins>

Una guida per saldare:

<https://learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-solder-through-hole-soldering>

Dati del costruttore per il sensore di pressione MPX4115A:

<http://www.farnell.com/datasheets/8723.pdf>

I siti Adafruit e Sparkfun forniscono sensori e component adatti alla mission primaria di CanSat:

<https://www.adafruit.com/categories> <https://www.sparkfun.com/>

Il file .stl files per stampare in 3D le parti del contenitore del CanSat:

http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/3d_printer_files_for_Cansat_case.zip