



---

## Proyecto

**Nombre: “IoT APLICADA EN UN SISTEMA HIDROPONICO CONTROLADO POR RASPBERRY-PI o Arduino (SHC)”**

**Profesor: Diego Aracena Pizarro**

### Puntos a desarrollar:

#### 1. Introducción

En la internet de las cosas (IoT) puede ser hasta una persona con un implante de monitor cardíaco, un animal con un transmisor biochip para su ubicación u otros datos de interés en una granja, un automóvil con sensores incorporados para alertar al conductor, cuando la presión de los neumáticos es baja o cualquier otro efecto natural o provocado por el hombre objeto que se le puede asignar una dirección IP y puede transferir datos a través de una red.

Cada vez más, en la actualidad las organizaciones en una variedad de actividades industriales están utilizando IoT para operar de manera más eficiente, comprender mejor a los clientes para ofrecer un mejor servicio, mejorar la toma de decisiones y dar valor a su negocio.

IoT evolucionó desde la comunicación máquina a máquina (M2M), es decir, máquinas que se conectan entre sí a través de una red de comunicación sin interacción humana. Actualmente M2M se refiere a conectar un dispositivo a la nube, administrarlo y recopilar datos. M2M son middleware que actúan bajo el paradigma Cliente/Servidor, el más utilizado actualmente es el “Middleware MQTT Broker”, existiendo versiones en software libre y abierto [1].

Con M2M se puede lograr un mayor nivel, como por ejemplo, contar con una red de sensores de miles de millones de dispositivos inteligentes que conectan personas, sistemas y otras aplicaciones para recopilar y compartir datos. Como su base, ofreciendo este mecanismo la conectividad que amplía la utilización IoT.

En esta oportunidad se está interesado en desarrollar IoT con un sistema hidropónico, de tal manera de recopilar los datos capturados vía sensores, para luego realizar actividades con esa información disponibles, en este caso se dejará para futuras aplicaciones, siendo esta vez relevante construir un sistema hidropónico casero experimental y realizar el cultivo de una planta en particular.



La hidroponía es el método de cultivo de plantas o vegetales sin suelo, empleando soluciones de nutrientes minerales mezcladas con agua. Dado que esta solución es usada como alimentos para plantas o vegetales, es necesario controlar, monitorear y administrar muchos factores en este líquido. Algunos ejemplos de variables que se tienen que controlar son el valor de PH o concentración y eléctrico Conductividad (EC) de la solución nutritiva. Habrá muchos dispositivos involucrados e interconectados para actuar en dicho sistema.

Para realizar este sistema se necesitan componentes principales y uno de ellos sería un microcontrolador (Arduino o RaspBerry Pi). Ambos microcontroladores actualmente son muy accesibles y popular entre los desarrolladores IoT, por lo tanto pueden elegirse para su uso en este proyecto. El microcontrolador se utilizará para controlar y analizar datos de todos dispositivos y sensores interconectados [2].

El ecosistema de agricultura hidropónica consiste en tres partes. La primera parte es sobre los sensores de detección que incluye: temperatura del aire, humedad, PH, electricidad Conductividad (EC), temperatura del agua, ultrasonido y sensores de flujo agua.

La segunda parte cubre el sistema de control, que debe ser sintonizado, para el sistema controle y regule los valores de operación del sistema hidropónico, de acuerdo a los valores que captan los sensores de la temperatura del aire, la humedad y la concentración de nutrientes. Esto se debe controlar en un rango o umbral específico, el cual se debe investigar.

La última parte consiste en producir las alarmas de la aplicación y notificaciones a un teléfono inteligente, para informar y alertar al usuario de cualquier cambio que se está produciendo en el sistema. El usuario puede actuar para controlar los dispositivos en la configuración del SHC a través de la aplicación de Android o IOS.

## **2. El proyecto**

### **a. Contexto**

Este proyecto consiste en construir y desarrollar un sistema de control de hidropónico casero SHC, el cual debe contar de elementos fundamentales, tales como: la interfaz de usuario instalada en el dispositivo móvil, la tarjeta de desarrollo Raspeberry-Pi (Figura 1), la placa de control de encendido de bombas, sensores de medición pH, EC, humedad, temperatura que conforman el entorno de un sistemas de cultivo hidropónico sin suelo (confección de una maqueta).

