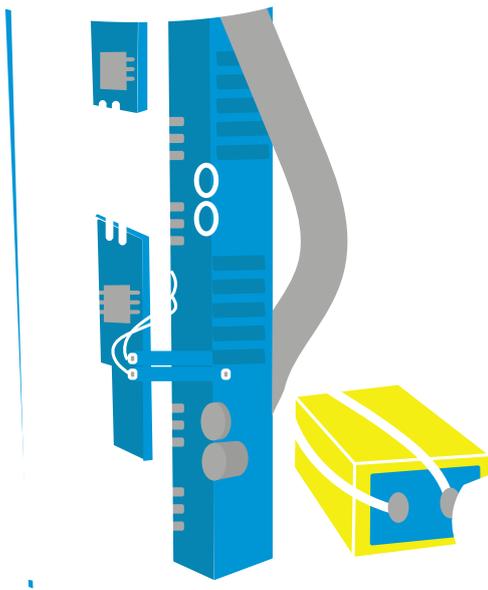


Insegnare con lo spazio

→ INTRODUZIONE AL CANSAT

Una guida alla Missione Primaria



In breve	pag 3
Sommario delle attività	pag 4
Introduzione	pag 5
Attività 1: I componenti di base	pag 6
Attività 2: Elettronica di base	pag 6
Attività 3: Comunicare con il tuo CanSat	pag 7
Attività 4: Mettiamo tutto insieme	pag 7
Fogli di lavoro per gli studenti	pag 8
Links	pag 26

teach with space – getting started with cansat | T08 www.esa.int/education

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

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

Copyright 2017 © European Space Agency

→ INTRODUZIONE AL CANSAT

Una guida alla Missione Primaria

In breve

Fascia d'età: 14 - 19 anni

Materie correlate: elettronica, programmazione, matematica, fisica

Complessità: Media

Tempo di lezione: 90 minuti

Metodologia: Project based learning

Risorse di supporto: Conosciamo Arduino!

Comunicazioni radio, Progettazione di paracaduti

Keywords: Sensori, Resistenze, Radio, Comunicazione, Protocolli, Saldature, CanSat

Breve descrizione

Questo modulo delinea le caratteristiche principali della Missione Primaria per CanSat. Nella Missione Primaria le squadre devono misurare la temperatura e la pressione e mandare le informazioni alla propria stazione a terra. Gli studenti impareranno le differenze fra i sensori che possono usare e conosceranno le sfide associate al completamento della Missione Primaria. Questo modulo è progettato compatibilmente con una serie di risorse a supporto dell'intera missione CanSat.

Obiettivi di apprendimento

- Le conoscenze di base richieste per assemblare e compiere la Missione Primaria di CanSat
- Come funzionano i sensori: termistori & sensori di pressione atmosferica
- Elettronica di base: la legge di Ohm
- Come raccogliere dati da un sensore a resistenza, usando un diffusore di tensione
- Saldare

→ Sommario delle attività

Sommario delle attività					
	Titolo	Descrizione	Esito	Prerequisiti	Tempo
1	I componenti di base	Gli studenti vengono introdotti a tutti i componenti essenziali di CanSat.	Gli studenti saranno in grado di scegliere quali sensori sono più adatti per un CanSat e di capire il perché.	Nessuno	30 minuti
2	Elettronica di base	Gli studenti sono guidati nell'applicazione della legge di Ohm su resistenze e un diffusore di tensione	Gli studenti impareranno come funzionano i sensori basati su resistenze e i loro possibili usi su CanSat.	Attività precedenti	15 minuti
3	Comunicare con il vostro CanSat	Questa attività comprende informazioni su come un CanSat comunica con la sua stazione a terra e sui protocolli di comunicazione in elettronica	Gli studenti impareranno le basi della comunicazione senza fili e come i vari componenti di un circuito comunicano fra loro	Attività precedenti	20 minuti
4	Mettiamo tutto insieme	Questa attività riassume l'assemblaggio di un CanSat: unire i componenti, saldare, dare potenza, assemblare	Gli studenti proveranno l'importanza di una buona tecnica di saldatura e saranno in grado di scegliere i componenti adatti a una Missione Primaria	Attività precedenti	25 minuti

Introduzione

La competizione CanSat comprende due sfide principali: La Missione Primaria e la Missione Secondaria. Nella Missione Primaria, le squadre devono registrare la temperatura e la pressione dell'aria con il proprio CanSat e mandare i dati alla propria stazione a terra. La Missione Secondaria è una sfida aperta per la quale viene richiesto alle squadre di progettare i propri esperimenti usando un CanSat. Per completare con successo la Missione Primaria, le squadre devono comprendere l'elettronica di base necessaria e come poter usare i sensori per misurare pressione e temperatura. Lo scopo principale di questa guida è di fornire queste conoscenze di base.

Seguendo questa guida e identificando gli elementi necessari per completare la Missione Primaria, la vostra squadra otterrà tutte le informazioni che serviranno per iniziare la sfida CanSat ESA!

CanSat Missione Primaria

La squadra deve costruire un CanSat e programmarlo per compiere la seguente missione primaria obbligatoria:

Dopo il rilascio e durante la discesa, il CanSat deve misurare i seguenti parametri e trasmettere i relativi dati come telemetria alla stazione a terra almeno una volta al secondo:

- Temperatura dell'aria
- Pressione dell'aria

Nella versione finale del vostro CanSat, questo farà probabilmente parte di un circuito più complesso, con componenti relative alla vostra missione secondaria.

È opportuno iniziare ad assemblare i circuiti utilizzando una breadboard senza saldature. Dopo aver controllato il circuito e i programmi per assicurarsi che funzionino, i componenti possono essere saldati sulla scheda dei sensori (Arduino shield).

Alla fine di questa guida potete trovare numerosi link a siti web che forniscono i vari componenti di cui parleremo.

Attività 1: I componenti di base

Questa attività dà agli studenti una panoramica dei componenti chiave necessari alla Missione Primaria di CanSat. Ciò permette agli studenti di comprendere la complessità delle missioni CanSat considerando le diverse opzioni disponibili per ciascun componente.

Esercizio 1

1. Ti vengono in mente possibili complicazioni nell'utilizzare un termistore per misurare la temperatura dell'aria?

Quando una corrente elettrica attraversa una resistenza, viene prodotto calore. Questo vuol dire che la temperatura misurata sarà maggiore di quella dell'ambiente circostante, a causa dell'auto-riscaldamento della resistenza. Questo effetto può essere ancora più accentuato se il sensore di temperatura è posto vicino ad altri componenti, come la CPU, poichè anch'essi sviluppano calore.

Esercizio 2

Si richiede agli studenti di costruire una tabella con le informazioni sui vari sensori, compreso il BMP280. Si dovrebbe incoraggiarli ad affrontare la propria ricerca in modo indipendente, ad esempio usando Internet e fogli di calcolo. Possono informarsi su sensori diversi (pressione, temperatura) o diversi modelli dello stesso tipo di sensore, ad esempio confrontando due diversi sensori di temperatura.

Attività 2: Elettronica di base

Ora che gli studenti hanno preso familiarità con i componenti fondamentali della Missione Primaria con CanSat, sono pronti a imparare come funzionano questi componenti. Questa attività fornisce un'introduzione alla legge di Ohm e informazioni su come calcolare la resistenza di un resistore e come costruire un diffusore di tensione.

