

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE RIEGO POR COMPUERTAS PARA LA JUNTA DE REGANTES DE GUARANGO PAMPA - UTCUBAMBA – AMAZONAS

DEVELOPMENT OF A SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL GATES FOR IRRIGATION IRRIGATION BOARD GUARANGO PAMPA - UTCUBAMBA - AMAZON

Yelvin Ignacio Leyva¹

Fecha de recepción: 09 junio 2014

Fecha de aceptación: 20 octubre 2014

Resumen

La presente investigación lleva por título “Desarrollo de un sistema de control automático de riego por compuertas para la junta de regantes de Guarango Pampa – Utcubamba - Amazonas”. La demora en los turnos de riego por la falta del control de las compuertas de regadío. Estas compuertas son de vital importancia en la zona agraria, gracias a su simplicidad, el riego por compuertas posee muchas de las ventajas que por décadas lo han mantenido dentro de la selección de las personas, como el mejorar la eficiencia de conducción y aplicación del agua, su poco requerimiento de mano de obra en relaciones con otros métodos, mediante la automatización por medio de un controlador, el bajo costo de inversión inicial, operación y mantenimiento. Además, se puede utilizar en varios tipos de cultivo. Almada (2011).

Con el conocimiento de lo dicho anteriormente, se planteó la siguiente formulación del problema: ¿Qué herramienta tecnológica permitirá el control de las compuertas de regadío de la zona agraria de Guarango Pampa - Utcubamba Amazonas. Para el tratado del problema se planteó como objetivo general: Desarrollar un sistema de control automático de riego por compuertas para la junta de regantes de la zona agraria de Guarango Pampa. En vista de ello se formuló la hipótesis: “El desarrollo de un sistema informático podrá permitir el control automático de riego por compuertas de la zona agraria de Guarango Pampa - Utcubamba – Amazonas”, de esta hipótesis obtenemos las siguientes variables de estudio: Variable independiente (V1): Sistema informático y Variable dependiente (V2): Control automático de riego por compuertas. Por lo que se asume llevar a cabo una investigación de tipo cuasi-experimental / tecnológica utilizando la muestra de 38 agricultores, obtenida de la población conformada por 83 agricultores, teniendo como técnica de recolección de datos las encuestas y entrevistas.

Palabras Clave: *Arduino, Canal de Riego, Compuertas de regadío, Control de riego, Junta de regates, Sistema de riego.*

Abstract

This research entitled "Development of an automatic irrigation control valves for the water committee Guarango Pampa - Utcubamba - Amazonas". Delaying irrigation scheduling by the lack of control gates irrigated. These dampers are vital in land area, thanks to its simplicity, irrigation gates has many of the advantages that for decades have kept within the selection of persons, such as improving the efficiency of water conveyance and application his little manpower requirement in relations with other methods, by automating via controller, low initial investment cost, operation and maintenance. Furthermore, it can be used in various types of farming. Almada (2011).

With knowledge of the above, the following formulation of the problem arose: What technological tool allows control gates irrigated land area Guarango Pampa - Utcubamba Amazon. For the treaty problem arose general objective: Develop an automatic irrigation control

¹ Adscrito Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas, Egresado de Ingeniería de Sistemas, Universidad Señor de Sipan, Pimentel, Perú. yignacio@crece.uss.edu.pe

valves for the water committee of agricultural area Guarango Pampa. In view of this hypothesis was formulated: "The development of a computer system may allow automatic control of irrigation gates Guarango land area Pampa - Utcubamba - Amazon," this assumption we obtain the following study variables: Independent Variable (V1): Computer and System dependent variable (V2): automatic control of irrigation gates. As is assumed to carry out an investigation of quasi-experimental type / technology using the sample of 38 farmers, obtained from the population consisting of 83 farmers, with the technique of data collection surveys and interviews.

Keywords: *Arduino, Canal Irrigation Gates irrigation, irrigation control, dribbling Board, Sprinkler System.*

1. Introducción

Sin duda, en la Agricultura de nuestros días, todos estamos muy interesados por los avances y las nuevas tecnologías que se van incorporando como, herramientas para obtener una mayor-mejor producción con un menor coste e impacto al medio ambiente. Existen muchos motivos para poder aplicar estas tecnologías, como lo menciona: Paco Molina Director agrónomo de Grupo Gat que en su literatura menciona: Existen suficientes razones para controlar y optimizar el riego de nuestras fincas: En nuestro tiempo el agua es un recurso escaso que hay que preservar, la demanda de otros sectores aumenta: consumo humano, industria, turismo. El agua de riego puede que sea o haya sido barata, pero regar mal sale caro en todos los casos. Molina (2013). Con esto definimos que no llevar un control correcto del agua puede salir caro, como dañar cultivos, o dañar la calidad del suelo de producción, queda claro que es necesario contar con sistemas de regadío, grandes o pequeños, pero que con el uso de la tecnología moderna logramos cumplir con las nuevas necesidades.

