



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE PARÁMETROS AMBIENTALES COMO TEMPERATURA Y HUMEDAD CON ALARMA REMOTA VÍA SMS PARA CONTRIBUIR AL PROCESO DE CULTIVOS EN LOS PRODUCTOS FRUTALES DEL INVERNADERO RICAURTE DEL CANTÓN CHAMBO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.”

AUTOR: AMAGUAYO GARCÍA JUAN JOSÉ

DIRECTOR: ING. JORGE PARDO IBARRA, MSC

FECHA ÚLTIMA REVISIÓN: 13/12/11

CÓDIGO: SGC.DI.260

VERSIÓN: 1.0



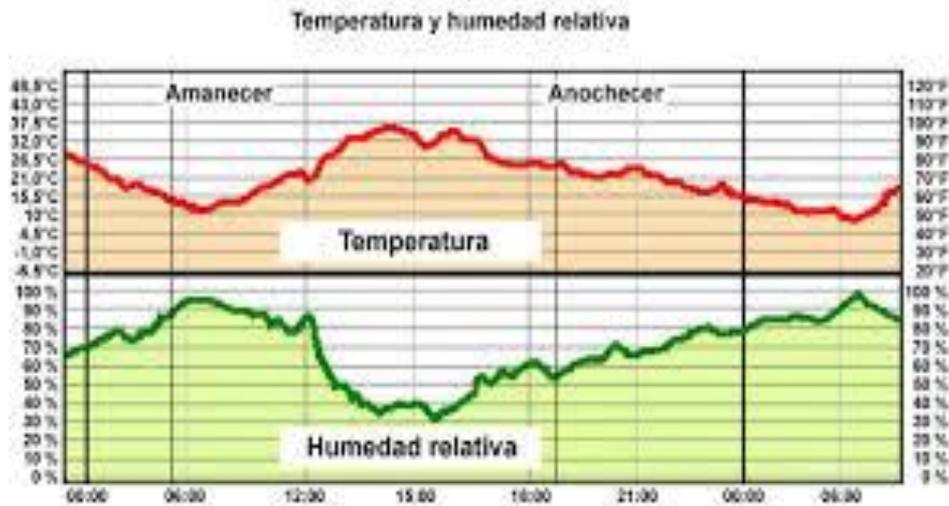
Objetivo General

Implementar un sistema de monitoreo de dos parámetros ambientales, usando un sensor de temperatura y un sensor de humedad con los cuales obtendremos datos de medición de estas variables físicas que serán mostradas mediante un display, dando una señal de aviso vía SMS en el caso de que estos valores se encuentren en condiciones no aptas para el crecimiento adecuado del cultivo.



Objetivos Específicos

Investigar



Michael Baker



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Objetivos Específicos

Establecer



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Objetivos Específicos

Realizar



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Alcance

La implementación realizada para el monitoreo de los parámetros físicos, temperatura y humedad en el interior del invernadero Ricaurte a los sembríos de frutillas, va dirigido al dueño del establecimiento quien facilito su invernadero para la realización del proyecto. La finalidad del mismo es monitorear dos variables importantes para la producción de frutillas para mejorar sus costos productivos, evitar pérdidas y garantizar una producción estable y que mejor haciendo uso de la tecnología.



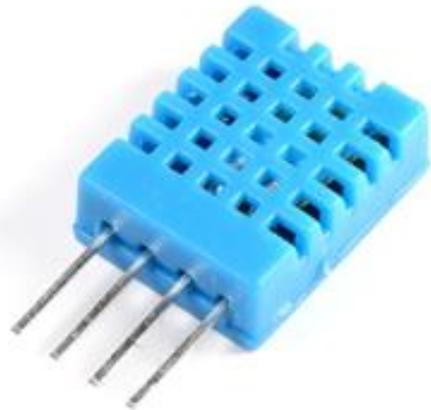
Variables Físicas

VARIABLE	VALORES OPTIMOS	DAÑO POR VALORES ALTOS	DAÑO POR VALORES BAJOS
Temperatura	15 a 20 %	Maduración y coloración demasiada rápida, produciendo frutos pequeños.	Frutos deformados por el frío.
Humedad Relativa	60 a 75%	Enfermedades por hongos.	Daños fisiológicos, deshidratación de las pantas, en casos extremos produce muerte.