Esercizio

1. Qual è la resistenza del resistore qui sotto?

Usando la tabella, troviamo che la sua resistenza vale $15 \times 100\Omega$ o 1500Ω

Esercizio Bonus

In questo esercizio gli studenti devono usare le proprie capacità matematiche per riorganizzare e combinare le due equazioni qui sotto per esplicitare la formula per V_{out} .

$$V_{in} = I(R1+R2) \quad \text{e} \quad V_{out} = I(R2)$$

il primo passo consiste nell'esplicitare I in entrambe le equazioni:

$$I = \frac{V_{in}}{(R1+R2)} \quad \text{e} \quad I = \frac{V_{out}}{R2}$$

Ora possiamo mettere a confronto le due equazioni eguagliando i secondi membri:

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

$$(R1+R2) \quad R2$$

Infine, possiamo riorganizzare l'equazione esplicitandola per V_{out} (moltiplicando entrambi i membri per $R2$). Otteniamo:

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

Questa equazione ci permette di calcolare il voltaggio in uscita da un diffusore di tensione, conoscendo il voltaggio in entrata e il valore delle due resistenze. Questo è un principio di base per il funzionamento di molti sensori.

Attività 3: Comunicare con il vostro CanSat

Questa attività utilizza tutto il lavoro precedente andando a vedere come potete comunicare con il vostro CanSat. Gli studenti dovrebbero essere pronti a preparare tutta l'elettronica necessaria a completare la Missione Primaria, ma manca una parte vitale! Le informazioni raccolte dal CanSat devono essere mandate a una stazione a terra. Per poter fare ciò, dobbiamo comprendere come comunichi l'elettronica e dare un'occhiata ai componenti che possiamo usare per comunicare con lei.

Attività 4: Mettiamo tutto insieme

Nell'attività 4, gli studenti impareranno come assemblare le varie componenti del CanSat per la Missione Primaria, usando una tavola da saldature e un saldatore. Forniamo una introduzione alla tecnica di saldatura. Gli studenti saranno informati sulle precauzioni da rispettare quando si salda. Presentiamo anche informazioni per dare potenza al CanSat, e alcune importanti considerazioni da tenere presenti per decidere come dare potenza a un CanSat.

Esercizio 1

1. Perché i pannelli solari sono la prima opzione per i satelliti mentre potrebbero essere non altrettanto adatti al vostro CanSat?

I satelliti rimangono in orbita per lunghi periodi di tempo e quindi richiedono una fonte di corrente indefinita. Il Sole è un'ottima sorgente di energia in una situazione del genere. Tuttavia, dare energia a un CanSat in questo modo è problematico. Innanzi tutto, abbiamo restrizioni su dimensioni e peso, che renderebbero difficile costruire un pannello solare abbastanza grande. Poi, poiché gran parte della radiazione solare è assorbita dall'atmosfera, i pannelli solari a terra sono molto meno efficienti di quelli in orbita.

Esercizio 2

Si richiede agli studenti di compilare una tabella con i componenti da loro scelti, le ragioni della scelta e un'opzione di back-up. L'esercizio finale dovrebbe motivare gli studenti a discutere i vantaggi e gli svantaggi dei componenti, come parti individuali, e motivare la loro scelta di usarli in un CanSat.

Discussione

Lo scopo principale di queste attività è che gli studenti familiarizzino con i componenti di base e con i sensori che si possono usare per costruire un CanSat. Dovrebbero comprendere la varietà di sensori disponibili per ciascuno scopo e i rispettivi vantaggi e svantaggi. Come risultato, dovrebbero essere in grado di operare scelte informate su quali componenti siano più opportuni per il loro CanSat.

Potete sviluppare la discussione alla fine dell'Attività 4 per invitare gli studenti a considerare eventuali cambiamenti nelle loro scelte, o utilizzare la loro seconda scelta, se tengono in considerazione il fatto che tutte queste componenti devono lavorare come un unico sistema integrato in un CanSat. Ci sono altri fattori, ad esempio le restrizioni su dimensioni e peso generali per la European CanSat Challenge, che potrebbero richiedere compromessi non previsti. A questo punto, potete fare riferimento agli obiettivi di missione nelle linee guida per i CanSat e discutere quali obiettivi dovrebbero avere la priorità (per es. la Missione Primaria obbligatoria o la vostra Missione Secondaria a scelta).

→ INIZIAMO CON CANSAT

Una guida alla Missione Primaria

→ Attività 1: I componenti di base

Introduzione

I componenti essenziali necessari a completare la Missione Primaria di CanSat sono suddivisi fra il CanSat stesso e la stazione a terra. Mentre il vostro CanSat volerà a bordo di un razzo, pallone o drone, la vostra stazione a terra sarà installata appunto a terra. Qui è dove riceverete i dati del vostro CanSat usando un'antenna.

Componenti del CanSat:

- Un computer o microprocessore adatto (ad es. Arduino o Raspberry Pi)
- Un sensore di temperatura (come un termistore)
- Un sensore di pressione atmosferica (come un MPX4115A)
- Una ricetrasmittente senza fili (come APC220, X-Bee o LoRa)
- Un' antenna (generalmente a quarto d'onda)
- Un paracadute o simili per assicurare un atterraggio controllato e in sicurezza
- Un generatore di potenza

Componenti della stazione a terra:

- Una ricetrasmittente senza fili
- Un'antenna (generalmente un'antenna Yagi)
- Un computer o microprocessore adatto (come Arduino, Raspberry Pi o il vostro portatile)

Ad eccezione del paracadute, i componenti del vostro CanSat devono entrare nel volume di una lattina da bibita da 330ml (diametro massimo=66mm, altezza massima=115mm, massa=300-350g) fino a dopo il lancio. Moduli GPS e antenna radio possono essere montati esternamente sulle parti superiore o inferiore della lattina, a patto di rispettare le restrizioni sulle dimensioni.

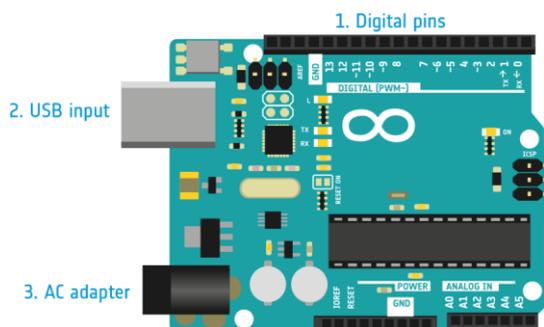
Nota: Date un'occhiata alle linee guida per tutti i requisiti.

Microprocessori e computer

I microprocessori hanno una vasta gamma di funzioni. Un microprocessore differisce da altri prodotti che potrebbero esservi familiari (come un Raspberry Pi) per il fatto che ha bisogno di ricevere un input da un computer per poter funzionare e non è un dispositivo autonomo. Un microprocessore molto popolare è Arduino. Una volta che avete caricato il vostro codice e dato potenza al microprocessore, questo può funzionare senza un computer!

Un Raspberry Pi si differenzia da un microprocessore poiché è un computer. Sulla board del Raspberry Pi c'è tutto quello che serve per funzionare e far girare i programmi. Una CPU integrata comporta una maggiore potenza di calcolo rispetto a un microprocessore. Il Raspberry Pi Zero è una versione a basso costo e più piccola di un Raspberry Pi ed è una scelta molto comune per i CanSat. La scelta di utilizzare un microprocessore o un microcomputer è vostra! Dovrete considerare la compatibilità con i sensori che volete usare e con il linguaggio di programmazione nel quale vi sentite più sicuri. In fondo a questa guida troverete dei link ai siti web di Arduino e Raspberry Pi, dove potrete trovare maggiori informazioni su entrambi i dispositivi.

