

Instrumentos para medir la velocidad del viento marciano

1. Introducción & Pb

En la Tierra, los sensores utilizados en la red Meteo-France para medir la fuerza y la dirección del viento son de dos tipos: sensores mecánicos con un anemómetro de copa y una paleta meteorológica, y sensores ultrasónicos.

Sensor mecánico Deolia 96



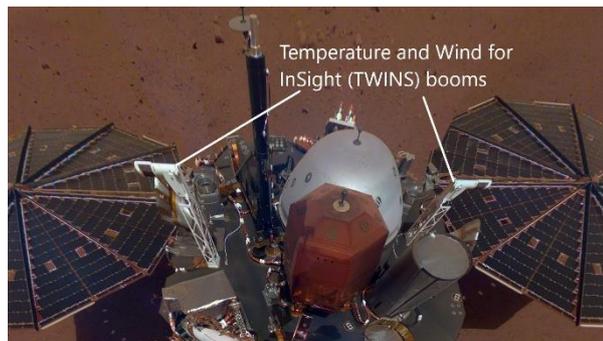
Sensor ultrasónico



Para la sonda InSight, los ingenieros eligieron los sensores TWINS (Temperature and Wind Sensors for InSight), muy similares a los sensores REMS (Rover Environmental Monitoring Station) utilizados en el Curiosity rover, que ha estado moviéndose dentro del cráter de impacto Gale desde 2012.



Sensores TWINS en la estación meteorológica InSight
(© NASA)



NASA/JPL-Caltech

Los dos sensores están montados en el puente. Dos veces por segundo, registrarán la temperatura del aire, así como la velocidad y la dirección del viento durante toda la duración de la misión, un año marciano o dos años terrestres.

Pb: ¿Cómo podemos determinar la velocidad del viento marciano a pesar del ambiente hostil?

2. Edad de los estudiantes 13 - 15 años

3. Objetivos

El objetivo es determinar cómo funcionan los sensores T-wins de la sonda Insight y por qué los científicos necesitan saber con precisión tanto la dirección del viento como la temperatura de forma continua.

4. Disciplinas principales

Ciencias de la Tierra - Física - Informática

6. Tiempo requerido 2 horas

7. Palabras clave

Anemómetro - Meteorología

8. Materiales

- Sensor anemómetro de alambre caliente



La salida analógica externa del sensor OUT da un valor de la tensión que está relacionado con la velocidad del viento de la siguiente manera:

$$V_{ent_{ms}} = 0,44704 \times \left(\frac{(V_{OUT} - V_{sansVent})}{(3,038517 \times (temp_C)^{0,115157})} \right)^{3,009364} \times 0,0087288$$

En el caso de una temperatura ambiente de 25 °C, el web ofrece un valor de $V_{no\ wind} = 1.3692\ V$, valor que se puede comparar con el de nuestro montaje

La salida TEMP del sensor permite medir la temperatura ambiente.

$$T_{mp} = \frac{(V_{TEMP} - 0.400)}{0.0195}$$

V_{OUT} es la tensión en voltios medida en la salida OUT del sensor

V_{no} es el voltaje medido en voltios por el sensor cuando está protegido del viento (por ejemplo, por una campana).

$Temp_C$ es la temperatura de la habitación en °C

$V_{wind_{ms}}$ es el valor del viento en m/s

V_{TEMP} es el voltaje medido en la salida TEMP del sensor

9. Conocimientos necesarios

Montaje de un sensor y programación Arduino simple.

10. Procedimiento

La sonda Insight está equipada con anemómetros sin partes mecánicas para evitar, entre otras cosas, problemas de desgaste (debidos, entre otros factores, a las diferencias de temperatura).

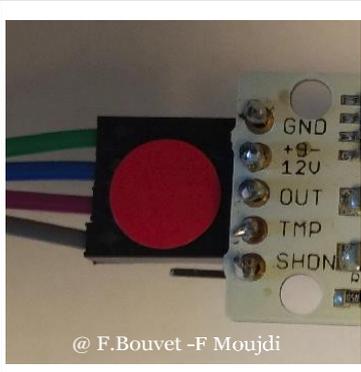
Usaremos sensores similares para medir el viento y la temperatura.

Dispondremos de un anemómetro de cable caliente: una resistencia es calentada por una fuente de alimentación de 12V; cuanto mayor sea la temperatura del cable, mayor será su resistencia eléctrica. El viento enfriará la resistencia y es esta caída de temperatura la que permite conocer la velocidad del viento. Para seguir la evolución diaria de la velocidad y temperatura del viento conectaremos el sensor a un arduino.