Requerimientos Mínimos

Hardware



DHT11



DHT22

Pines	Función
1	VDD – Power Supply
2	Data - Signal
3	Null
4	GND



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

SENSOR	DHT11	DHT22
Alimentación	$3Vdc \leq Vcc \leq 5Vdc$	$3.3Vdc \leq Vcc \leq 6Vdc$
Señal De Salida	Digital	Digital
Rango De Medida Temperatura	De 0 a 50 °C	De -40°C a 80 °C
Precisión Temperatura	$\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$	$<\pm 0.5\text{ }^\circ\text{C}$
Resolución O Sensibilidad	0.1°C	0.1°C
Rango De Medida Humedad	De 20% a 90% RH	De 0 a 100% RH
Precisión Humedad	4% RH	2% RH
Resolución O Sensibilidad	1%RH	0.1%RH
Tiempo De Respuesta	1s	2s
Tamaño	12 x 15.5 x 5.5mm	14 x 18 x 5.5mm



Requerimientos Mínimos

Hardware



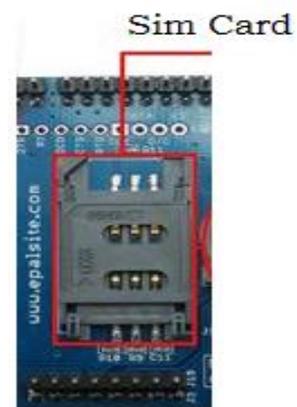
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Microcontrolador	ATmega 2560
Voltaje de Funcionamiento	5V
Pines E/S digitales	54 (15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Intensidad por Pin	40mA
Memoria Flash	256 Kb de los cuales 8 Kb las usa el gestor de arranque (bootloader)
SRAM	8 Kb
EEPROM	4 Kb
Puerto serie	4



Requerimientos Mínimos

Hardware



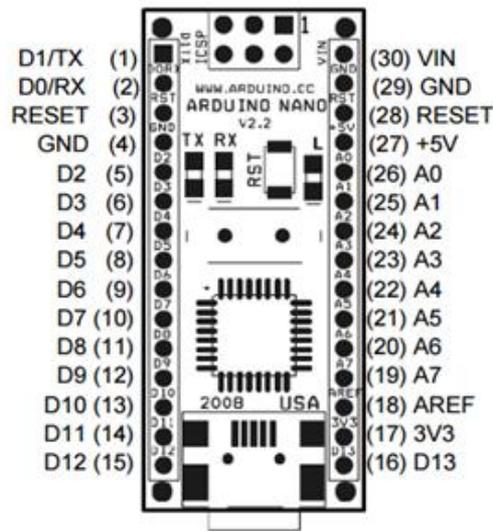
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Quad-Band 850/900/1800/1900 MHz.	Redes GSM en todos los países del mundo.
Control a través de comandos AT	Comandos estándar: Comandos AT SIMCOM.
Servicio de mensajes cortos	Puede enviar pequeñas cantidades de datos a través de la red (ASCII o hexadecimal).
Bajo consumo de energía	(Modo de reposo) 1,5 mA.
RTC	(Reloj de tiempo real) compatible.
Rango de temperatura Industrial	de - 40 ° C a 85 ° C
Antena de 50mm	GSM Multi-banda.