El Perú, no está libre de estos problemas, contamos con tecnología, pero los sistemas de riego, aun así, su desarrollo ha sido lento, mencionando a la zona agraria de Guarango Pampa, ubicada geográficamente en el distrito de Bagua Grande, provincia de Utcubamba – departamento de Amazonas. Guarango pampa se ha desarrollado desde sus inicios, en el año 1970, como una zona desempeñada en el 100% a la agricultura arrocerá. Delgado (2013), contando con una área de 700 ha cultivables, en sus zonas de: “El Ministerio”, “EL Yimbo”, “EL bodoque” y “Pueblo nuevo” Siendo su principal producto el arroz, de las variedades: Nir, Capirona, Esperanza, y Fortaleza, Feron. Esta zona esta premiada al contar con el rio Utcubamba a su alrededor, de donde se toma el agua para lograr abastecer a toda esta zona, haciendo factible el sembrío de arroz en todas las épocas del año. Al principio se contaba con un pequeño número de agricultores, al igual que el de terrenos cultivados. Actualmente se cuentan con 85 agricultores propietarios y arrendatarios.

Desde los años 70 el control de regadío se ha dirigido por un grupo de agricultores denominados “Junta de Regantes”, quienes son elegidos democráticamente, y son los que deciden ante proyectos, consultas, pedidos y reclamos. Según ANA, en el departamento de amazonas existen 2 juntas de regantes registradas: las de Bagua y Utcubamba, demostrando que la junta de regantes de Guarango pampa es un grupo independiente aun no formalizado que no registra tarifa y que literalmente hace referencia en ANA: El valor de la tarifa por m³ de agua superficial ha sido diferente según la Junta de Usuario. Así en los años 2006, 2007 y 2008, las Juntas de Usuarios de la Costa tuvieron una tarifa de 0.01215703, 0.01254717 y 0.01269639 soles por m³, respectivamente. En general se ha observado importantes montos de recaudación en algunas Juntas de Usuarios de la costa. Sin embargo, estos montos han servido para realizar labores de administración y pagos por retribución económica al Estado pero no han servido para el pago de la tarifa por el servicio de infraestructura hidráulica mayor o menor. Más grave aún, en la sierra y selva, los pagos de tarifas de infraestructura hidráulica son prácticamente inexistentes”.

En sus inicios, esta junta de regantes, lograba desempeñar eficientemente todas sus labores, se podía abastecer el regadío a toda el área agrícola y de una manera muy rápida, contaban con una persona encargada, el llamado “Recorredor” que realizaba sin problemas su tarea de controlar todos los riegos, que en ese tiempo eran pocos. Con el paso de los años muchas más personas, pasaron de ser solo pobladores, a ser agricultores, el 55 % de la población total fue a la agricultura (Arroz), el 45% se dedicó a labores independientes, Campesinos, Taxistas, Maquinistas, etc. Jave (2013). Este crecimiento generó una expansión de los terrenos trabajados, para luego ser cultivados. Con la creciente cantidad de terrenos agrícolas, se vio la necesidad de estructurar un canal de regadío más amplio, que abarcara toda la zona agrícola. Este canal de regadío contaba con una toma principal, ubicada al norte de la zona agraria, en la entrada del río Utcubamba y que recorría hasta el último terreno agrícola, Este canal de regadío necesita en todo su recorrido compuertas, para que pueda contralar el regadío en cada sector, evitar el desperdicio de agua, las inundaciones y sequías de los terrenos cultivados.

En la actualidad, con el aumento de agricultores, se presentan demoras de los tiempos de regadío en un promedio de 25 min por turno, ya que existen 63 compuertas dispersas por toda la zona de cultivos y que a todas ellas las controla una sola persona. Al “Recorredor” se le está pagando diariamente el monto de S/40.00 diariamente, por realizar el trabajo de recorrer estas compuertas, solo dedicándose a eso, aun así no se ha logrado agilizar los tiempos de regadío, ya que al ser una sola persona no puede estar a la hora exacta, acordada en cada compuerta para realizar los respectivos horarios de regadío. Esto conlleva a crear dos horarios de regadío: diurno y nocturno, con lo cual se contrató a otro personal más, quien se encargara del horario nocturno, esperando que entre ellos se pueda aumentar la velocidad de riego de los terrenos a controlar. Ambos van de compuerta en compuerta a abrir y cerrar estas, así como de programar los horarios para su regadío con el agricultor, pero, aun así no se ha tenido resultados óptimos. Rojas (2013)

Esta demora de tiempo, que es acumulativa genera pérdidas de cultivos y maltratos del terreno. El pagar a dos personas diariamente, y aun no así cumplir con los horarios acordados causa en los agricultores molestias y discusiones. El agricultor al no ver soluciones, comienza a desviar el agua de sus vecinos, con el fin de salvar su terreno, o avanzar con su sembrío. El trabajo del control y la visita de compuertas llevan mucho tiempo e implica muchos gastos. El pago de las campañas de agua, se ha tenido que subir de precio, para compensar la salida de dinero, los recursos que deberían de ser aprovechados en otros temas de producción, son invertidos en el pago al Recorredor. Cansados de esta situación es que la junta de regantes se ha propuesto buscar nuevas formas de solución.

