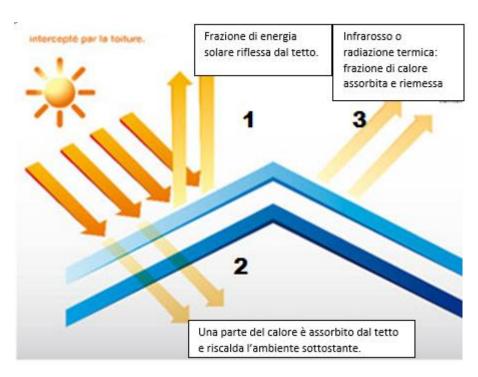






Riflettanza di una superficie



Per tutta una serie di applicazioni è importante poter misurare la <u>riflettanza</u> di una superficie, ovvero la percentuale di radiazione incidente che viene riflessa dalla superficie (1) (da NON confondere con quella che viene assorbita e poi riemessa (3) → emittanza).¹

Proponiamo di costruire un semplice riflettometro con due LDR (fotoresistenze) rivolte in senso opposto: una verso l'alto che registrerà la radiazione incidente TOTALE, l'altra verso il basso raccoglierà la radiazione

riflessa dalla superficie.2

Indagine 1 Prendete una serie di cartoncini colorati possibilmente con lo stesso tipo di superficie (opaca o lucida). Esponeteli al sole o alla luce di una lampada. Quali colori immaginate che abbiano la massima riflettanza? Stilate una graduatoria che poi confronterete coi dati raccolti. Includete nelle vostre indagini anche foglio di alluminio, uno specchio, un cartoncino nero.

N.B. Mantenete fissa la distanza del dispositivo dalla superficie esaminata.

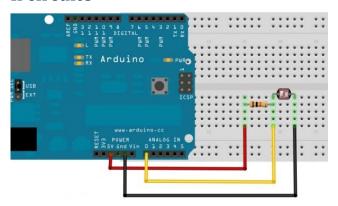
¹ L'energia raggiante incidente su una superficie è misurata dalla grandezza nota come irraggiamento; essa si scompone in tre termini: una parte viene riflessa, una parte viene assorbita e una terza parte riesce, eventualmente, a passare attraverso la superficie ovvero trasmessa

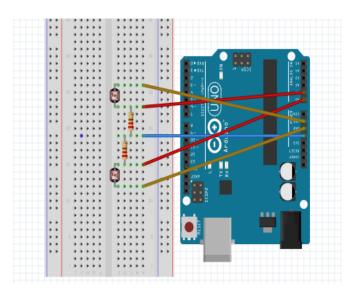
² La maggior parte delle fotoresistenze è sensibile solo al range del visibile → per questo può convenire sostituire la fotoresistenza con un fotodiodo.











Lo Sketch Idr_riflettanza.ino

```
int ldrSU = 0; // definisce i pin analogici a cui l' LDR è connesso
int ldrGIU = 1;
float ldrSU value = 0;
                           //variabili su cui salvare I valori letti dall' LDR
float IdrGIU_value = 0;
float riflettanza = 0; // il valore della rifleettanza coe gli altri valori è inizialmente posto 0
void setup()
{
 Serial.begin(9600); //fa partire il serial monitor
}
void loop()
ldrSU_value = analogRead(ldrSU);
                                               //legge i valori dell' LDR
ldrGIU_value = analogRead(ldrGIU);
riflettanza = IdrSU_value / IdrGIU_value; //la riflettanza di una superficie è il rapporto radiazione riflessa/ incidente
Serial.print(" - IdrSu: ");
                                          // in questo caso il rapporto è rovesciato perchè nelle fotoresistenze la R è
                                          // inversamente proporzionale alla quantità di luce incidente (R max = buio)
Serial.println(ldrSU_value);
Serial.print(" - IdrGIU: ");
Serial.println(ldrGIU_value);
Serial.print(" - riflettanza: ");
Serial.println(ldrSU_value/ldrGIU_value);
delay(5000);
```