Medidor de humedad de suelo inalámbrico

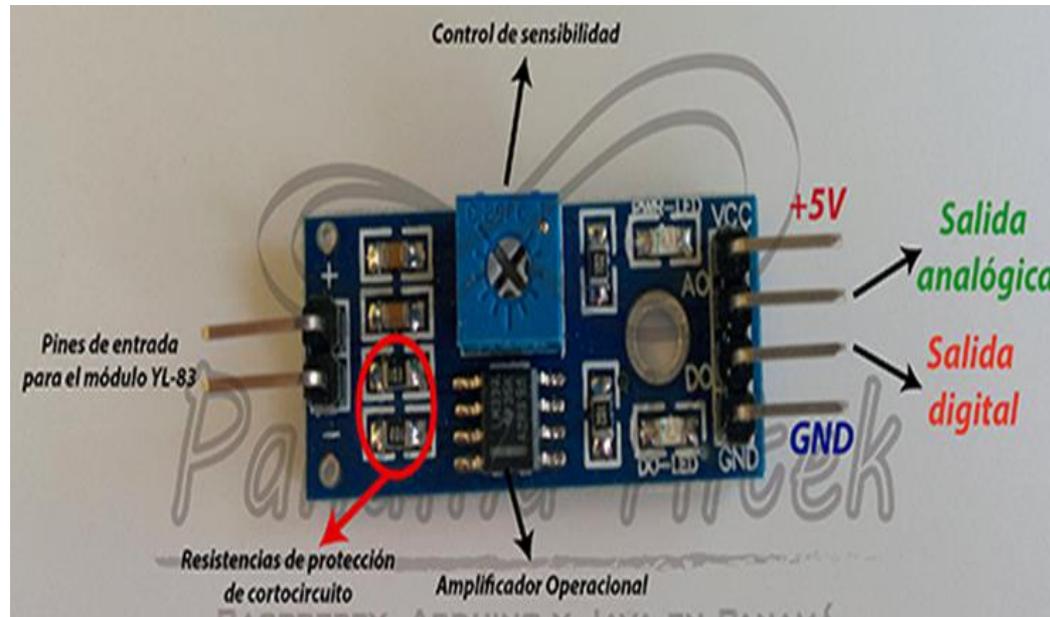
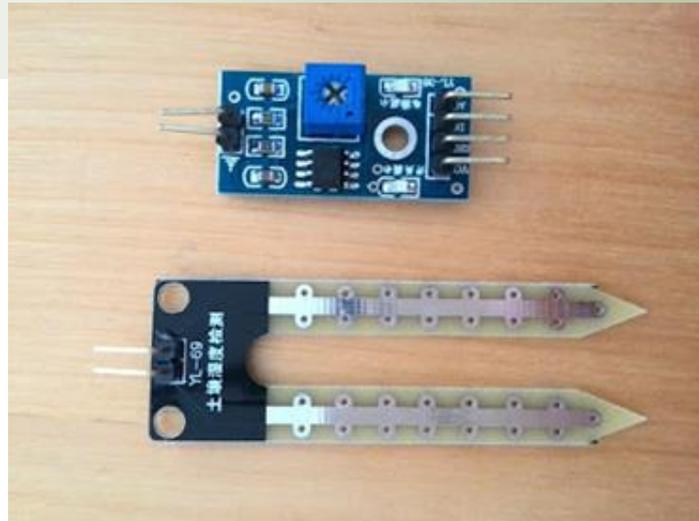
Hardware



Microcontrolador	ATmega168 o ATmega328
Voltaje de Funcionamiento	5V
Pines E/S digitales	14 (6 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	8 (pines del 19 – 26)
Intensidad por Pin	40 mA
Memoria Flash	16 Kb (ATmega168) o 32 Kb (ATmega328) de los cuales 2 Kb son usados para bootloader
SRAM	1 Kb (ATmega168) o 2 KB (ATmega328)
EEPROM	512 bytes (ATmega168) o 1 KB (ATmega328)
Velocidad de reloj	16 MHz



Hardware



ESPECIFICACIONES	MODULO YL-38
Voltaje de entrada	3.3 – 5 Vcd
Voltaje de salida	0 – 4.2 V
Corriente	35 mA
A0	Salida analógica, entrega una tensión proporcional a la humedad.
D0	Salida digital, permite ajustar cuándo el nivel lógico en esta salida pasa de bajo a alto mediante el potenciómetro.
Dimensiones YL-69	60 X 30 mm
Dimensiones YL-38	30 X 16 mm



Hardware



Data 5V GND



Voltaje de operación	3-12 V
Modulación	ASK/OOK
Frecuencia de operación	433.92 MHz
Potencia	25 mW
Velocidad de transmisión	< 10 Kbps
Temperatura de operación	-40 a +80 °C