El aumento de la tecnología, hoy en día ha permitido agilizar, ahorrar recursos y optimizar la realización de las tareas en el negocio, en el trabajo y en las tareas cotidianas: La presente investigación, tomó y aplicó esta tecnología para buscar dar solución a los problemas de tiempo de regadío y al exceso de gastos de personal de la junta de regantes de Guarango Pampa. Mediante un sistema de control automático se podrá identificar cada compuerta de regadío, permitiendo controlar de manera más rápida las compuertas sin necesidad de estar movilizándose de un punto a otro salvo que acontezca o amerite ir a ellas. Mediante este sistema se podrá abrir y cerrar las compuertas de manera remota aprovechando el uso de “Radio frecuencia”. El sistema puede abrir y cerrar compuertas y que podrá controlar también el caudal del agua que ingrese, pues para cada agricultor no se dará el mismo tratamiento de regadío.

El sistema puede elegir el tipo de regadío que se debe de dar a cada agricultor, ya que este depende mucho de la cantidad de terreno que posea, el tipo de suelo que tenga el terreno, la temporada en la que se realice el regadío, y la distancia en la que se encuentre entre la compuerta y el terreno; mediante estas características del sistema se estará dando mejor uso al recurso hídrico. Además se podrá programar los horarios para cada agricultor, estableciendo los requerimientos mensuales de volúmenes de agua necesarios para los meses futuros de atender, asegurando así poder cumplir con las metas de regadío y el normal desarrollo de los cultivos

atendidos. Esto contribuirá a tener mejor control del tiempo de servicio, se optimizara el tiempo en los turnos de regadío para hacerlos más precisos, que se cumplan, que el agua no se desperdicie y que su control sea de manera automática. Estudio contemplo el manejo como variable independiente del sistema informático y variable dependiente del control automático de compuertas.

Por ello la implementación de un sistema informático permitirá el control automático de riego por compuertas de la zona agraria de Guarango - Utcubamba - Amazonas. Habiéndose planeado los siguientes objetivos: Recolectar información de los usuarios y junta de regantes para la determinación de características del sistema. Analizar la información para determinar los requerimientos del sistema. Programar el sistema y las interfaces de comunicación. Probar el desempeño del sistema. Implementar el sistema a nivel de prototipo. Analizar costos de la investigación.

2. Materiales y métodos

4.1. Población y muestra

La población de estudio son los 83 agricultores, con un nivel de confianza del 90% y proporción de éxito y fracaso del 50% se determinó la muestra de 38 agricultores.

4.2. Indicadores

Tabla 1
Indicadores

Indicador	Unid. Medida	Formula	Descripción	Valor Actual
Precisión del horario de Regadío	Tiempo	$TR = HR - HP$ TR: Velocidad de Atención. HR: Hora Realizada HP: Hora Pactada	Determina la velocidad de riego, desde la hora de riego pactada hasta la hora en que se realizó.	17 min
Costo del control de Riego	Dinero	$CC = PD * N$ CC: Costo de control PD: Pago diario N: Numero de Recorredores	Determina el costo por el controlar todas las compuertas de regadío, depende de numero de "Recorredores"	S/ 40
Eficacia en el uso del agua	Volumen	$EA = CC - CP$ CC: Cantidad de agua consumida CP: Cantidad de agua Programada.	Determina el buen uso del recurso hídrico ante eventualidades de la naturaleza, preparado para inundaciones y sequías	desconocida

Fuente: *Elaboración Propia*

4.3. Métodos y Técnicas de Investigación

Métodos: El método utilizado para la investigación fue inductivo – deductivo, partiendo del problema general como es el regadío hasta lo específico el control de las compuertas de regadío. Así mismo se inició de lo particular a lo general para poder aplicar la solución proyectada hacia otros centros agrarios.

Técnicas

A. Reuniones: Dentro de la zona agrícola, en sus propios terrenos de labores, se realizó la de compartición de ideas (Reuniones) que permitió que todos los agricultores puedan compartir ideas para la investigación.

B. Análisis de resultados: Se utilizó Microsoft Excel 2013, para elaborar cuadros y gráficos estadísticos, con los datos recopilados.