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



4. Power pins 5. Analog pins

La board Arduino Uno board può essere suddivisa in cinque componenti principali:

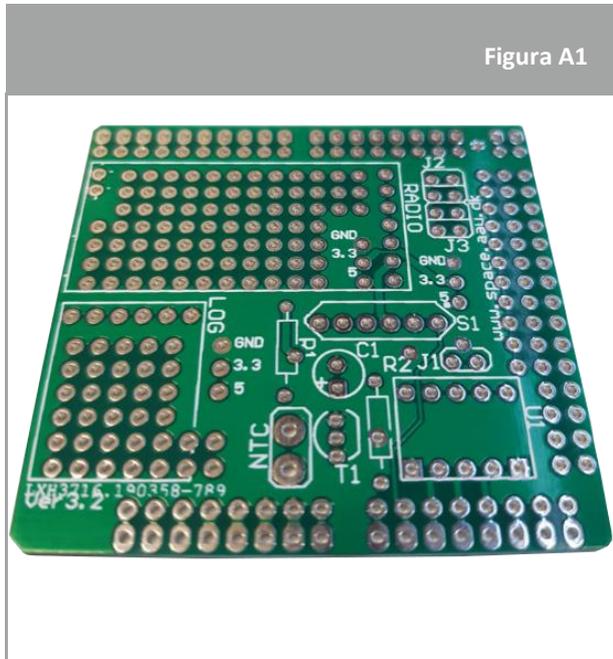
1. **Pin digitali** – Ci sono 13 pin configurati per input digitali*. 6 di questi (3, 5, 6, 9, 10 and 11) sono pin PWM. Maggiori informazioni su PWM sono nel Radio Communication Resource
2. **Input USB** – usato per connettere Arduino a un computer
3. **Adattatore AC** – Per connettere più di 5V ad Arduino
4. **Pin di generatore** – Per fornire fino a 5V ad Arduino
5. **Pin analogici** – 6 pins configurati per input analogici*

*Di default sono di input, ma possono essere configurati come output; per maggiori informazioni consultare: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/DigitalPins>

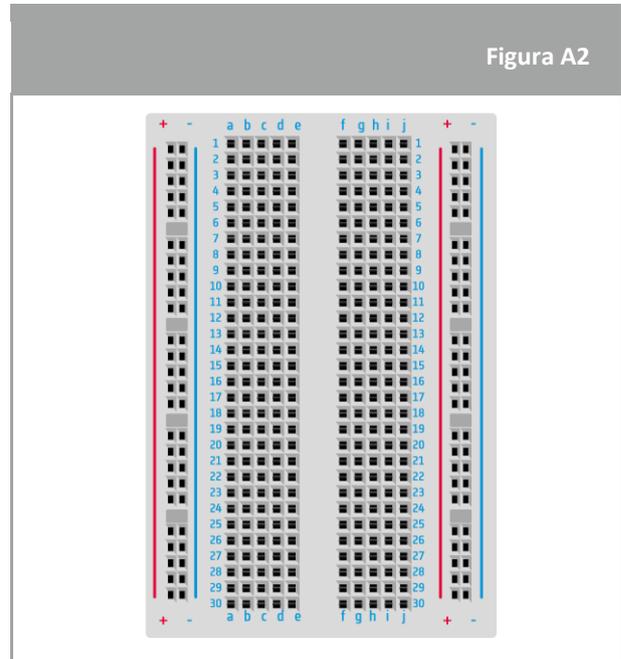
La breadboard

Mentre state imparando le basi di Arduino e dei sensori sarebbe meglio usare una breadboard senza saldature, cosicché eventuali errori nella costruzione del vostro circuito possono essere facilmente corretti. Una breadboard è un semplice strumento che può essere usato per collegare i componenti di un circuito.

Nota: Controllate le linee guida per tutti i requisiti



↑ Una breadboard con saldature



↑ Una breadboard senza saldature

I pin dei componenti elettrici possono essere fissati nei fori sulla breadboard. Le righe al centro sono collegate. Questo vuol dire, ad esempio, che i due pin di una resistenza dovrebbero essere fissati in righe diverse, altrimenti formerà un circuito chiuso su se stesso.

È molto importante fare uno schema del vostro circuito prima di collegarlo e dargli potenza, perché rischierete di rompere i componenti. Le colonne esterne della breadboard sono collegate per colonne invece che per righe. Tipicamente, queste vengono utilizzate per fornire messa a terra e collegamenti di voltaggio per ridurre la complessità dello schema.

Quando costruirete la versione finale del vostro CanSat dovrete usare una tipica breadboard con saldature. Vedremo come nell'Attività 4!

Il sensore di temperatura

I sensori di temperatura possono essere suddivisi nelle seguenti categorie principali:

- Termistori
- Sensor analogici
- Termocoppie

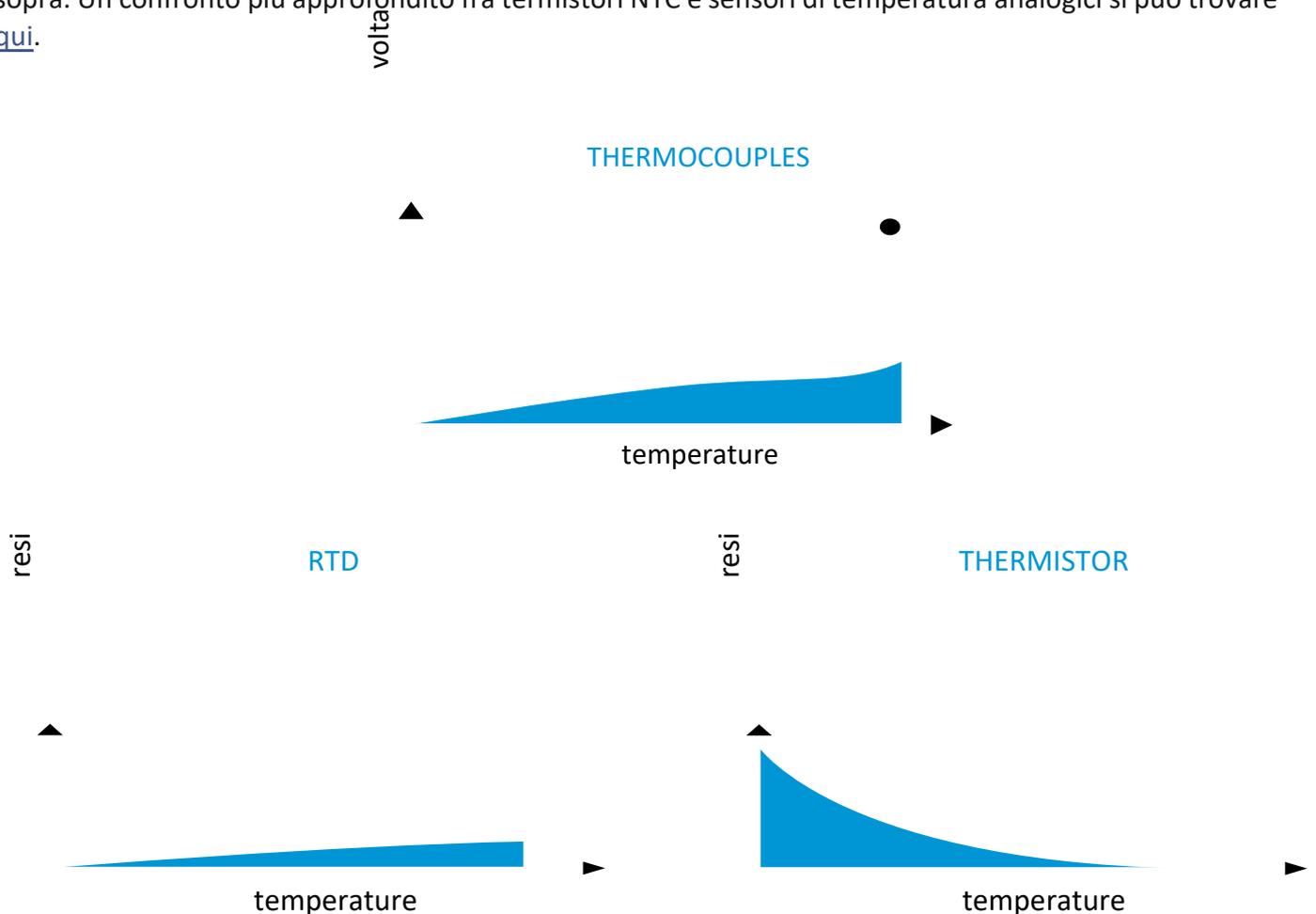
Un tipico termistore a due gambe è un termistore a coefficiente di temperatura negativo (NTC). Funziona in base al principio che un cambiamento di temperatura causerà un cambiamento nella resistenza elettrica del termistore – la parte NTC significa che quando la temperatura aumenta, la resistenza diminuisce e vice versa. Il cambiamento nella resistenza può essere misurato direttamente con un

multimetro, ma per fare da input per Arduino dobbiamo convertire la variazione di resistenza elettrica in una variazione di tensione – vedremo come più avanti.