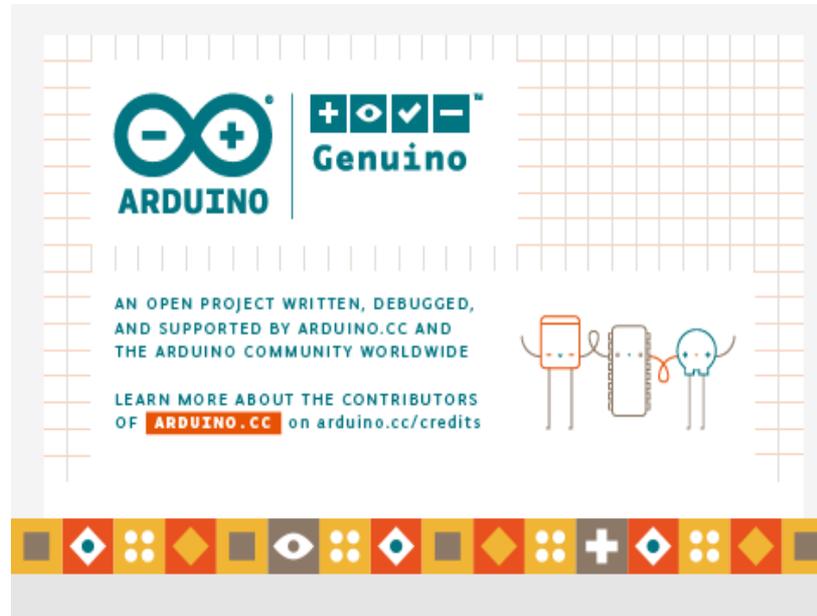


Voltaje de operación	4.5-5.5 V
Principio de funcionamiento	Receptor súper regenerativo
Modulación	ASK/OOK
Frecuencia de operación	433.92 MHz
Sensibilidad	-100 dBm
Velocidad de transmisión	< 9.6 Kbps
Temperatura de operación	-20 a +80 °C



Requerimientos Mínimos

Software



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Funcionamiento y Desarrollo

- Se ha procedido a dividir en etapas a todo el sistema para que de esta manera sea más fácil realizar una descripción del funcionamiento y su desarrollo.
 - a) Sensores
 - b) Comunicación GSM
 - c) Comunicación RF



a) Sensores

Caso 1	$T > \text{Max} - \text{Hr} > \text{Max}$
Caso 2	$T > \text{Max} - \text{Hr} = E$
Caso 3	$T > \text{Max} - \text{Hr} < \text{Min}$
Caso 4	$T = E - \text{Hr} > \text{Max}$
Caso 5	$T = E - \text{Hr} = E$
Caso 6	$T = E - \text{Hr} < \text{Min}$
Caso 7	$T < \text{Min} - \text{Hr} > \text{Max}$
Caso 8	$T < \text{Min} - \text{Hr} = E$
Caso 9	$T < \text{Min} - \text{Hr} < \text{Min}$

E= Estable

T= Temperatura	Min= 15°C	Max= 20°C
Hr= Humedad Relativa	Min= 60%	Max= 75%
SP (Set-Point)		

es Ne 8 A A



Sensor humedad de suelo inalámbrico.

Humedad de suelo. (%)	Estado del suelo.
0-40 %	Tierra seca
40-90%	Tierra húmeda
90-100%	Tierra muy mojada