C. Entrevistas: Conversación con los agricultores de la zona agraria, usuarios de la junta de regantes, agricultores de arroz en sus diferentes variedades.

Descripción del(os) instrumento(s) utilizado(s)

A. Reuniones: Se realizó reuniones con las autoridades de la junta de regantes, para poder contribuir con ideas hacia la investigación.

B. Análisis de resultados: Se interpretaron los registros de los actuales horarios de regadío y se analizaron y graficaron el Microsoft Excel 2013.

C. Entrevistas: que se dieron personalmente con los agricultores experimentados de la zona agraria.

Análisis Estadístico e Interpretación de los datos

Para el registro de información se tomaron las respuestas de los mismos agricultores, que posteriormente fueron registrados en hojas de cálculo de Microsoft office 2013. Para el análisis se utilizó SPSS.

4.4. Generalidades de la propuesta

La presente investigación tuvo objetivo el desarrollo de un sistema, que pueda controlar compuertas mecánicas automáticamente, para el riego de cultivos de arroz. Las características más relevantes de esta aplicación se encuentran inmersas dentro de los siguientes aspectos:

A. Programación de horario: El sistema registrar horarios para todos los agricultores, determinando el número de horas y la cantidad de agua (niveles) que se darán para cada regadío. Los horarios son independientes de la cantidad de hectáreas, cada agricultor por su experiencia ya sabe determinar el número de horas necesarias para su regadío.

B. Controlar las compuertas: El control de compuertas se realizara de manera automática siguiendo la base de datos, dentro de los horarios, y la ejecución de la orden será en menos de 05 segundos.

C. Respuesta ante sucesos de la naturaleza: El sistema está preparado para dar respuesta ante los sucesos más comunes (presentados por los agricultores en sus entrevistas), como son las inundaciones por lluvias y las sequías. Existirá una comunicación constante entre el sistema informático y el Arduino que constara con un sensor de nivel para activar y desactivar la compuerta de desfogue.