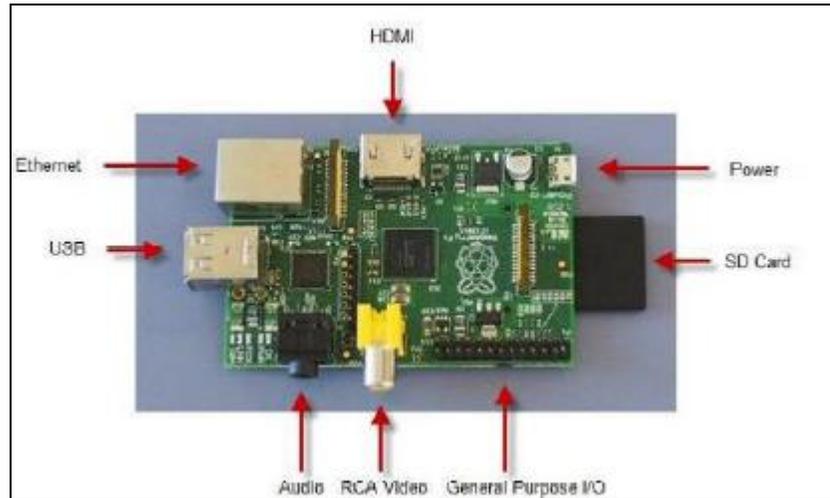


Figura 1 – Descripción de los componentes de la tarjeta de desarrollo Raspberry-Pi.

La figura 2, muestra la Arquitectura del Sistema (SHC), en ella se puede observar una variedad de sensores, una placa microcontroladora con Wi-Fi incorporado, Relay, MQTT Broker Server y móvil usuario. El microcontrolador es el componente principal del Sistema SHC, que recibe los datos capturados por los sensores, para luego ser procesado y comunicados a las instancias que lo necesiten, en las diferentes partes del sistema. Los datos de los sensores serán concatenados y luego enviados al MQTT bróker [1] (Un protocolo de conectividad para el IoT). El agente de MQTT es un intermediario que envía y recibe datos. Tiene 3 funciones:

- Primero, el intermediario MQTT envía datos directamente a solicitud móvil;
- En segundo lugar, el intermediario MQTT enviará información a un servidor para uso posterior;
- En tercer lugar, recibirá comandos desde la aplicación móvil o el servidor luego los envía a los actuadores, para mejorar el proceso.

El servidor se usa para procesar y guardar todos los valores en la base de datos.

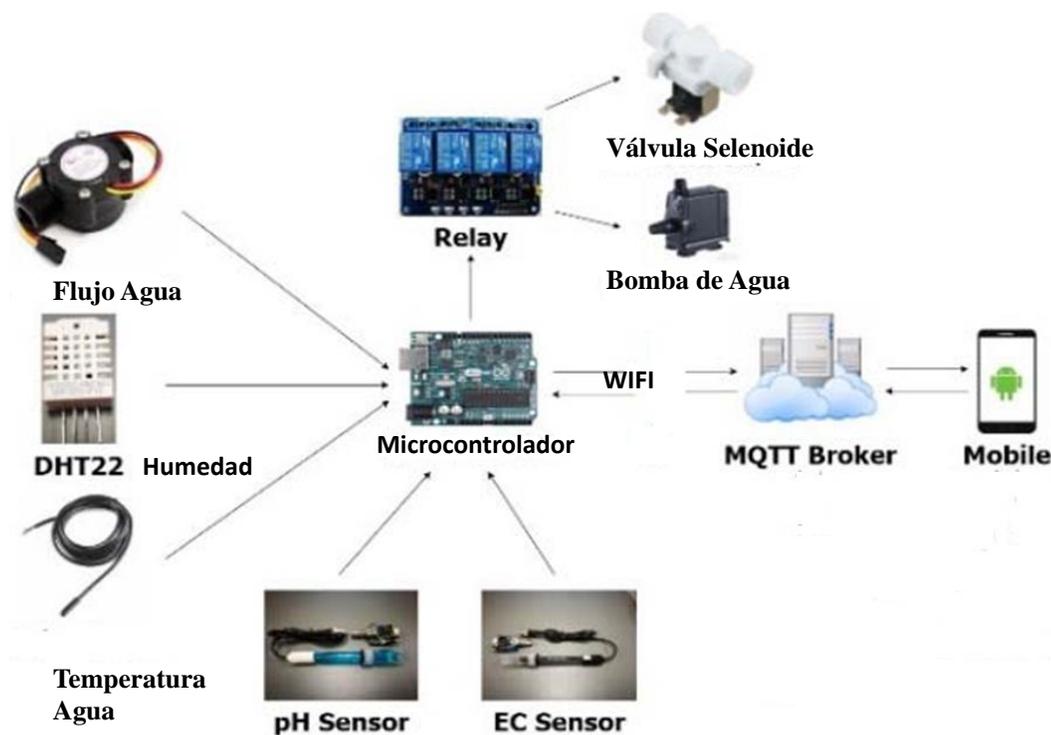


Figura 2. ARQUITECTURA DEL SISTEMA –SHH [2]