I sensori analogici sono poco costosi e non richiedono calibrazioni. Utilizzano tecnologie allo stato solido per determinare la temperatura, invece che resistori sensibili alla temperatura. Non abbiamo necessità di approfondire la fisica di questi oggetti, ma se vi interessa potete trovare informazioni [qui](#)¹.

Le termocoppie misurano la temperatura usando l'effetto termoelettrico presente fra due materiali diversi. Questo fenomeno fu scoperto da Thomas Seebeck. Di nuovo, la fisica alla base del fenomeno non è importante ai nostri scopi ma maggiori informazioni sono disponibili [qui](#).

I grafici mostrano come la temperatura agisca sul voltaggio e la resistenza nei tre tipi di sensori discussi sopra. Un confronto più approfondito fra termistori NTC e sensori di temperatura analogici si può trovare [qui](#).



Per decidere quale sensore utilizzare per il vostro CanSat, dovrete confrontare le specifiche tecniche usando i dati forniti dal costruttore. Il sensore che sceglierete dovrebbe adattarsi agli scopi della vostra missione. Può darsi che dobbiate considerare anche il numero di pin disponibili. Ad esempio, Arduino Uno ha più pin digitali che analogici. A seconda di quale sia la vostra Missione Secondaria è possibile che dobbiate dare priorità ai pin analogici.

1 You can find all the links at the end of this resource
teach with space – Getting started with CANSAT | T08

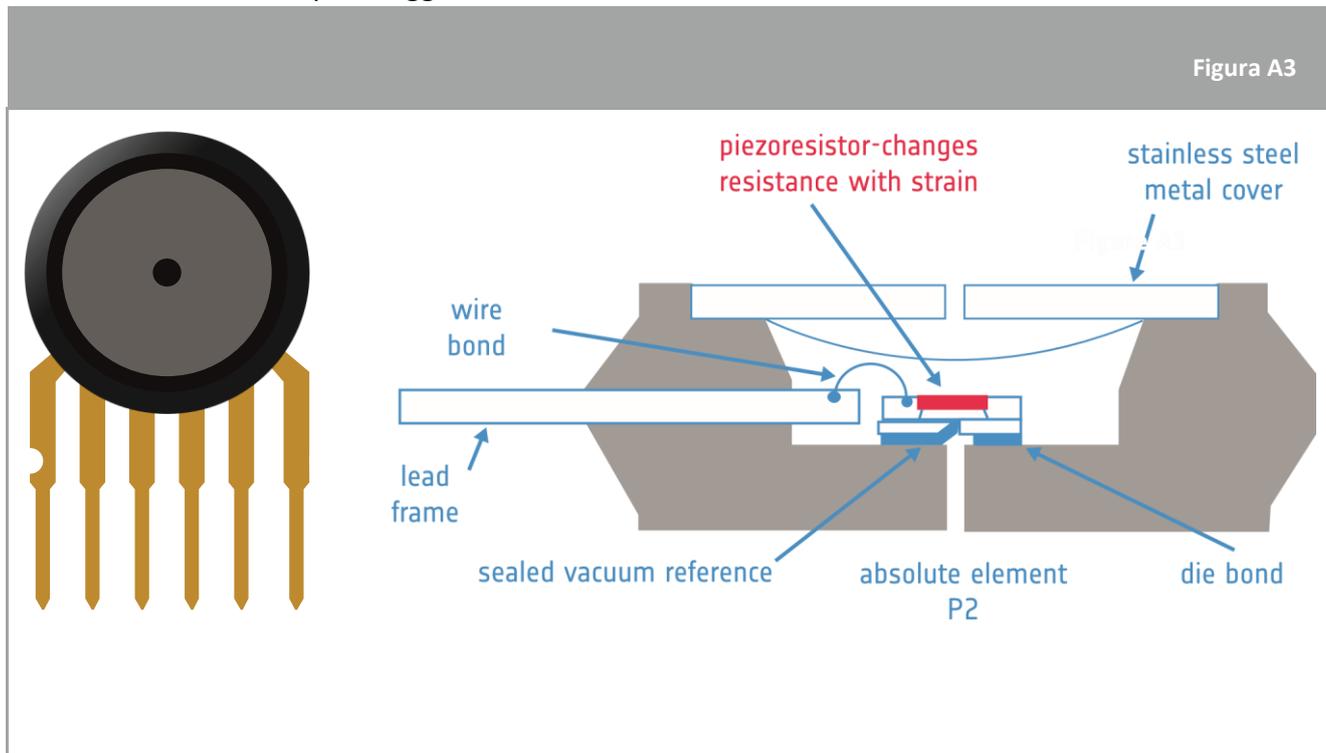
Esercizio 1

1. Vi vengono in mente altri problemi possibili nell'utilizzare un termistore per misurare la temperatura dell'aria?

Suggerimento: Cosa si genera quando una corrente elettrica fluisce attraverso un materiale (conduttore o meno?)

Sensore di pressione atmosferica

Il sensore di pressione atmosferica MPX4115A è un componente a 6 gambe, delle quali solo 3 sono utilizzate per le misurazioni. Questo componente è spesso utilizzato nei CanSat. Il sensore è costruito facendo sigillare una piccola cavità a un piezoresistore. Se usate un sensore diverso, controllate le specifiche del costruttore per maggiori informazioni.



↑ Il sensore di pressione atmosferica MPX4115A e uno schema delle sue parti interne che mostra gli elementi piezoresistivi

Ma... Cos'è un Piezoresistore?

Un piezoresistore è un resistore la cui resistenza varia sotto sollecitazioni meccaniche, come allungamenti o piegamenti. Quando la pressione atmosferica cambia, il piezoresistore si deforma leggermente. Questo "piegamento" causa una deformazione la quale causa una variazione nella resistenza elettrica.

Nel sensore MPX4115A, la variazione in resistenza è convertita in un voltaggio nello stesso componente. Questo voltaggio può quindi essere fornito dall'utente nella breadboard Arduino. Di nuovo, ci sono molti tipi diversi di sensori di pressione sul mercato. Mentre il MPX4115A è forse il più comune, potrebbe non rivelarsi il migliore per il vostro progetto!

Altri sensori

Un'alternativa molto popolare ai sensori di pressione e temperatura discussi sopra è il sensore di pressione digitale BMP280. Questo sensore combina un sensore di pressione e uno di temperatura in una singola unità, rendendolo un componente ideale per la Missione Primaria di CanSat. Il sensore BMP280 è economico e molto piccolo. Ciò significa che potete completare la Missione Primaria utilizzando una parte molto piccola delle risorse economiche e di ingombro e sviluppare una Missione Secondaria più creativa!