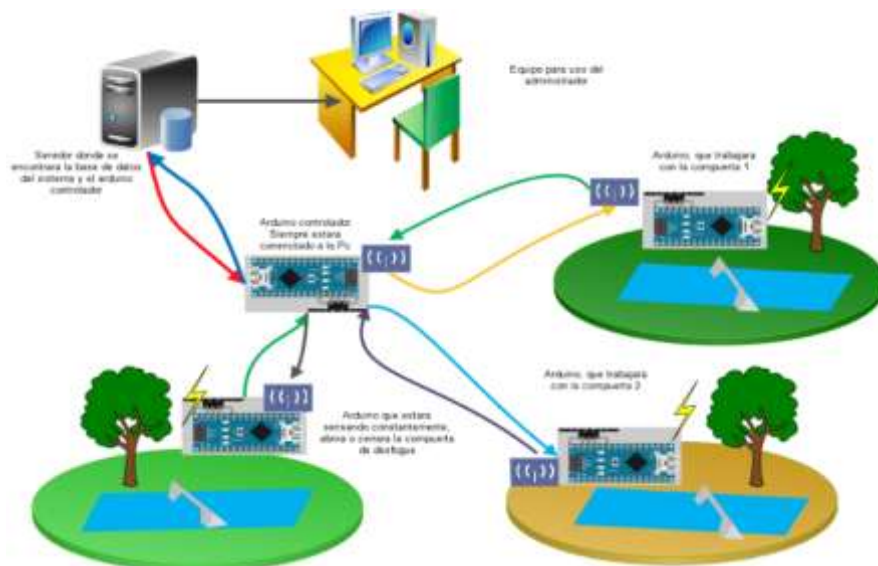


Figura 1
Estructura de comunicación

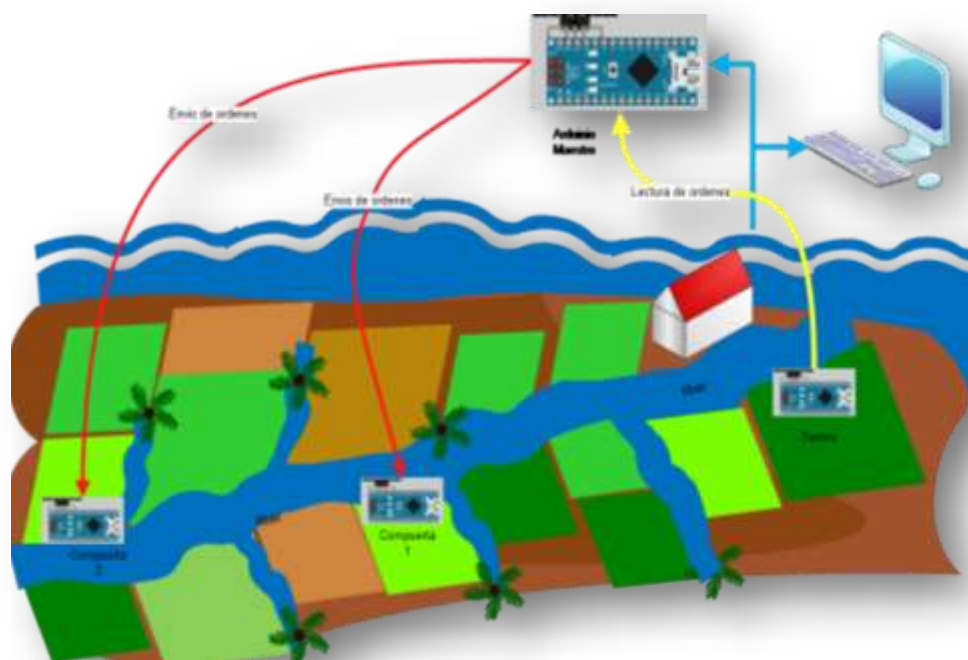


Figura 2
Representación Gráfica del Sistema

4.5. Comparativo de las metodologías actuales

Tabla 2

Comparativo de las metodologías actuales

Indicador / Metodología	RUP	XP	SCRUM
Existencia de documentación	3	2	2
Nivel de aceptación en desarrolladores	3	2	2
Enfocado a procesos	3	1	2
Manejo del tiempo del proyecto	3	3	3
Trabajo en equipo	2	3	3
Desarrollo ágil	2	3	3
Total	16	14	15

0: No cumple – 1: Regular – 2: Bueno – 3: Muy bueno

Fuente: Elaboración propia

Indicadores:

Existencia de documentación: Implica que se pueda obtener la información necesaria, que existe en los medios, libros, internet, etc.

Nivel de aceptación en los desarrolladores: El grado en que los desarrolladores prefieren trabajar con una o con otra metodología que les sea más factible para el desarrollo.

Enfocado a proceso: Tener un mayor control en los procesos que implicara el proyecto.

Manejo del tiempo del proyecto: El predecir, medir y controlar, la duración del proyecto.

Trabajo en equipo: Mide la facilidad de poder trabajar con un mayor equipo y la división del código a desarrollar.

Desarrollo ágil: Poder cumplir con el proyecto de manera más rápida.

4.6. Elección de la metodología

La metodología utilizada para la presente investigación fue RUP, ya que fue la más conveniente en respuesta a los indicadores ya planteados. RUP en resumen es un proceso de ingeniería de software, que proporciona un enfoque disciplinario para la asignación de tareas y responsabilidades dentro del grupo de desarrollo. El objetivo que busca es el de garantizar que la producción de software sea de alta calidad, satisfaciendo las necesidades de los usuarios finales, dentro del horario predicho y presupuestado.

Además RUP nos brinda la guía para la correcta utilización del lenguaje de modelado unificado (UML), que es un lenguaje estándar que nos permite la comunicación clara entre los requisitos, arquitecturas y diseños del proyecto, con las fases que aplica: Se comprobó mediante las pruebas del prototipo, que el sistema demuestra un mayor control y precisión a la hora de ejecutar el cumplimiento de los horarios de riego. Se verifico que la rapidez del sistema es al 100%, El sistema responde a la orden en menos de un minuto, y se culmina la orden en el mismo tiempo.

Por lo tanto se comprueba que con el sistema si se logra el control automático de riego por compuertas, ganando ventaja en el tiempo de ejecución, y el la precisión del cumplimiento de los horarios de riego.