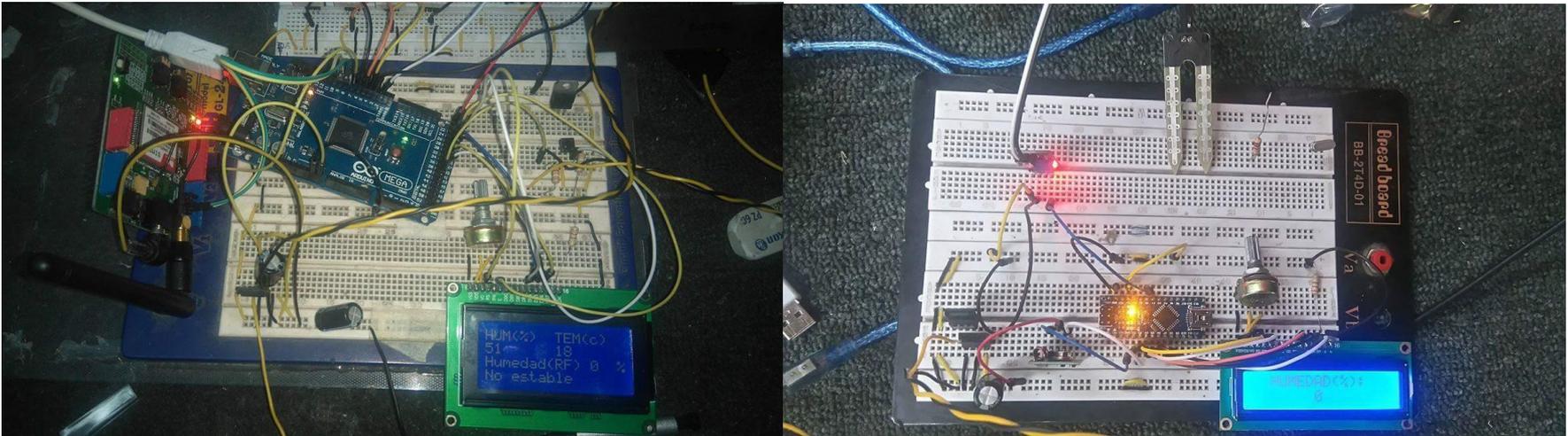
b) Comunicación GSM

Casos de acuerdo al (SP)	Mensaje a enviar
CASO 1	Temperatura muy alta: ## - Humedad muy alta: ##
CASO 2	Temperatura muy alta: ## – Humedad normal: ##
CASO 3	Temperatura muy alta: ## – Humedad muy baja: ##
CASO 4	Temperatura normal: ## – Humedad muy alta: ##
CASO 5	Temperatura normal: ## – Humedad normal: ##
CASO 6	Temperatura normal: ## – Humedad muy baja: ##
CASO 7	Temperatura muy baja: ## – Humedad muy alta: ##
CASO 8	Temperatura muy baja: ## – Humedad normal: ##
CASO 9	Temperatura muy baja: ## – Humedad muy baja: ##



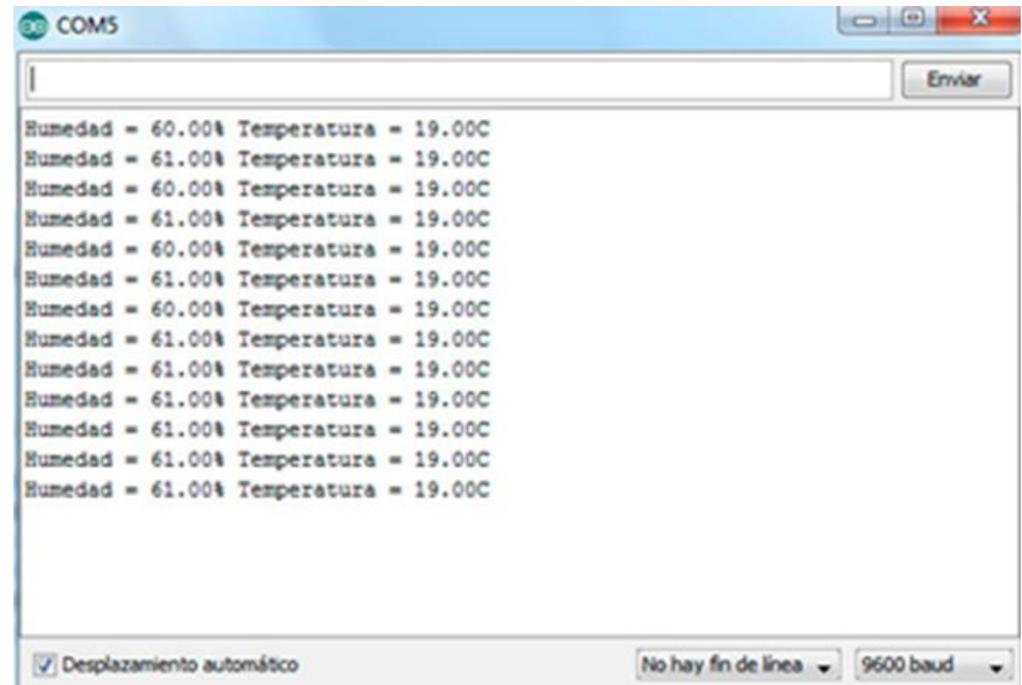
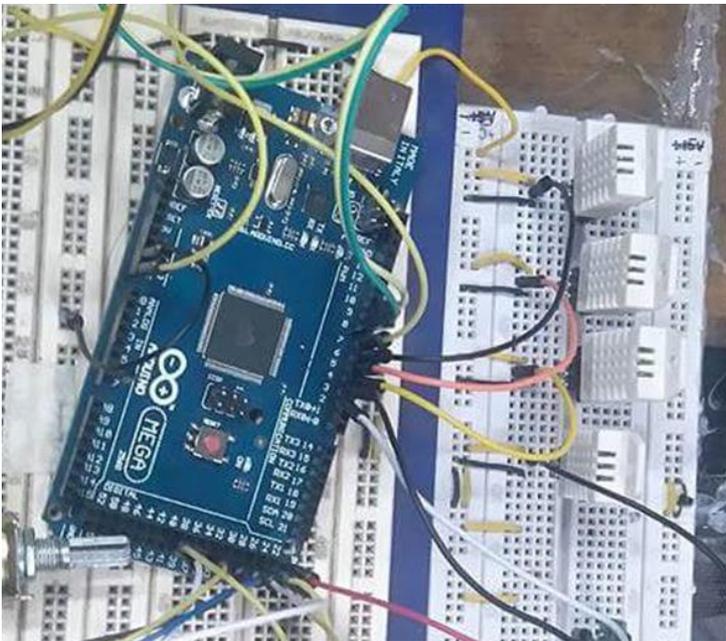
c) Comunicación RF