Questo sensore è tipicamente in grado di misurare fino a 1 hPa di pressione e 1°C di temperatura. Forse il vantaggio maggiore di utilizzare un sensore così popolare è quello di avere un solido supporto in caso di problemi! Il sensore di temperatura del BMP280 è vicino ad altri componenti elettrici che trasporteranno corrente. Come sapete, qualunque oggetto attraversato da una corrente elettrica avrà una resistenza, e quindi genererà calore, cosicché la temperatura registrata può essere più alta di quella ambiente – dovrete tenerne conto durante le vostre misurazioni!



Considerazioni importanti per la scelta di un sensore:

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

Tempo di risposta: quanto rapidamente il sensore risponde a una variazione?

Linearità: la risposta è lineare (nell'intervallo richiesto dalle vostre misure)?

Range: quali sono i valori minimo e massimo misurabili dal sensore?

Isteresi: il sensore fornisce gli stessi dati nelle stesse condizioni; ad es. Un sensore di temperatura fornirebbe lo stesso valore per la stessa temperatura indipendentemente dal fatto che questa starebbe salendo o scendendo? Potreste già aver incontrato questo fenomeno studiando il magnetismo.

Esercizio 2

Studiate le specifiche del BMP280, di un sensore di pressione (ad es. MPX4115A) e di un sensore di temperatura (ad es. un termistore) e riportate le loro caratteristiche nella seguente tabella. Potete aggiungere altri sensori nelle colonne vuote

	BMP280	MPX4115A	Thermistor		
Working range					
Accuracy					
Response time					
Cost					
Required Power					

→ Attività 2: Elettronica di base

Introduzione

Ora che ci siamo fatti un'idea dei vari tipi di componenti disponibili per la Missione Primaria, vediamo come funzionano. Questo paragrafo mostra le equazioni di base dell'elettronica seguite dai sensori.

Tensione & Corrente: la Legge di Ohm

Prima che cominciate la vostra Missione Primaria, conviene comprendere i concetti fondamentali dell'elettricità. La legge di Ohm mostra come le parti fondamentali di un circuito elettrico siano collegate fra loro: tensione, corrente e resistenza.

Nei normali materiali elettricamente conduttori come il rame, l'oro, l'argento etc., gli elettroni sono in grado di fluire facilmente attraverso il materiale – una tensione V (che fornisce energia potenziale) dà la "spinta" necessaria a mantenere il flusso di elettroni (velocità del flusso = corrente) attraverso un circuito.

La legge di Ohm ci permette di prevedere l'intensità della corrente (I) che attraversa un resistore (R) quando al circuito è applicata una tensione (V) come nel seguente diagramma:



Legge di Ohm:

$$V = IR$$

Che può essere riorganizzata per dare:

$$I = \frac{V}{R}$$

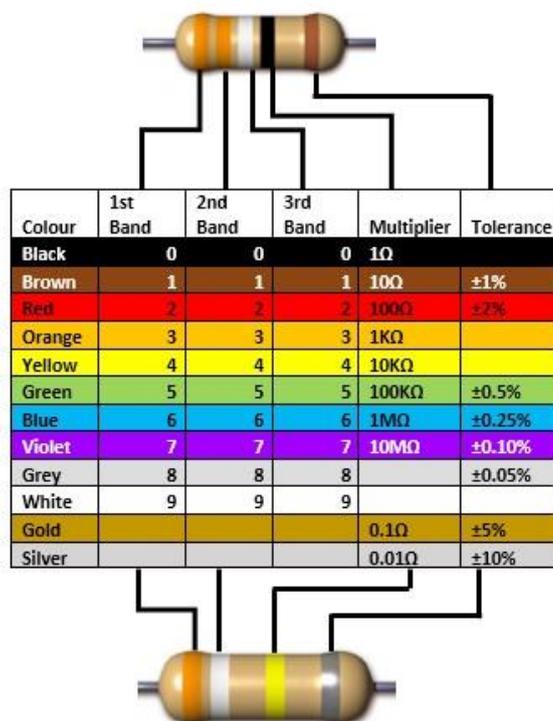
Così, se la tensione che applichiamo al circuito è costante, possiamo regolare l'intensità di corrente cambiando la resistenza elettrica.

Resistori

I resistori sono una parte vitale di qualunque CanSat. Abbiamo già discusso un tipo particolare di resistore, il termistore. I resistori normali, anche se da soli non forniscono alcuna misurazione utile, possono essere utilizzati per controllare la tensione e la corrente nel vostro circuito. La resistenza del vostro resistore, misurata in Ohm, deve essere adatta. Ma come facciamo a sapere la resistenza? Ad esempio, per un tipico termistore, potremmo usare una bassa resistenza, come 220Ω , mentre un tipico LED richiederà una resistenza molto più alta, come $10k\Omega$. Se non usate le resistenze corrette, il vostro circuito potrebbe comportarsi imprevedibilmente.

Una soluzione semplice è quella di usare un Ohmetro, che fornisce una lettura immediata. Tuttavia, potreste anche calcolare la resistenza decifrando le bande colorate sul resistore.

Il seguente grafico mostra come leggere un resistore a 4 o 5 bande. La “tolleranza” dà un’indicazione della differenza fra il reale valore della resistenza e quello previsto.



Ad esempio, i due resistori nel grafico hanno una resistenza di $339\Omega \pm 1\%$ (sopra) e $390,000\Omega$ ($390M\Omega$) $\pm 10\%$ (sotto).

Esercizio

1) Qual'è la resistenza del resistore qui sotto?

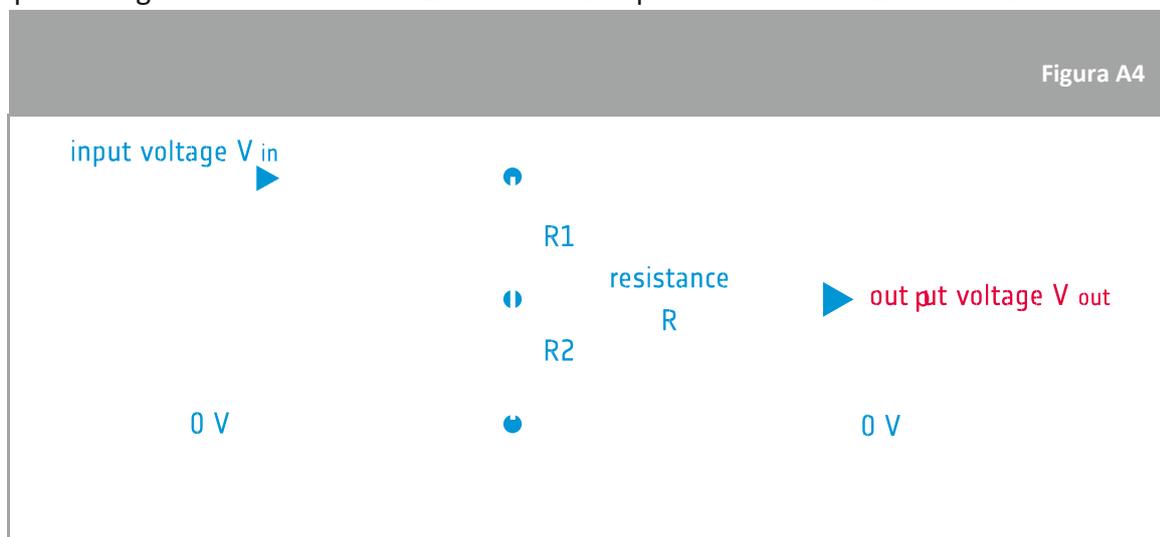


Il circuito a diffusione di tensione

Molti sensori mostrano una variazione di resistenza elettrica proporzionale alla variazione del parametro misurato. Per esempio, la resistenza di un termistore cambia in risposta a una variazione nella temperatura ambiente. Tuttavia, Arduino non è in grado di misurare direttamente una variazione di resistenza, ma solo una variazione di tensione. Per questo motivo, affinché un termistore possa comunicare ad Arduino informazioni sulla temperatura, dobbiamo trasformare la variazione di resistenza in una di tensione.