4.6.1. Fases de la metodología

A) Fase de inicio

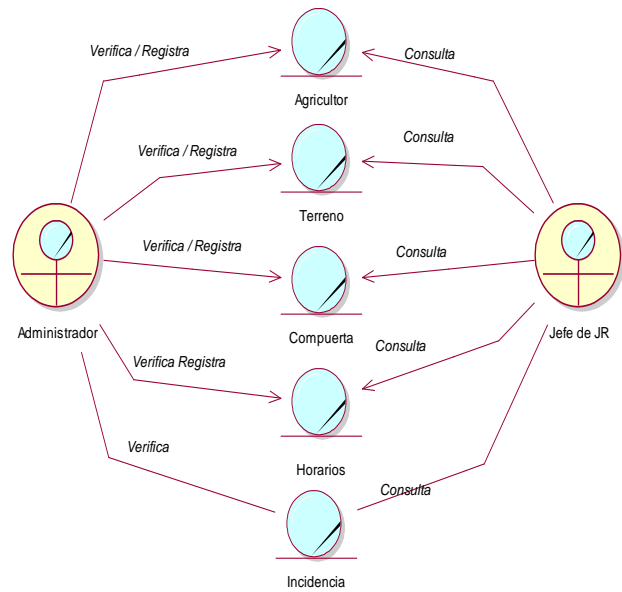


Figura 3
Diagrama de Objetos del Negocio

B) Fase de Análisis y Diseño

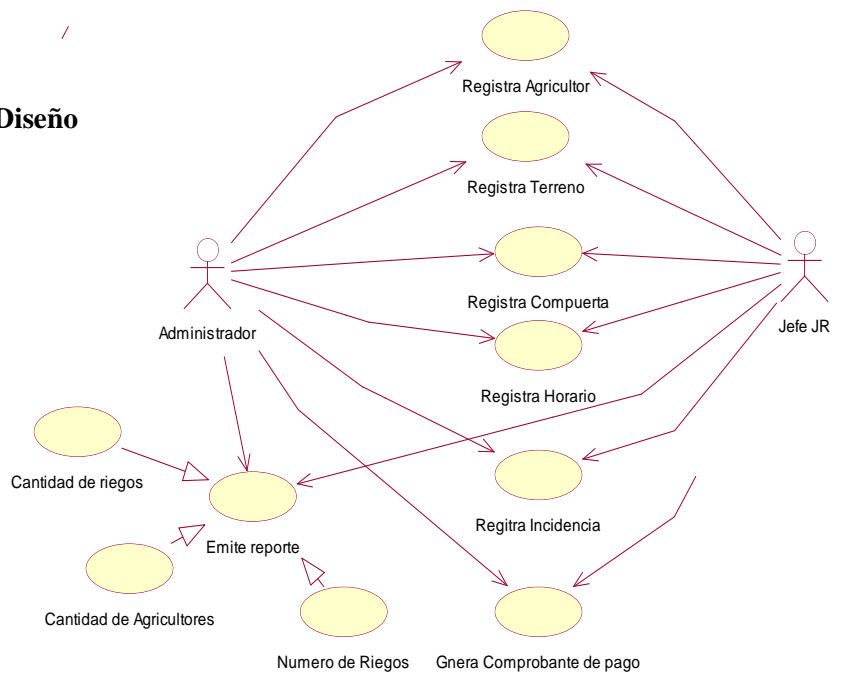


Figura 4
Diagrama de Requerimientos – Gestionar riego

C) Fase de Construcción

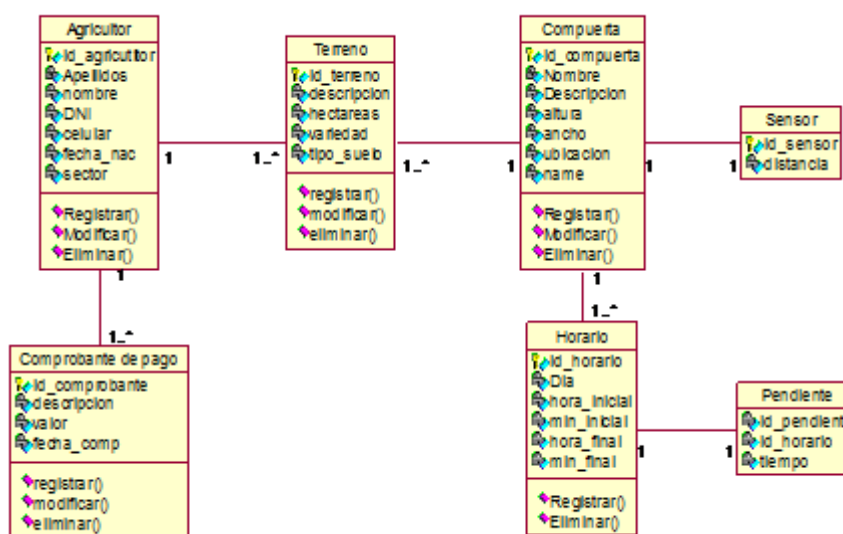


Figura 5:
Diagrama de Clases

4.6.2. Arquitectura del Prototipo

A. Seguridad del Arduino

Cabe recalcar que cada dispositivo Arduino tiene una muy buena seguridad, ya que cada dispositivo Arduino es serializados, sus nombres son registrados en cada Arduino. Para poder robar, retransmitir, o al menos relacionarse con otro Arduino tiene q estar serializado y registrado en el Arduino controlador, por así decirlo, se le asigna una dirección lógica al Arduino para q pueda ser parte de la red.