### PRINCIPIO DE OPERACIÓN

La figura 3, muestra un esquema en diagrama de la operación del sistema –SHC. El flujo de la izquierda de la figura, muestra el proceso de riego, éste comienza leyendo la temperatura y la humedad del DHT22 (sensor de temperatura y humedad). Los valores de temperatura tienen más relevancia que la humedad, porque el efecto es más fuerte sobre las plantas. Posteriormente se verifican que los valores de temperatura estén dentro del límite o umbral (threshold). Si estos están fuera de límite, el sistema encenderá la bomba de agua (accionando el relay) para regar la configuración y reduce la temperatura. Cuando el valor llega al rango del umbral, el sistema debe apagar la bomba de agua. El umbral de temperatura se puede configurar de acuerdo a la temporada. Los datos o valores leídos se deben mostrar a solicitud del usuario. La unidad de temperatura debe estar en grados Celsius y la humedad se muestra en porcentaje (%), las que se deben configurar a través del móvil.

En la parte central del flujo se muestra la gestión del pH, que se hace leyendo el respectivo sensor. Al recibir los datos de los sensores, el sistema compara con su respectivo umbral,



si el valor no está dentro del rango, la válvula del solenoide gira para liberar sustancias, reduciendo la acidez (basicidad)/alcalinidad en la solución de nutrientes y viceversa. La válvula de solenoide ajusta o controla el valor del pH hasta que alcance el umbral establecido. El flujo de la derecha muestra el proceso que gestiona el valor EC (conductividad). Este mecanismo es similar al proceso de pH, con la diferencia que el valor del sensor CE activa la liberación de diferentes sustancias. CE se agrega agua cuando el valor supere el umbral y libera nutrientes si el valor es demasiado bajo. CE se mide en milsiemens por centímetro (uS/cm).

Proceso control de temperatura	Proceso Control de pH	Proceso Control EC
<b>Mientras (Exista evento)</b> { <b>Mientras (Temp &lt; Threshold)</b> { lea temp } <b>Activar Bomba de agua</b> <b>Mientras (Temp &gt; Threshold)</b> { Lea Temp } <b>Desactive Bomba</b> } }	<b>Mientras (Exista evento)</b> { <b>Mientras (pH dentro del Rango)</b> { lea pH } <b>Activar Válvula Solenoide</b> <b>Mientras (pH fuera del Rango)</b> { Lea pH } <b>Desactive Válvula Solenoide</b> } }	<b>Mientras (Exista evento)</b> { <b>Mientras (EC dentro del Rango)</b> { lea EC } <b>Activar Válvula Solenoide</b> <b>Mientras (pH fuera del Rango)</b> { Lea pH } <b>Desactive Válvula Solenoide</b> } }

Figura 3. Pseudocódigo de los procesos del Sistema SHC

Todos los datos en esta parte se deben mostrar en el teléfono inteligente a solicitud. Además los procesos también pueden ser controlados a través del teléfono móvil.

Una mirada simple de este sistema es considerar que el microcontrolador envía periódicamente información a un servidor web usando WiFi. En donde se diseña una aplicación que controla y hace accionar los dispositivos, de acuerdo a la lectura de los sensores, permitiendo que estos datos se visualicen desde un dispositivo Android o IOs.



## MAQUETAS ESQUEMÁTICAS EXPERIMENTALES

A continuación se muestran algunas maquetas experimentales, cada grupo de acuerdo a su creatividad puede innovar en el diseño de las maquetas de experimentación, las de la figura 4, son muestras extraídas de la literatura.