1. Configuración del primer sensor:

El cableado es el siguiente: en la foto se muestra un solo sensor montado



 <p>@ F.Bouvet -F Moujdi</p>	Sensor	Color del hilo en el ejemplo	Arduino	
	GND		GND	
	+ 12 V		V _{in}	
	OUT		A0	
	TEMP		A1	

Este es el programa que permite la visualización de la velocidad del viento y la temperatura en el monitor serie.

```
TP1
const int OutPin = A0; // La sortie OUT du capteur sur la sortie analogique A0
const int TempPin = A1; // La sortie TEMP du capteur sur la sortie analogique A1
const int VSV = 284; // Valeur de la tension OUT en absence de vent
int OUT1;
int TMP1;
int ventms1; // valeur du vent en m/s
int temp1; // valeur de la température en °C

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // lecture des variables issues du capteur
  OUT1 = analogRead(OutPin);
  TMP1 = analogRead(TempPin);

  //Utilisation des formules pour donner les mesures en m/s et °C
  ventms1 = int(pow((((float)OUT1 - VSV) / 85.6814), 3.36814) / 0.44704); //conversion de la valeur du capteur en m/s
  temp1 = int (((float)analogRead(TMP1) * 5.0) / 1024.0 - 0.400) / .0195);

  //affichage dans le moniteur des valeurs
  Serial.print(" Le vent est de ");
  Serial.print(ventms1);
  Serial.print(" m/s et la température est de ");
  Serial.print(temp1);
  Serial.println(" °C");
}
```

Se obtiene:

```
19:18:29.042 -> Le vent est de 0 m/s et la température est de 25 °C
19:18:29.108 -> Le vent est de 0 m/s et la température est de 25 °C
19:18:29.174 -> Le vent est de 0 m/s et la température est de 25 °C
19:18:29.241 -> Le vent est de 0 m/s et la température est de 25 °C
19:18:29.307 -> Le vent est de 0 m/s et la température est de 25 °C
19:18:29.374 -> Le vent est de 0 m/s et la température est de 25 °C
```

2. Configuración del segundo sensor:

La instalación del segundo sensor se realiza de la misma manera. Para recibir información del segundo sensor es necesario crear 2 nuevas variables OUT2 y TMP2 que se integrarán de la misma manera en el programa anterior.

La pantalla del monitor es similar al programa anterior:

```
//affichage dans le moniteur série des valeurs
Serial.print(" Vent mesuré par capteur 1 : ");
Serial.print(ventms1);
Serial.print(" m/s et Vent mesuré par capteur 2 : ");
Serial.print(ventms2);
Serial.println(" m/s");
delay(1000); //pause d'une seconde
Serial.print(" température du capteur 1 : ");
Serial.print(temp1);
Serial.print(" ° c et celle du capteur 2 : ");
Serial.print(temp2);
Serial.println(" °C");
delay(1000); //pause d'une seconde
```

En ausencia de viento se obtiene en los monitores:

```
18:09:19.514 -> température du capteur 1 : 24 ° c et celle du capteur 2 : 24 °C
18:09:20.507 -> Vent mesuré par capteur 1 : 0 m/s et Vent mesuré par capteur 2 : 0 m/s
18:09:21.534 -> température du capteur 1 : 24 ° c et celle du capteur 2 : 24 °C
18:09:22.527 -> Vent mesuré par capteur 1 : 0 m/s et Vent mesuré par capteur 2 : 0 m/s
18:09:23.554 -> température du capteur 1 : 24 ° c et celle du capteur 2 : 24 °C
18:09:24.548 -> Vent mesuré par capteur 1 : 0 m/s et Vent mesuré par capteur 2 : 0 m/s
```

3. Determinación de la dirección del viento

Ahora que ambos sensores están en su lugar, es interesante comparar las velocidades del viento y su dirección.

Para este experimento consideraremos que el sensor 1 se encuentra a la izquierda de la estación y el sensor 2 a su derecha.

Haremos una comparación simple entre la salida del sensor 1 y la del sensor 2

Aquí está la parte del programa que hace esta comparación y muestra la velocidad dominante.

```
// comparaison des sorties OUT des 2 capteurs]
if (OUT2 > OUT1) {
  Serial.print("Le vent vient de la droite et il vaut : ");
  ventms2 = int(pow(((float)OUT2 - VSV) / 85.6814), 3.36814) / 0.44704; //conversion de la valeur du capteur en m/s
  Serial.print(ventms2);
  Serial.println(" m/s");
} else {
  Serial.print("Le vent vient de la gauche et il vaut : ");
  ventms1 = int(pow(((float)OUT2 - VSV) / 85.6814), 3.36814) / 0.44704; //conversion de la valeur du capteur en m/s
  Serial.print(ventms1);
  Serial.println(" m/s");
}
delay(1000); //pause d'une seconde
```

Ahora clasificaremos el viento medido en tres categorías:

- viento fuerte,
- viento medio
- y viento débil.

Para ello mediremos el viento máximo que se puede generar con nuestros equipos. Este valor se almacenará como una variable en windMax y permitirá realizar una comparación.

- Si el viento medido es inferior al 33% del viento máximo, entonces mostraremos "el *viento es débil*"
- Si el viento medido es inferior al 66% del viento máximo, entonces mostraremos "el *viento es promedio*"
- Si el viento medido es superior al 66% del viento máximo, entonces mostraremos "el *viento es fuerte*"

He aquí un ejemplo:

```
void loop() {
  // lecture des variables issues du capteur
  OUT1 = analogRead(OutPin1);
  OUT2 = analogRead(OutPin2);

  // comparaison des sorties OUT des 2 capteurs pour déterminer le vent dominant
  if (OUT2 > OUT1) {
    VentDom = OUT2;
    Serial.print("Le vent vient de la droite.");
  } else {
    VentDom = OUT1;
    Serial.print("Le vent vient de la gauche.");
  }

  // comparaison du vent dominant avec ventMax
  if (VentDom < 0.33 * ventMax) {
    Serial.print("Le vent est faible");
  } else if (VentDom < 0.66 * ventMax) {
    Serial.print("Le vent est moyen");
  } else {
    Serial.print("Le vent est fort");
  }
  delay(1000); //pause d'une seconde
}
```

11. Discusión de los resultados y conclusión

La determinación de la velocidad del viento en la Tierra, así como en Marte es un factor determinante en meteorología. Esta medición se puede realizar utilizando diferentes instrumentos dependiendo de la precisión de la medida, el medio ambiente...

Los sismólogos en tierra no necesitan equipar las estaciones sísmicas con una estación meteorológica porque los sismómetros se depositan en cuevas o sótanos libres de perturbaciones atmosféricas.

En cambio, la interacción de la atmósfera marciana con el suelo deja su huella en las grabaciones sísmicas.

Es por eso que los ingenieros diseñaron y colocaron una estación meteorológica en el lander Insight y colocaron el sismómetro SEIS bajo un escudo de protección contra el viento, el WTS, que bloquea eficazmente la mayoría de los efectos del viento, pero no puede eliminarlos por completo. Así que podremos grabar estas ráfagas de viento y combinar los datos de la estación WTS y las grabaciones SEIS para aprender más sobre el entorno marciano.

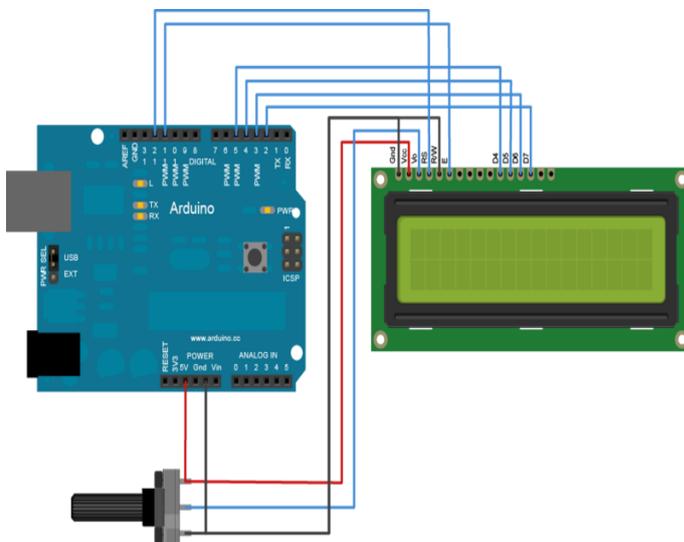
12. Ampliación

Uso de una pantalla LCD

Con el fin de liberar un ordenador para visualizar la velocidad del viento, se pueden mostrar los mensajes en una pantalla LCD en lugar de utilizar el monitor de serie del Arduino.

Esto se hace simplemente como se muestra en el ejemplo proporcionado por Arduino Development Environment. El ejemplo está disponible abriendo el programa propuesto en los ejemplos Fichier> exemples> LiquidCrystal>Display.

El montaje asociado a la pantalla LCD es el siguiente:



Después de visualizar el ejemplo "HelloWorld" podremos usar esta pantalla en nuestro ordenador. La diferencia radica en la pantalla, en lugar de Serial.print (usaremos lcd.print)

```
void loop() {
  // lecture des variables issues du capteur
  OUT1 = analogRead(OutPin1);
  OUT2 = analogRead(OutPin2);
  //On va d'abord effacer tout les caractères sur l'écran:
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0); //ici, on se positionne en haut à gauche de l'écran

  // comparaison des sorties OUT des 2 capteurs pour déterminer le vent dominant
  if (OUT2 > OUT1) {
    VentDom = OUT2;
    lcd.print("Vent de droite");
  } else {
    VentDom = OUT1;
    lcd.print("Vent de gauche");
  }

  lcd.setCursor(0, 1); //On se place sur la deuxième ligne
  // comparaison du vent dominant avec ventMax
  if (VentDom < 0.33 * ventMax) {
    lcd.print("vent faible");
  } else if (VentDom < 0.66 * ventMax) {
    lcd.print("vent moyen");
  } else {
    lcd.print("vent fort");
  }
  delay(1000); //pause d'une seconde
}
```

13. Recursos adicionales para profesores

- Météo France : <http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/observer-le-temps/moyens/les-stations-au-sol>
- Météo à l'école : <https://www.infoclimat.fr/pedagogie/>
- Web Arduino