B. Seguridad en Radio Frecuencia

Los sistemas de radio frecuencia son muy utilizados en el mundo, por lo tanto la seguridad de estos cada vez es mayor, las etiquetas y dispositivos usados para este medio son cada vez más pequeños. La seguridad de los sistemas de RF funcionan de la siguiente manera: Una etiqueta – básicamente un circuito electrónico y una antena en miniatura – añadida a un producto, responde a una frecuencia específica emitida por una antena transmisora (Barrera de seguridad puesta en la entrada/salida). La respuesta de esta etiqueta es cogida por receptor adyacente (antena), que coinciden con los saltos, y que normalmente es la otra barrera paralela a la comentada antes. Se procesa la señal de respuesta de la etiqueta y hará saltar una alarma cuando coinciden ciertos criterios, comprobando la autenticidad de los dispositivos. Se realiza el mismo proceso de seguridad tanto al recibir como al enviar los datos: se comparan las etiquetas y se comparan los saltos de canal que pasaron los paquetes.²

C. Diseño del Arduino Controlador

A continuación se muestra el diseño de las conexiones con los elementos que intervienen para para poder enviar y recibir las señales de la computadora y de los Arduinos.

Figura 6
Diseño del Arduino controlador

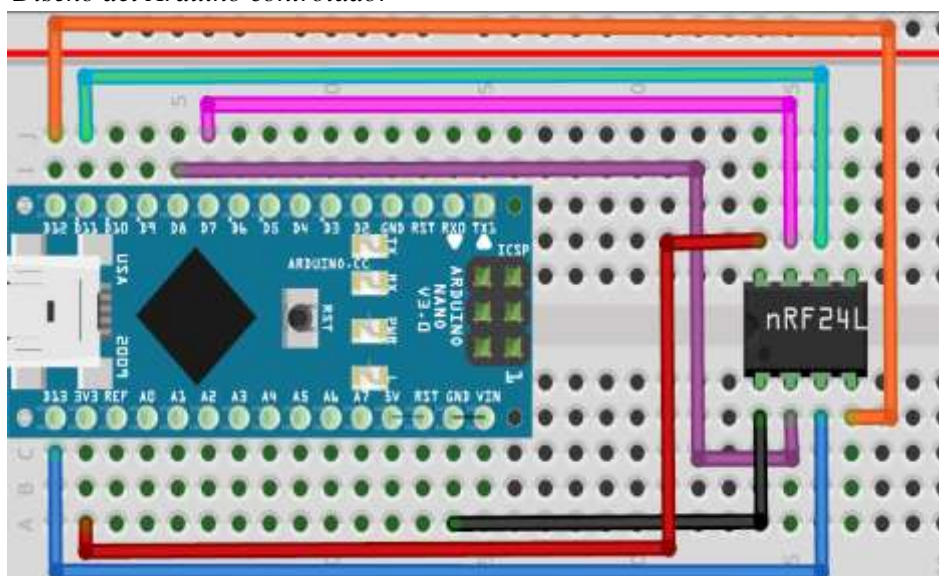


Tabla 3
Cableado del Arduino compuerta desfogue con Sensor ultrasónico

Conexión	Cableado	Especificación
<p>Servomotor - Arduino Nano</p> <p>El Arduino controlador le envía valores pares como: L6, indicándole L: lectura y 6 del pin 6.</p> <p>El Arduino procede la traducción y lee los datos, y le responde a Arduino controlador, enviando los cm. Este a su vez compara esta distancia para determinar el nivel de agua que pasa por el canal de regadío principal, para abrir o cerrar el canal de desfogue.</p>		Tierra: GND en el Arduino
		Fuente 5V
		Datos: Recibe los Grados del Arduino 0°-180°
<p>Antena nrf24l01 - Arduino Nano</p> <p>Se encarga de transmitir inalámbricamente los datos transmitidos por el Arduino, entre los Arduinos y la misma Pc</p>		1. Tierra
		2. C.P.A: CE - D8
		3. C.P.A: SCK - D13
		4. C.P.A: MISO - D12
		5. FUENTE: VDD - 3.3V
		6. CSN - D7
		7. MOSI - D11
		8. No utilizable
<p>Sensor ultrasónico</p> <p>Este sensor se encarga de medir la distancia en centímetro del canal principal de regadío, los valores obtenidos los envía al Arduino controlador, a la vez compara estas distancia, y procede a activar o desactivar la compuerta de desfogue automáticamente</p>		