Questo viene fatto usando un circuito a diffusione di tensione. Mantenendo un resistore a un valore fisso, la variazione di tensione che viene misurata (V_{out}) deve essere dovuta al termistore. Questo aumento o diminuzione di tensione può essere ricollegato a un aumento o diminuzione di temperatura usando una funzione di trasferimento. Una funzione di trasferimento è una semplice equazione che fornisce la relazione fra la tensione misurata e la temperatura.

Per calcolare la funzione di trasferimento, dobbiamo prima analizzare il circuito e scrivere infine la temperatura in funzione della tensione. Ricordate di controllare le specifiche del sensore che state usando per raccogliere tutte le informazioni necessarie per ricavare la funzione di trasferimento.



↑ A voltage divider circuit diagram

Sia $R1$ che $R2$ possono essere sostituite da un termistore in questo circuito.

Esercizio bonus

La corrente (**I**) che fluisce attraverso i resistori R1 & R2 può essere calcolata con la legge di Ohm ($V=IR$). Provate a combinare e riorganizzare le equazioni qui sotto per esplicitarle rispetto a V_{out} .

Se:

$$V_{in} = I (R1 + R2) \text{ and } V_{out} = I(R2)$$

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

Confrontiamo le equazioni per rimuovere il termine I:

=

Ma noi vogliamo sapere come V_{out} dipende dagli altri parametri, quindi l'equazione esplicitata ci dà:

$$V_{out} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Poiché V_{in} è fisso (come **R1**), possiamo convertire una **resistenza variabile (R2)** in una **tensione variabile** usando un circuito a diffusione di tensione.

Suggerimento: il passaggio di corrente genera calore nel materiale che attraversa (ad es. il materiale del termistore) e questo a sua volta fa variare la sua resistenza elettrica. Per minimizzare l'effetto di autoriscaldamento conviene accendere il circuito subito prima di effettuare le misurazioni. Fate la misura rapidamente e poi spengete il circuito subito dopo. Questo minimizza il tempo in cui fluisce corrente e quindi viene generato meno calore.

→ Attività 3: Comunicare con il vostro CanSat

Introduzione

Ora dovrete essere in grado di preparare l'elettronica necessaria per la Missione Primaria, ma manca un passo fondamentale! Le informazioni raccolte dal CanSat devono essere trasferite a una stazione a terra. Per poter fare questo, dobbiamo dare un'occhiata ai componenti che possiamo usare per comunicare e a come comunica l'elettronica.

Ricetrasmittenti (o Moduli Radio)

Sappiamo come usare Arduino e i sensori per raccogliere dati di pressione e temperatura. Ma come riceviamo le informazioni raccolte da CanSat? Potremmo sicuramente salvare i dati e raccogliere le informazioni quando raccogliamo il CanSat. Tuttavia, nella Missione Primaria, il vostro CanSat deve trasmettere le informazioni alla stazione di terra ogni secondo. Questo è un requisito per due ragioni.

In primo luogo, vi fa provare l'ebbrezza di una vera missione con satellite! In secondo luogo, non possiamo controllare tutte le condizioni di un lancio, e a volte non possiamo recuperare tutti i CanSat. Trasmettendo i dati raccolti, potrete comunque completare la fase di analisi del vostro progetto.

Le ricetrasmittenti senza fili sono usate per scambiare informazioni fra un CanSat e la stazione a terra. Lavorano in coppia, in modo simile ai walkie-talkie che potreste aver usato da piccoli (o adesso!). Sia il CanSat che la stazione a terra sono dotati di un'antenna. Quella del CanSat trasmette le informazioni e quella a terra le riceve. Per evitare disturbi e interferenze a ciascuna squadra in gara viene assegnata la propria frequenza, come nei canali dei walkie-talkie. Ciò vuol dire che voi ricevete solo le informazioni dal vostro CanSat e da nessun altro. In effetti, la parola ricetrasmittente è composta da due parole: trasmettere e ricevere, che è esattamente quello che una ricetrasmittente può fare.

Ci concentreremo sulle varie opzioni possibili per scegliere una ricetrasmittente e su quali criteri siano utili per una decisione.

Quando si deve scegliere una ricetrasmittente, forse i criteri più importanti sono le frequenze con le quali opera, la potenza necessaria e le dimensioni fisiche. Naturalmente, è bene considerare anche il costo. Realizzare un progetto spesso comporta dover fare dei compromessi. I componenti perfetti per ciascuna parte non sono necessariamente compatibili, per un motivo o per un altro.

Figura A5



↑ Il modulo APC220

Figura A6



↑ Il modulo RFM95 LoRa

Figura A7



↑ Il modulo XBee

Una delle scelte più comuni è l'APC220. Può trasmettere su una distanza di 1000m e opera fra 418MHz e 455MHz. Un'alternativa popolare è un modulo LoRa (come il RFM95). Questi generalmente offrono una distanza maggiore, fino a 2000m, ma operano a frequenze discrete invece che su un intervallo come l'APC220. L'ultimo modulo che discuteremo è l'XBee. Questo si discosta dall'APC200 e dai LoRa perchè opera nel range WiFi (2.4Ghz) invece che nel MHz. Questo può comportare problemi particolari, come l'interferenza di dispositivi vicini. A seconda del modello le distanze di trasmissione variano dai 400m ai 1600m.

La miglior ricetrasmittente per il vostro CanSat varierà da squadra a squadra. Dovreste studiare le specifiche di tutti i modelli e usarle per le vostre valutazioni, tenendo in considerazione il resto del vostro progetto! Per maggiori informazioni, consultate la risorsa "Comunicazioni Radio".

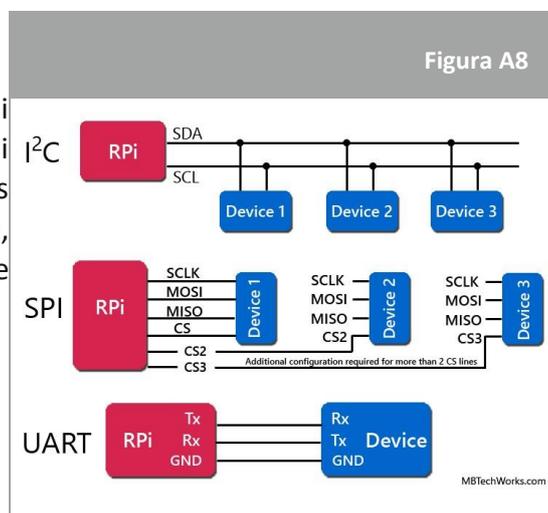
Protocolli di comunicazione

Tutti i sistemi elettronici usano uno dei molti sistemi disponibili per far comunicare fra loro i componenti. I tre sistemi principali che useremo per i CanSat sono l'UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter – Ricetrasmittitore Asincrono Universale), SPI (serial peripheral interface – interfaccia periferica seriale) e I2C (Inter-Integrated circuit – circuito inter-integrato).

Comunicazione UART

UART significa "Ricetrasmittitore Asincrono Universale". La differenza fondamentale fra UART e SPI e I2C è la parte "asincrona"! Ma cosa vuol dire asincrono? Come prevedibile, è l'opposto di sincrono, ma vediamo cosa vuol dire questo per le comunicazioni.

La comunicazione sincrona è come parlare con qualcuno al telefono. Prima componi il numero e poi aspetti che l'altro accetti la chiamata. Da questo momento, quando spediisci dati (parli), il ricevitore è immediatamente in grado di riceverli (ascoltare) e poi mandare i propri (parlare) che tu puoi ricevere (ascoltare). Quando vuoi smettere di mandare dati, mandi un messaggio per farlo capire al ricevitore (dici arrivederci!) e poi sei libero di fare le tue cose.