Apparato sperimentale e procedura:

- 1. Verificare che i due LDR funzionino esattamente allo stesso modo: poneteli entrambi verso l'alto e osservate i valori letti dalle due fotoresistenze. Nel caso fossero molto diversi individuate eventuali regolarità nell'anomalia di funzionamento e correggete il problema via software.
- 2. Verificate che la differenza di altezza tra le facce dei due LDR non sia significativa: l'ideale sarebbe averle esattamente alla stessa altezza uno verso il basso ed uno verso l'alto.
- 3. Individuate la distanza ideale dalla superficie a cui porre il riflettometro e poi non variatela più.
- 4. Le fotoresistenze sono state inserite all'interno di un tubicino nero arrivando quasi al bordo, in modo da proteggerle dalla radiazione diffusa. Verificate se il funzionamento risulta davvero più preciso.



Colore	Radiazione incidente-RI	Radiazione riflessa- RR	Riflettanza RI/RR³	Emittanza E- IR ⁴

Indagine2: Riflettanza di una stessa superficie nell'arco della giornata.

In altre parole il fatto che la radiazione solare incida sulla superficie ad angoli diversi a seconda dell'orario cambia la riflettanza?

Modificate lo sketch in modo da raccogliere dati lungo tutto l'arco di una giornata ad opportuni intervalli di tempo. Raccogliete i dati con Cool Term.

³ Il rapporto appare rovesciato rispetto alla definizione poiché come già detto in un LDR R (e quindi V) varia inversamente con la luminosità.

⁴ L'emittanza si misura coi termometri a IR contactless. Esiste uno specifico sensore per arduino - vedi IRContacless pag. 3 Funded by EU under the Erasmus+ KA2 grant N° 2014-1-IT02-KA201-003604_1. This work is licensed under a <u>Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License</u>



Science Inquiries with Arduino

Applicazione 1: Cool rooves & cool pavements

A- Cool Pavement Eseguite all'esterno misure di riflettanza sulle diverse "superfici a pavimento": erba, asfalto, cemento, terra etc... e inserite ordinatamente i dati in una tabella come quella riportata sopra.

Se è possibile associate anche misure di emissività – vedi ultima colonna (coi termometri a IR vedi anche Arduino contactless IR sensor)

B- Cool Roof

Eseguite misure di riflettanza di diverse superfici bianche, in particolare di campioni di vernici diverse tra cui anche vernici cool roof. Si nota davvero una differenza? Annotate i risultati in una tabella. Se non potete esporre le superfici al sole usate una lampada a spettro solare o una lampada a IR. Cambiano i risultati al variare del tipo di lampada? Se sì perché?

Applicazione 2: mitigare il surriscaldamento dovuto ad un eccesso di superfici riflettenti

All'interno del laboratorio di fisica proprio sotto le finestre sono presenti dei davanzali in marmo bianco lucido, leggermente inclinati verso l'interno. Il loro contributo al surriscaldamento dell'aula quando fuori splende il sole è notevole: i raggi penetrati oltre il vetro della finestra (ancora ad un solo vetro, non vetrocamera) sono riflessi verso l'interno della stanza (disegno o foto)

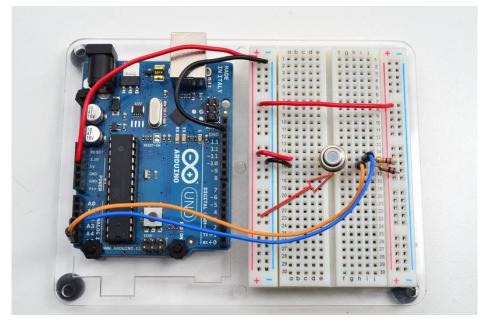
Oltre al colore ha sicuramente importanza il tipo di finitura della superficie: lucida o no... Ha importanza anche il materiale?