- La comunicación RF se basa en los módulos; transmisor (FS 1000A) y receptor (XY-MK-5V), se encargan de realizar una comunicación inalámbrica de datos simplex entre el sensor de humedad de suelo y la placa principal
- Se debe utilizar la librería Virtual Wire en la programación, esta se encarga de gestionar las funciones de los módulos Rf como envío y recepción de datos, la longitud del mensaje y la comprobación de errores logrando tener una comunicación más robusta.



Pruebas de funcionamiento

Sensor DHT 22

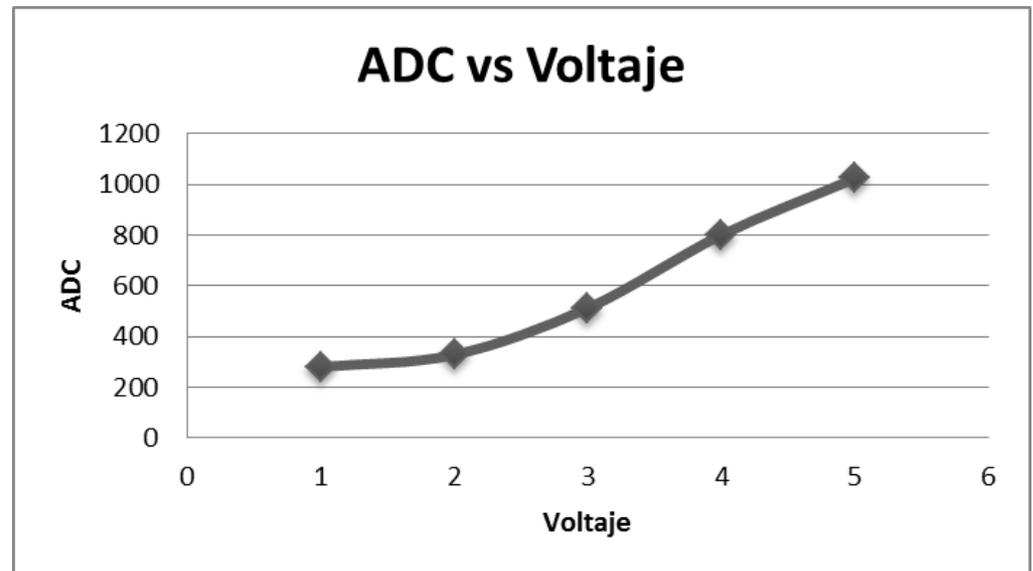


Sensor YL-38 y YL-69

Salida (mV)	ADC
1.36	280
1.6	328
2.5	512
3.9	800
4.9	1023

1.36mV=280bits completamente mojado

4.9mV=1023bits completamente seco