Figura 4, muestra de posibles maquetas de experimentación [5]



- 
- b. Cuaderno de cargos mínimo
    - Armado de maqueta experimental
    - Lenguaje de programación para aplicativo del sistema SHC.
    - Conocimientos de conceptos básicos de comunicaciones
    - Conocimiento del funcionamiento Raspberry-Pi y Arduino
  3. Elementos de realización
    - Fase I: Diseño y Construcción de la Maqueta Experimental
      - Armado con material reciclable
      - Configuración del sistema Hidropónico
      - Informe I
    - Fase II: Programación Raspberry-Pi o Arduino
      - Estudiar las características microcontrolador
      - Determinar la arquitectura de software para establecer las comunicaciones.
      - Informe II
    - Fase III: Aplicativo dispositivos móvil
      - Determinar el lenguaje de programación para la comunicación vía Web u otro
      - Construcción de la interfaz del dispositivo móvil
      - Prueba del sistema de control Hidropónico Casero
      - Informe final del proyecto
  4. Elementos de administración del proyecto
    - a. Administración
      - Conformación de grupos (dada por el profesor) y determinación de roles.
      - Planificación de tareas para cada fase.
      - Bitácora de trabajo.
      - Asistencia del 100% en las sesiones evaluativas del proyecto.
    - b. Contabilidad
      - No debe gastar más de \$ 10.000 por grupo.
      - La maqueta debe ser realizado usando elementos reciclables o de muy bajo costo.
    - c. Seguimiento
      - Reuniones semanales con cada grupo para análisis de su avance.



- 
- Semana III: Justificación del diseño de la maqueta experimental.
  - Semana IV: Construcción maqueta experimental.
  - Semana V: Entrega de informe I y demostración de funcionamiento.
  - Semana VII: Estudio de las características de o los microcontroladores
  - Semana IX: Justificación de la arquitectura del SHC
  - Semana XI: Entrega de informe II y demostración de funcionamiento.
  - Semana XIII: Justificación del aplicativo para la comunicación Web del dispositivo móvil.
  - Semana XV: Mostrar Programación del sistema.
  - Semana XVII Pruebas experimentales y entrega Informe final del proyecto.
- d. Ética
- Estudiar las normas éticas de un ingeniero de software
  - No es permitida la copia de maquetas y software (se sancionará con nota 1,0 en el curso).
  - En los informes se debe hacer las referencias bibliográficas que corresponda (no al plagio).
5. Entregas técnicas
- Semana V: Entrega de informe I y demostración de funcionamiento.
  - Semana XI: Entrega de informe II y demostración de funcionamiento.
  - Semana XVII Competencia y entrega Informe final del proyecto.
6. Evaluación (40% Programación, 10% Diseño, 10% Manual de usuario, 20%Competencia, 20% Informes)
- a. Calidad de los informes escritos:
  - b. Validación de las entregas técnicas (demostración de funcionamiento)
  - c. Evaluación del trabajo en equipo:
  - d. Presentación oral segunda fase:
  - e. Reporte final:
  - f. Evaluación por los pares:
  - g. Competencia.
7. REFERENCIAS (de este documento)

[1] Adrian McEwen and Hakim Cassimally, 2014, "Designing The Internet of Thing", 1era Edición, John Wiley and Sons, Ltd, Inglaterra.



[2] S. Ruengittinum, S. Phongsamsuan and P. Sureeratanakorn, 2017, “Applied Internet of Thing for Smart Hydroponic Farming Ecosystem (HFE)”, proceeding of the 10th International Conference on Ubi-media Computing and Workshops (Ubi-Media).

[3] Alessio Botta \*, Walter de Donato, Valerio Persico, Antonio Pescapé, 2016, “Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey”, Future Generation Computer Systems 56 (2016) 684–700

[4] Susana Flores Mollo y Diego Aracena Pizarro, 2017: “Sistema de Monitoreo Remoto de Acuicultura en Estanques, para la Crianza de Camarones”, Proceeding VIII Conferencia Internacional de Ingeniería en Computación e Informática de la Zona Norte de Chile (INFONOR-CHILE 2017)

[5] Luis Aravena Muñoz y Diego Aracena Pizarro, 2019: “ Monitoreo y control ambiental en la ciudad de Arica, ChileCon 2019, Valparaíso

#### 8. REFERENCIAS (Estudio Obligado)

[6] Miguel Urrestarazu G. 2004, “Tratado de Cultivo Sin Suelo”, 3era Edición, Mudi-Prensa-Madrid (está en Biblioteca UTA) (cap 1 y 13)

{7} V. Lampkin, W. Tat Leong, L. Olivera, S. Rawat, N. Subrahmanyam and R. Xiang, 2012, “Building Smarter Planet Solutions with MQTT and IBM WebSphere MQ Telemetry”. RedBook IBM, [ibm.com/redbooks](http://ibm.com/redbooks)

[8] Diego Aracena, 2018, “Apunte de IoT, Aplicaciones Distribuidas”, en documentos Redmine

<https://www.pinterest.cl/pin/563583340851463671/>