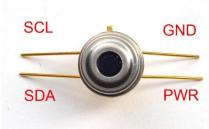
individuate alcuni possibili materiali da poter utilizzare per ricoprire i davanzali

Applicazione 3: problema degli schermi che non si leggono sotto il sole: PC versus kindle

http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/NA_Optical/Systems/BehindTheScenes/Optics101/

http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/IndustrialFilms/Home/Products/LightControlFilms





Per individuare i pin del sensore fate riferimento alla figura soprastante. La piccola linguetta deve trovarsi in alto.

GND va al ground, PWR ai 5 V, SDA e SCL ai segnali A5 e A4.

pag. 4 Funded by EU under the Erasmus+ KA2 grant N° 2014-1-IT02-KA201-003604_1. This work is licensed under a <u>Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License</u>



Science Inquiries with Arduino



Sotto i collegamenti tra sensore ed Arduino

Nella figura la linguetta è in basso, indicata dalla freccia. Servono due resistenze da 10 k (marrone nero arancio).

Lo sketch

<u>ATTENZIONE</u>! Prima di cominciare ad utilizzare il sensore, <u>scaricate</u> <u>la</u> corrispondente <u>libreria</u> da questo link download Adafruit MLX90614 from our github repository.

- Decomprimete la cartella indicandola col nome Adafruit_MLX90614. Controllate che tale cartella contenga I file Adafruit_MLX90614.cpp e Adafruit_MLX90614.h
- Copiate la cartella Adafruit MLX90614 nella vostra cartella contenente tutte le librerie di Arduino
- Aprite File->Examples->Adafruit_MLX90614->mlxtest e caricatelo su Arduino dopo aver collegato il sensore Arduino.

Ed ecco lo **sketch** per esteso : (vedi file *mlxtest_soloCelsius.ino*)

Il programma stampa due temperature: la temperature ambiente (sostanzialmente la temperatura del sensore stesso) e la temperatura dell'oggetto, ovvero della superficie che si trova nel campo visuale (90°) del sensore che è appunto ciò che vogliamo misurare.⁵

Indagini e Applicazioni

Considerate le superfici di cui è stata misurata la riflettanza e valutatene anche l'emissività.

<u>Indagine 1</u>: Quali colori immaginate che abbiano la massima emissività? Stilate una graduatoria ipotetica che poi confronterete coi dati raccolti. Esponete alla lampada IR o a spettro solare o, meglio ancora, al sole diretto fogli di diverso colore per un certo tempo (ad es 5 min). Mantente fissa la distanza del dispositivo IR contactless dalla superficie esaminata.

• Quale è la distanza ottimale del sensore dalla superficie? Come cambia la misura con la distanza sensore/superficie? riempite una tabella e graficate T (temperatura) in funzione di d (distanza)

⁵ Lo sketch è da modificare leggermente rispetto all'originale se si intende utilizzare Cool Term per la raccolta dati in modo che il software separi i dati dal testo inserendoli in colonne diverse che poi Excel potrà selezionare. Vedi virgole rosse



Science Inquiries with Arduino



• Come cambia la misura nel tempo? Raccogliete i dati con Cool Term ad intervalli di 10 secondi per tutti i 5 minuti

Applicazione 1: Cool rooves & cool pavements

- A) Eseguite all'esterno misure di emissività sulle diverse "superfici a pavimento": erba, asfalto, cemento, terra etc... e inserite ordinatamente i dati in una tabella. Se possibile associate anche misure di riflettanza. Annotate i dati in una tabella
- B) Eseguite misure di riflettanza e di emittanza di diverse superfici bianche, in particolare di campioni di vernici diverse tra cui anche vernici cool roof. Si nota davvero una differenza? Annotate i risultati in una tabella.

Migliorie allo sketch

- Unificate in un unico sketch la lettura degli LDR e del sensore IR contactless inviando le rilevazioni alla porta seriale. Date un nuovo nome al file tipo riflettanza_emittanza.ino
- Aggiungete un sensore di temperatura sotto il foglio/superficie, che permetta di valutare anche la trasmittanza. Modificate ulteriormente lo sketch comprendendo tale sensore. Chiamate il file riflettanza_emittanza_trasmittanza.ino