Módulo GSM SIM 900

Envío de SMS

```
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
controlTemGsm7
void ENVIOMSM4 () //=====>>>>>>>>> fu
{
  mySerial.println("AT+CMGF=1");
  delay(1000);
  mySerial.print("AT+CMGS=\"0998633362\"");
  mySerial.println();
  mySerial.print((char)26);

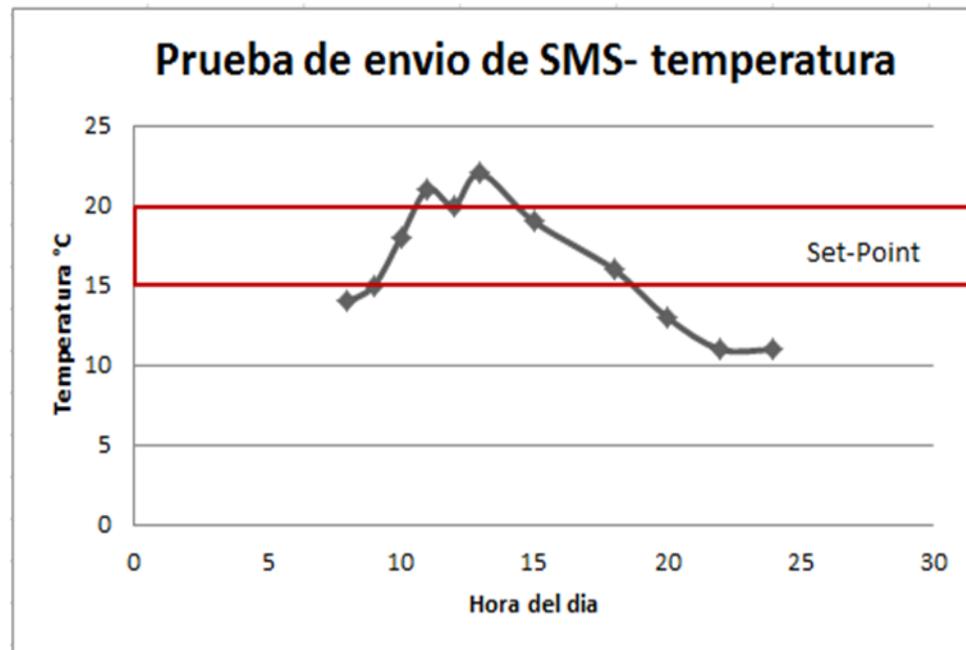
  delay(1000);

  mySerial.println("Monitoreo Invernadero");
  mySerial.println("Temperatura Normal:");
  mySerial.println(promedioTemp);
  mySerial.println("Humedad Muy ALta:");
  mySerial.println(promedioHum);

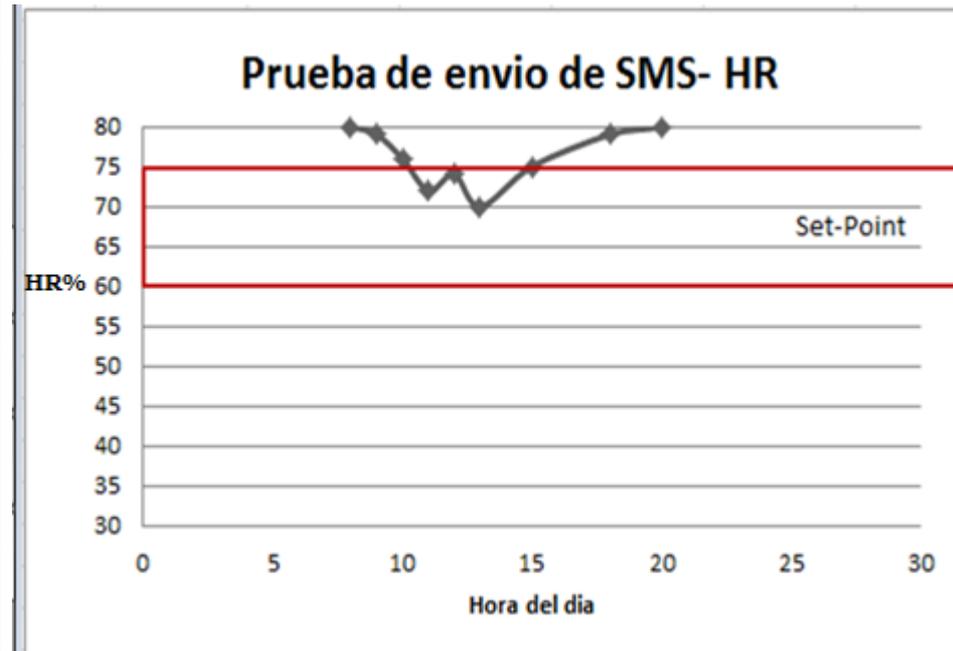
  delay(100);
  mySerial.print((char)26);
  delay(5000);
  Serial.println("ENVIADO EL MSM");
}
```