4.6.3. Velocidad de respuesta del sistema

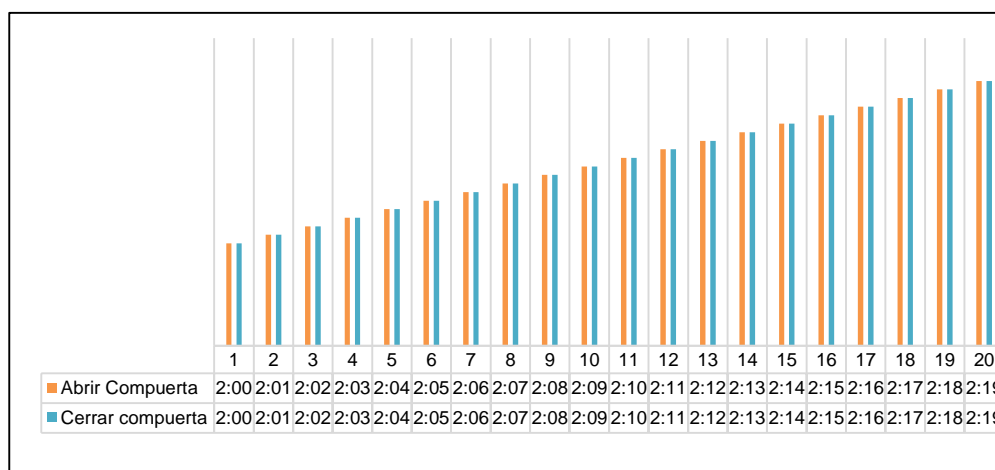


Figura 7
Respuesta del Sistema

Se realizaron las pruebas del sistema comparando lo actual con lo realizado con el prototipo del sistema, se le dio órdenes de abrir como de cerrar las compuertas y el resultado fue el observado en la figura 7, donde los tiempo de retraso son cero.

5 Discusión

En la investigación se desarrolló en dos campos de trabajo el informático y el electrónico digital, un trabajo puro en electrónica digital presenta un desarrollo más simple, el resultado y su operatividad se puede saber ya que cada dispositivo electrónico cuenta con un funcionamiento definido; pero el trabajar con base de datos, resulta más tedioso, un software mucho depende de la programación, no se puede saber el error que tenemos sin conocer bien la estructura de cada dispositivo y los lenguajes de programación, la comunicación que se puede dar de lenguaje a lenguaje, en este caso Java con Arduino.

Para un correcto funcionamiento de toda la plataforma Arduino y el sistema informático con base de datos, se necesita un traductor entre ambos lenguajes, el adecuado: Java, que pueda interpretar y leer los valores del puerto USB, que con ayuda del software de Arduino lo emulamos como puerto serial. Con esta traducción entonces comenzaríamos a enviar y recibir datos de ambas parte de la plataforma. Para esto se utilizó librerías Arduino. Coincido con Parada (2012), en que estos tipos de proyectos se pueden mejorar mucho, incluir muchos dispositivos al alcance, solo queda de la necesidad y el ingenio del investigador para poder realizar un proyecto altamente preparado a la realidad.

6 Conclusiones

- Se requiere trabajar directamente con los usuarios que se beneficiarían del sistema, no solo con la junta, ellos son los que brindan información de calidad, para el desarrollo del sistema.
- La construcción de las tarjetas de Arduino se debe trabajar de la mano con el desarrollo del sistema.
- La rapidez del sistema es al 100%, respondiendo a la orden en menos de un minuto, culminando la orden en el mismo tiempo, en comparación a los 45 minutos promedio de espera sin uso del sistema.
- Se probó el prototipo in situ comprobando el funcionamiento a través de órdenes del sistema hacia el Arduino.
- El sistema de control automático de riego por compuertas, viene a ser en el mercado una plataforma de bajo costo, comparando con el gasto de S/40.00 a S/ 80.00 nuevos soles diarios que se le paga a un recorridor.

7 Referencias

- Alvarado, J. (2009). *Diseño de control automático para apertura de compuertas de excedencia del embalse sandilla*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Almada, J. (2011). ¿Cuáles son las ventajas del riego por compuertas?. Recuperado de www.kurodabombas.com el 29/11/2013
- Castro Cosio, Mauricio. 01/03/20012. Sistema de Riego. Recuperado el 15/10/2013 de <http://www.slideshare.net/Mauriciocastrocosio/sistemas-de-riego-11821695>.
- Delgado, N. (2013). Reunión con la junta de regantes y con el presidente de la junta de regantes.
- Mata, M. (2007). *Sistema de Riego Inteligente Borroso, de la asignatura de Sistemas Informáticos*. Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial.
- Molina, P. (2013). Director Agrónomo -Grupo Gat. Recuperado de <http://gatfertilizadores.blogspot.com/2012/07/la-importancia-del-agua-de-riego-en-la.html> el 29/11/2013
- Paredes, M. (2013). Entrevista con el recorredor del Agua.
- Paredes, J. (2013). Entrevista Telefónica con el Teniente gobernador.
- Parada, E. (2012). *Quadcopter: Construcción, Control de Vuelo y Navegación GPS*. Tesis para Master en Robótica y automatización. Universidad Carlos II de Madrid.
- RegControl™. (2013) Recuperado de <http://www.suez-environnement.com/innovation/our-innovations/innovations-access/reg-control-fertirrigation/> el 29/11/2013