↑ Schema dei diversi protocolli di comunicazione

La comunicazione asincrona è più come mandare una lettera. Dopo averla spedita, il trasmettitore (lo scrivente) può occuparsi di altro mentre aspetta la risposta. Dopo qualche tempo, lo scrivente può controllare la propria cassetta postale per vedere se è arrivata una risposta e agire di conseguenza.

UART è molto usato e ben documentato e può quindi essere presentato come un sistema semplice e facile da usare, ma naturalmente ha delle limitazioni:

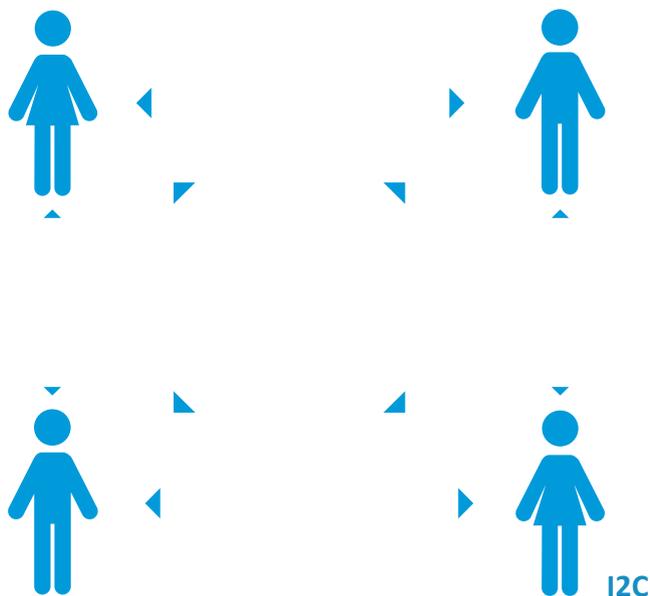
1. Un aspetto importante da notare è che UART è progettato per la comunicazione fra due soli dispositivi per volta (non molto utile per un CanSat complesso). Poiché il protocollo manda solo bit che indicano l'inizio del messaggio, il contenuto del messaggio e la fine di un messaggio, non c'è modo di distinguere più dispositivi che trasmettono e ricevono sulla stessa linea. Se più di un dispositivo cerca di trasmettere dati sulla stessa linea, si sviluppa una contesa nel bus e i dispositivi riceventi molto probabilmente riceveranno dati corrotti e inutilizzabili!
2. UART è un mezzo-duplex, il che vuol dire che sebbene la comunicazione possa avvenire bidirezionalmente, i due dispositivi non possono trasmettersi l'un l'altro i dati contemporaneamente. In un progetto in cui due Arduino comunicano fra loro attraverso una connessione seriale, ad esempio, questo vorrebbe dire che in ogni dato istante uno solo dei due Arduino può "parlare" con l'altro. Per la maggior parte delle applicazioni, tuttavia, questo fatto è poco importante e non svantaggioso in alcun modo.

Usi tipici per UART nei canSat sono: mandare messaggi di debug e sviluppo a un PC, comunicare con i sensori GPS, comunicare con modem WiFi e GPRS (3G) esterni.

Comunicazione I2C SPI

I2C permette a più dispositivi (fino a 1008!) di essere connessi alla stessa interfaccia I2C con solo un paio di fili. Permette anche la comunicazione bidirezionale su questi due fili quindi è ideale per comunicare con molti sensori. **Usi tipici del I2C per i CanSat sono:** Sensori "Smarter" (ad es. BMP 280), Accelerometri, Convertitori Analogico-Digitale, Convertitori Digitale-Analogico, Schermi LCD, Controllo della batteria. D'altro canto, **SPI** è l'interfaccia più complessa che l'hardware di Arduino possa supportare. Come con l'I2C, è possibile la comunicazione bidirezionale con molti dispositivi ma offre un traffico dati molto più alto. Questo lo rende adatto per comunicare con i dispositivi più complicati che potete utilizzare con il vostro CanSat. **Usi tipici dello SPI per i CanSat sono:** Fotocamere, schede dati (per esempio schede SD), moduli GPS, Modem WiFi.

Useremo una semplice analogia per spiegare come funzionano diversi componenti in un sistema SPI e in un sistema I2C. SPI significa "Interfaccia Periferica Seriale". I2C significa "Circuito Inter-integrato". Non dobbiamo preoccuparci troppo dell'origine di questi nomi, dobbiamo solo comprendere cosa significhino questi protocolli per il nostro CanSat.



La figura qui sopra mostra la nostra analogia. Sulla destra c'è il sistema SPI, sulla sinistra l'I2C. In questa analogia i nostri componenti elettronici sono rappresentati da persone. Le frecce mostrano la comunicazione possibile fra le persone. Come potete osservare, nello SPI c'è un componente che governa tutte le comunicazioni, e questo si chiama master. Gli altri componenti si chiamano schiavi. Nel sistema I2C ciascun componente può comunicare con tutti gli altri, in modo che in ogni istante un solo componente può agire da master. Il master decide con quale componente comunicare. Lo "schiavo" ascolta il master e manda o riceve dati come richiesto. Nel protocollo I2C la situazione è dinamica. Ciascun componente può mandare il comando "ascolta" e diventare il master.

Potreste pensare che il protocollo I2C sia molto meglio, ma la realtà dei nostri circuiti non è semplice come questa analogia. Mentre l'I2C è molto semplice da installare, il trasferimento dei dati è più lento che nello SPI e generalmente consuma più energia. La scelta del protocollo di comunicazione deve essere ponderata come qualunque altra parte del vostro progetto, ma scoprirete che viene determinata dalle proprietà dei sensori che userete nel vostro CanSat. La tabella qui sotto riassume i punti chiave da considerare sui protocolli.

Tavola A1			
	Protocollo		
	I2C	SPI	UART
Setup	Molti master e schiavi	1 master, molti schiavi	1 master, 1 schiavo
	Semplice – 2 pin necessari	Complesso – 4 pin necessari	Semplice – 2 pin necessari
Frequenza di trasferimento dati	Bassa	Alta	Bassa
Consumo di energia	Alto	Basso	Alto

→ Attività 4: Mettiamo tutto insieme

Introduzione

Ci siamo quasi! Avendo compreso le basi di tutti i componenti che costituiscono una Missione Primaria di CanSat, l'unica cosa rimasta da fare è metterli insieme! La competizione di CanSat presenta delle sfide particolari, poichè dovete pensare attentamente allo spazio occupato dai vostri componenti e a come metterli insieme. Vedremo ora alcuni modi per fare questo e ai diversi modi di fornire energia al CanSat.

Saldature

Il lancio del vostro CanSat comporta alte accelerazioni e forze e potrebbe causare problemi se le connessioni jinei vostri circuiti sono deboli. Per ovviare a questo problema, le salderemo. Le saldature consentono una connessione elettrica permanente fra le componenti elettriche. Un metallo viene sciolto e usato per unire le connessioni.

Il metallo usato per le saldature è lo stagno. È importante che abbia un punto di liquefazione più basso dei fili o dei componenti che volete connettere: non vorrete che si squaglino anche questi! Lo stagno viene applicato alla giunzione utilizzando un ferro da saldature. Potrebbe sembrare un aspetto poco importante del vostro progetto rispetto allo scrivere il codice o scegliere i sensori, ma una cattiva saldatura sarà la prima cosa a rompersi durante il lancio, e un circuito incompleto metterebbe a rischio l'intero progetto!

Il vero vantaggio di avere le giunzioni saldate è che hanno durata e affidabilità molto maggiori rispetto alle semplici connessioni di una breadboard. A causa [↑ An example of a soldering station](#) delle vibrazioni e degli shock durante un lancio da razzo, è importante che le vostre saldature siano di buona qualità.



Figura A9

Sicurezza:

- I ferri da saldatura generalmente operano fra **300 e 400°C**.
- **Mettete sempre occhiali di sicurezza** e accertatevi di non mettere per sbaglio oggetti vicino o sul ferro caldo.
- Dopo l'uso staccate il ferro dalla corrente e **lasciatelo raffreddare completamente** prima di riporlo.

Una **buona tecnica di saldatura** è fondamentale per ottenere buone saldature:

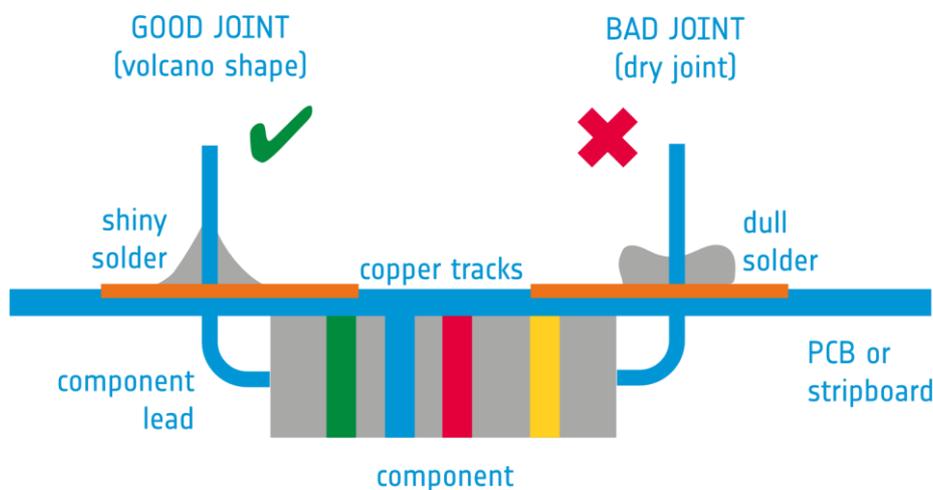
- Portate il ferro a toccare la gamba del componente da saldare; aspettate 2-3 secondi affinché si scaldi prima di applicare una piccola quantità di stagno.
- Lasciate che lo stagno si squagli completamente intorno alla gamba del componente; allontanate lo stagno e poi il ferro.
- Assicuratevi che il componente si raffreddi prima di passare all'altra gamba.

Una **buona saldatura** avviene quando lo stagno "bagna" le superfici da unire. La forma dovrebbe somigliare a un vulcano.

Cattive saldature avvengono per vari motivi, dal troppo stagno utilizzato, al fatto che il ferro tocca prima lo stagno del componente, al fatto che le superfici da saldare non siano pulite.

Prima di saldare i componenti sulla board, conviene allenarsi a saldare usando un pezzo di breadboard avanzato. Una cattiva saldatura sarà la prima cosa a cedere durante il lancio impedendovi di raccogliere i vostri dati!

Potete trovare maggiori informazioni sul processo di saldatura nei link alla fine di questa guida.



Dare potenza al vostro CanSat

Adesso avete le conoscenze di base per cominciare a costruire un CanSat per la vostra Missione Primaria. Ma c'è un aspetto importante per ogni CanSat che ancora non abbiamo discusso: come dare energia al vostro CanSat! Naturalmente, il CanSat non può essere collegato a una presa USB durante il lancio; deve avere una sorgente di energia interna. In un tipico satellite, l'energia è fornita da pannelli solari attaccati all'esterno del satellite. Questo non è possibile in una competizione fra CanSat.

Esercizio 1

1. Come mai i pannelli solari sono la scelta più usata per i satelliti, e perché non sono altrettanto adatti a un CanSat?

Ci sono alcune considerazioni che dovete fare al momento di decidere come dare energia al vostro CanSat:

- Quanta tensione dovete fornire?
- Quanto può essere grande la batteria (fisicamente)?
- Che capacità deve avere la batteria (mAh)?
- Quanto può essere pesante la batteria?

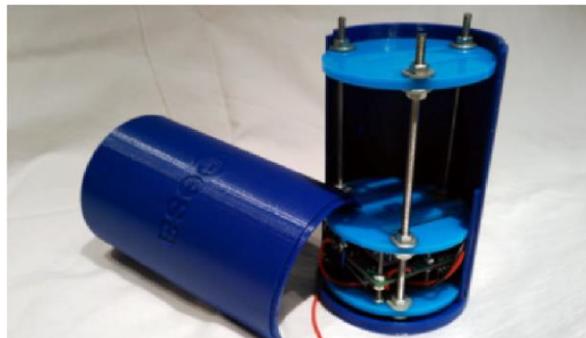
Molte board a microprocessore possono fornire 3.3V o 5V alle componenti connesse, ma ciò non rende impossibile usare un voltaggio più alto, come una batteria da 9V, poiché molte board sono equipaggiate con dei "regolatori" che possono abbassare la tensione a un livello utilizzabile. Questo spesso comporta un costo, tuttavia, poiché dell'energia viene sprecata nel processo. Dovrete considerare se questa perdita di energia sia cruciale per la riuscita della missione. In molti casi non lo sarà, dato che il tempo di volo di un CanSat è relativamente breve. Tuttavia, è un calcolo del quale dovete essere sicuri!

Un caricabatterie, come un caricatore portatile per telefoni cellulari, è un'opzione possibile. Se ne possono trovare di tutte le forme e dimensioni, e con capacità variabili. Alcune hanno anche un'elettronica "smart" che non fornisce energia se quella usata dal dispositivo è bassa. Mentre questa potrebbe essere una

caratteristica interessante per risparmiare energia, dovrete verificare quale valore l'elettronica considera "basso" e decidere se sia adatto al vostro CanSat.

Aggiungere la "lattina" al CanSat

L'ultimo, ma assolutamente non meno importante, passo per costruire il vostro CanSat consiste nel costruire un contenitore che contenga tutte le componenti per le vostre missioni primaria e secondaria. Questo non solo proteggerà i componenti dalle forti sollecitazioni durante il lancio, ma può fornire anche una protezione contro l'ambiente (deboli piogge o temperature basse).



Usare una stampante 3D vi permette di costruire un contenitore esattamente come lo desiderate. Un design a strati è un approccio comune. Può essere utile per separare le missioni primaria e secondaria, ad esempio. Un contenitore di questo tipo vi permette anche di inserire dei contenitori removibili, facilitando di molto eventuali riparazioni o cambiamenti.

Questa guida vi ha presentato un'introduzione all'elettronica e ai sensori per la Missione Primaria del vostro progetto CanSat. Ora potete mettere insieme le vostre conoscenze e le nostre risorse per costruire la vostra Missione Primaria.

Esercizio 2

Ora che conoscete i vari tipi di componenti disponibili per la vostra Missione Primaria, potrebbe essere utile pianificarne l'organizzazione, usando qualcosa come la tabella qui sotto:

			Tavola A2
Elemento	Componente scelto	Motivazione della scelta	Seconda alternativa
Microprocessore			
Sensore di temperatura			
Sensore di pressione			
Ricetrasmittente			

Energia			
---------	--	--	--

Buona fortuna!

→ Links

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 a come costruire un diffusore di tensione:

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

Informazioni sui pin digitali di Arduino: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/DigitalPins>

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

Specifiche per il sensore di pressione MPX4115A: <http://www.farnell.com/datasheets/8723.pdf>

Adafruit e Sparkfun sono due siti web che forniscono sensori e componenti adatti alla Missione

Primaria di CanSat: <https://www.adafruit.com/categories> <https://www.sparkfun.com/>

I file .stl per stampare in 3D il contenitore per il CanSat:

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