Hora del día	Temperatura °C	Estado del GSM
8	14	Enviar SMS
9	15	Estable
10	18	Estable
11	21	Enviar SMS
12	20	Estable
13	22	Enviar SMS
15	19	Estable
18	16	Estable
20	13	Enviar SMS
22	11	Enviar SMS
24	11	Enviar SMS



Hora del día	HR %	Estado del GSM
8	80	Enviar SMS
9	79	Enviar SMS
10	76	Enviar SMS
11	72	Estable
12	74	Estable
13	70	Estable
15	75	Estable
18	79	Enviar SMS
20	80	Enviar SMS
22	82	Enviar SMS
24	82	Enviar SMS



Conclusiones

- Mediante el uso del sistema implementado, se logró optimizar el cultivo de frutillas, gracias al monitoreo de las variables climáticas en sus umbrales de trabajo óptimos, para temperatura de 15 a 20 °C y para humedad relativa de 60 a 75%, así se pudo disminuir daños que originan las condiciones climáticas extremas sobre las plantas.
- Gracias a la tecnología que avanza a pasos agigantados, se logró realizar un sistema de monitoreo óptimo con sensores de alta fiabilidad y de costos no muy elevados, como son los sensores digitales DHT22 de la familia Arduino, muy útiles debido a que este solo sensor es capaz de medir temperatura y humedad relativa al mismo tiempo y para la humedad de suelo el sensor YL-69 con su modulo YI-38.
- Se incorporó al proyecto el módulo GSM SIM 900 para el envío de alerta vía SMS, optimizando de esta manera tiempo en la comunicación y logrando tener alcance en cualquier parte del mundo donde exista tecnología GSM.
- El sistema de monitoreo logro funcionar con completa eficacia, también gracias a la protección para los equipos que es una parte muy importante, asegurando que no exista desgaste por factores ambientales y garantizar su perfecto funcionamiento.



Recomendaciones

- Se debe acudir a fuentes seguras con experiencia, más recomendable a profesionales en agricultura que puedan orientar acerca de los niveles óptimos de las variables climáticas en base a estudios, de esta manera lograr una calibración del sistema adecuada y por consiguiente un buen resultado en la producción de cultivos.
- Para desarrollar el proyecto se recomienda primero realizar un análisis y diseño de los componentes a utilizar, incluyendo costos y calidad, de esta forma evitaremos el uso de componentes caros e innecesarios que resulten una fuga económica y no aporten ningún bien al proyecto.
- Respecto al sensor de humedad de suelo es recomendable al momento de realizar las mediciones, utilizarlo en cortos tiempos, debido a que el uso excesivo de los electrodos, puede deteriorarlos y con el tiempo dar mediciones falsas. También se recomienda realizar un estudio más a fondo acerca de los módulos GSM ya que son elementos muy eficientes y de costo no muy elevado, que pueden ser utilizados para innumerables proyectos.
- Se debe dar una adecuada protección y mantenimiento continuo de los equipos, de esta forma alargará la vida útil de los mismos, así se logrará reducir costos en cambios de equipos en caso de falla.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA