Jurisdicción: San Luis

Título del trabajo:

AGUA + SOL + AUTOMATIZACIÓN = VIVERO SUSTENTABLE

Nivel: Secundario

Modalidad: Ed. Técnica

Profesional ETP-B B1

Feria de Ciencias 2017

Nombre del Proyecto:

AGUA + SOL + AUTOMATIZACIÓN = VIVERO SUSTENTABLE

Escuela Técnica N° 4 Fray Luis Beltrán

San Luis - Argentina

Trabajo realizado por alumnos de 5° año – Tecnicatura en Electrónica

Nivel Secundario.

Alumnos expositores:

Eliana Victoria Miranda - DNI N°: 43.423.824

Gustavo Darío González Ferrari - DNI N°: 42.972.576

Docente orientadora:

Ivana Andrea Trento - DNI N° 27.656.918

Contenido

Introducción 4
Hipótesis 5
Objetivos 5
Descripción del sistema 5
Sistema de riego con PLC y fabricación de sensores de humedad 6
Ampliación de cantidad de sensores y sectorización del riego 9
Sistema de energía solar, bomba de agua y materiales reciclados 10
Implementación y prueba del sistema con PLC 12
Sistema diseñado con ARDUINO 16
Análisis del sistema diseñado con PLC vs. ARDUINO 20
Comparativa con equipos de riego comerciales 22
Sustentabilidad 24
Otra aplicación: Terrazas verdes 25
Visita al establecimiento Los Sauces, en Mendoza 26
Conclusiones 29
Agradecimientos 30
Bibliografía 31
REGISTRO PEDAGÓGICO 32

Introducción

En nuestra escuela técnica, ubicada en la ciudad de San Luis, hay dos especialidades: Química y Electrónica.

El área de Química, con la división de Ciencias Naturales, participa de diversos proyectos. Entre ellos, uno llamado Época de cosecha, en el cual había que juntar semillas de plantas autóctonas de nuestra provincia.

Nuestra escuela fue una de las que más semillas recolectó de todas las escuelas de la provincia de San Luis hace unos años, por lo cual obtuvo como premio un vivero o invernáculo, que fue instalado en el patio interno de la escuela.

Fig. 1 Vivero escolar

El área de Electrónica decidió colaborar con el área de Química y buscamos la manera de articular con la otra especialidad de nuestra escuela: atendiendo a la necesidad de que las plantas que se cultivan en el vivero (verduras, plantas autóctonas y aromáticas) deben tener un cuidado adecuado, sobre todo con respecto al riego, aun durante los fines de semana y las vacaciones, decidimos realizar un sistema de riego automático que además utiliza energía solar como fuente de alimentación.

De esta manera cuidamos un recurso renovable pero escaso como es el agua, optimizando su manejo, y utilizando para su funcionamiento una energía renovable, limpia y gratis como es la luz solar, para obtener como resultado un sistema de riego sustentable, aplicable a un pequeño vivero escolar pero extensible a cualquier plantación de similares características (hogareño, productivo, etc.).

Algunas de las ventajas de implementar un sistema de riego automatizado y solar son las siguientes:

- ✓ Ahorro de costos en mano de obra, agua y energía eléctrica.
- ✓ Mayor eficiencia de riego.
- ✓ Aumento de la producción debido a la optimización del riego.

Fig. 2 Interior del vivero

Hipótesis

Es posible diseñar un sistema de riego para vivero que sea sustentable y que, además de optimizar el riego, utilice energía renovable para su funcionamiento.

Objetivos

- ✓ Diseñar un sistema de riego sustentable para el vivero escolar.
- ✓ Que los alumnos implementen un sistema electrónico de control real con lo aprendido en la escuela, investigando sobre diversas tecnologías.
- ✓ Articular actividades entre las dos especialidades de la escuela, Electrónica y Química.
- ✓ Difundir el trabajo realizado por los alumnos.
- ✓ Explorar otras posibles aplicaciones del sistema de riego, tanto en espacios rurales como urbanos.

Descripción del sistema

El proyecto se desarrolló con los alumnos de las dos divisiones de la especialidad Electrónica, en el marco de la materia de 5° año: Dispositivos, componentes y circuitos electrónicos analógicos y digitales. Es por ello que a medida que se trabajaron los contenidos del espacio formativo, se implementó el sistema con dos tecnologías diferentes: PLC y ARDUINO. Esto implica una misma funcionalidad con diferentes componentes y modos de programación y un conocimiento de diversas tecnologías, así como también una diferencia en los costos. A continuación se describen las dos alternativas.

Sistema de riego con PLC y fabricación de sensores de humedad

Originalmente la automatización del riego para el vivero se basó en la utilización de un PLC o autómata programable LOGO! 12/24RC de Siemens, versión 0BA6.

Fig. 3 PLC LOGO! utilizado

Este dispositivo se programa en la computadora para otorgar la funcionalidad deseada, sensando la humedad de la tierra y activando o desactivando una bomba de agua para que se produzca el riego por goteo.

Nosotros mismos desarrollamos los sensores de humedad para colocar en la tierra, con recortes de pertinax o placa virgen para desarrollar circuitos electrónicos impresos (PCB).

Estos sensores son similares a los circuitos de los teclados de controles remotos, ya que si la tierra está seca, los dos terminales del sensor no hacen contacto entre sí y funcionan como circuito abierto. Pero si la tierra se humedece, se vuelve conductora de la electricidad, de manera que habrá continuidad entre los extremos del sensor.

En cuanto a la sensibilidad del sensor, la forma de controlar el nivel de humedad de la tierra consiste en ubicar el sensor con una profundidad variable: mientras más cerca de la superficie se encuentre, antes detectará la humedad y por lo tanto el sistema regará poco. Si se entierra el sensor a mayor profundidad, esto causará que el riego sea de mayor cantidad de agua hasta que el sensor detecte la humedad en la tierra, por lo tanto de manera simple se puede controlar el nivel de humedad deseado según la necesidad del cultivo en cuestión.

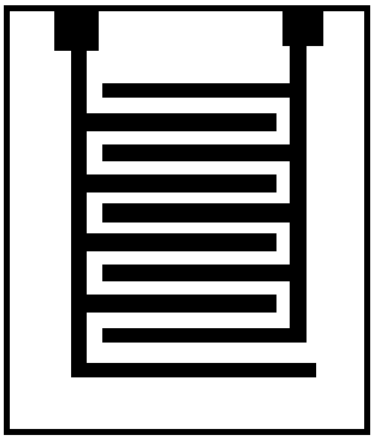


Fig. 4 Sensor de humedad fabricado con pertinax

Fig. 5 Proceso de fabricación de los sensores de humedad

Una vez fabricados los sensores, diseñamos el programa para el PLC en diagrama de bloques (FUP), ampliando el sistema para conectar dos sensores de humedad (I1 e I2). Cuando uno de ellos (el que tiene prioridad, I2, que podría estar ubicado al final de un cantero) o cuando todos detectan la tierra seca, se activa la salida a relé del PLC (Q1), la cual está conectada a una bomba de 12 V de continua, que es la que se pondrá en marcha para que riegue el lugar. Además se agregó un pulsador normal abierto (I3) como tercera entrada al PLC, de manera que permita regar a voluntad mientras se lo mantiene presionado.

El software utilizado para la programación fue el Logosoft Comfort v 8.0, el cual es provisto por el fabricante del PLC (Siemens).

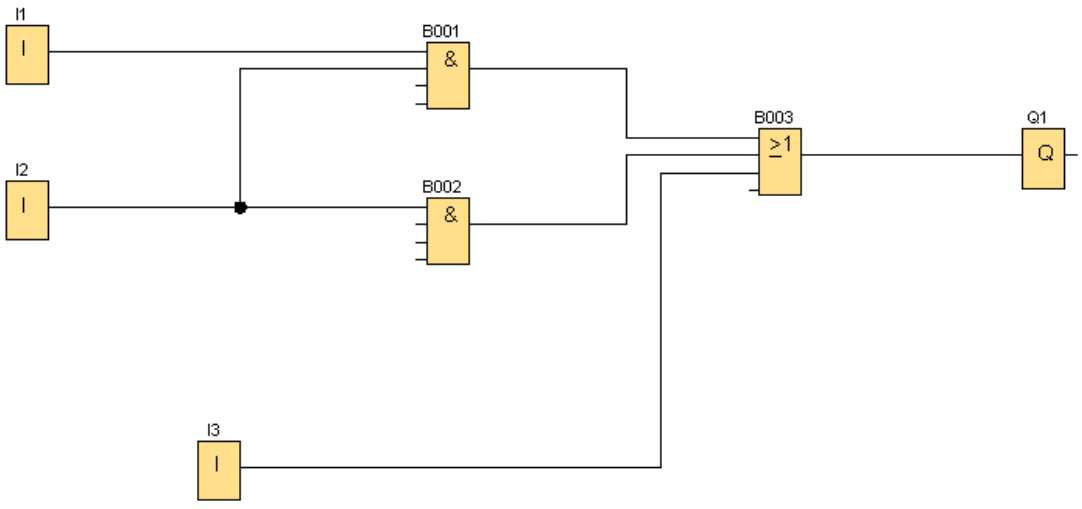


Fig. 6 Diagrama en bloques del programa del LOGO! en lenguaje FUP

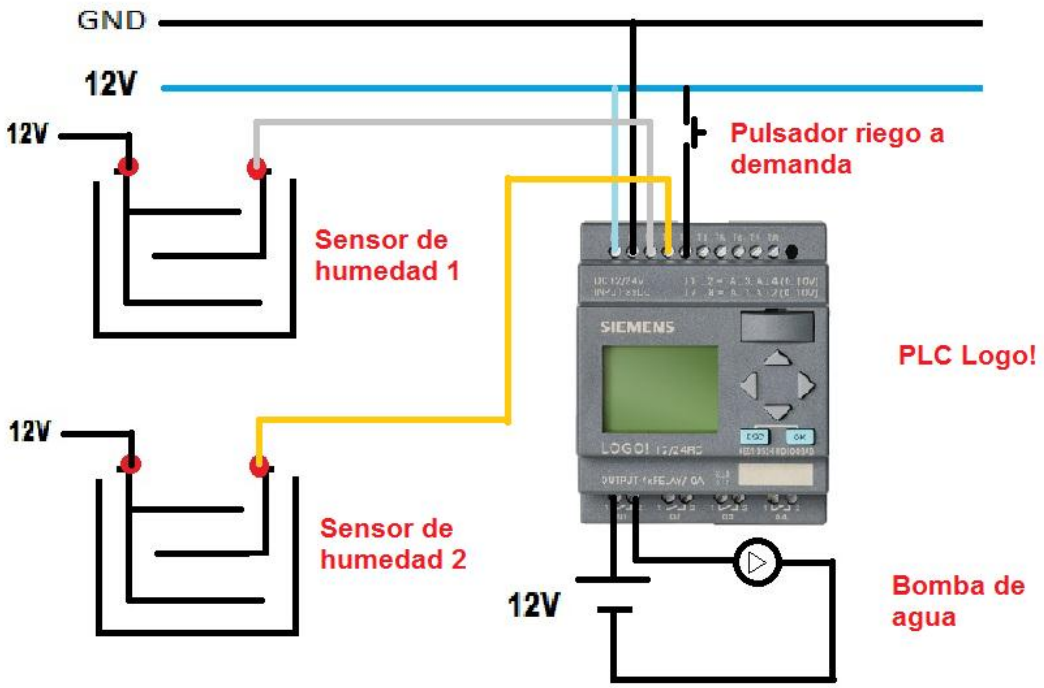


Fig. 7 Diagrama de conexiones del PLC

Ampliación de cantidad de sensores y sectorización del riego

Si bien por una cuestión de simplicidad y debido al reducido tamaño de nuestro vivero sólo se implementó el sistema con dos sensores de humedad, es factible ampliar la cantidad de sensores utilizados. Para el caso del PLC utilizado, que posee ocho entradas, si se mantiene el pulsador para riego a voluntad, quedarían disponibles siete entradas para conectar siete sensores.

Debido a que el PLC posee cuatro salidas a relé, sería también factible sectorizar el sistema de riego intercalando por ejemplo tres electroválvulas a continuación de la bomba de agua. Esto posibilitaría poner en marcha el sistema activando la bomba en caso de que los sensores de un sector detecten que la tierra está seca y activando sólo la válvula correspondiente al sector que requiere riego.

Estas modificaciones implican pequeños agregados a la programación ya que con algunas funciones lógicas (AND y OR) se resuelve. La escuela no cuenta con las electroválvulas requeridas, es por ello que se dificulta la implementación de este sistema sectorizado, pero de todas maneras se realizó la programación de dos sectores.

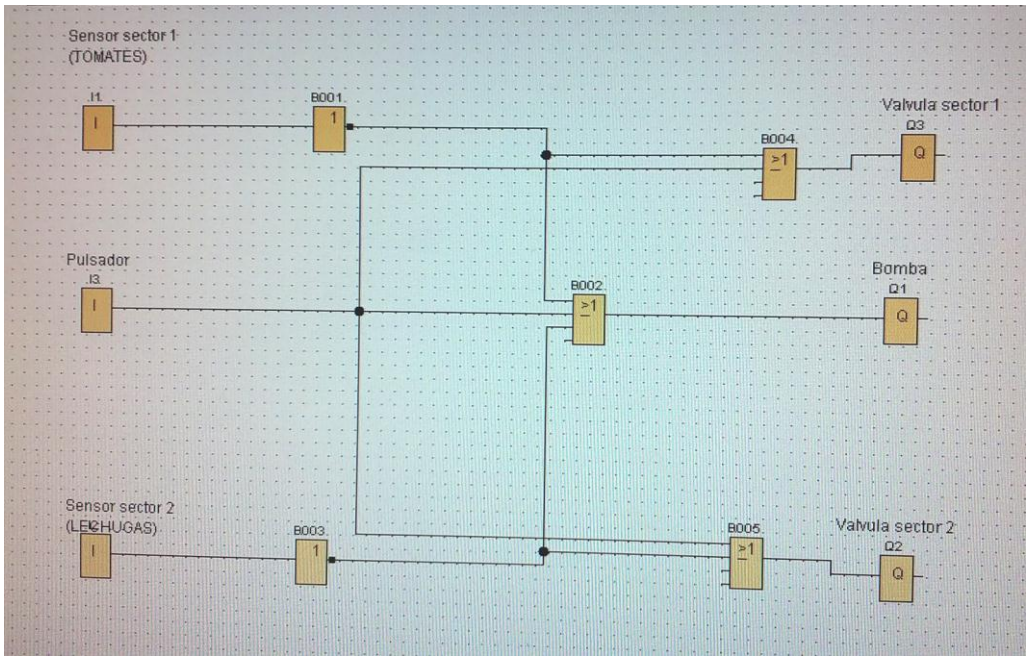


Fig. 8 Captura de pantalla del programa de LOGO! con dos sectores de riego independientes

En el programa realizado, se detecta el nivel de humedad de dos sensores (conectados a las entradas I1 e I2 del PLC) , ubicados en dos sectores diferentes del vivero o plantación (en el ejemplo, lechugas y tomates). Cuando el PLC detecta que uno de ellos necesita riego, activa la bomba y la electroválvula correspondiente a la cañería de agua de ese sector, de manera independiente del otro sector que no requiere riego. La bomba de agua está conectada en la salida Q1 del PLC, mientras que las electroválvulas son comandadas por las salidas Q2 y Q3.

Lo mismo sucede en el caso de que el otro sector necesite agua, mientras que por supuesto serán activadas la bomba y ambas electroválvulas simultáneamente en caso de que ambos sectores necesiten riego. Esto también sucederá si se presiona el pulsador de riego a voluntad, conectado a la entrada I3 del PLC.

Con el PLC es posible también definir horarios dentro de los cuales no se desea regar, ya sea por exceso de luz solar u otros motivos, solamente con el agregado de un temporizador que en ciertos días y horarios restrinja el funcionamiento del sistema. El usuario puede configurar estos horarios y también optar por utilizar o no esta función de acuerdo a sus necesidades.

Sistema de energía solar, bomba de agua y materiales reciclados

Para dotar al sistema de energía alternativa y renovable, de manera que el sistema sea sustentable, utilizamos un panel solar junto a una batería de 12V, para que pueda suministrar energía al sistema, aunque además utilizamos energía eléctrica de la línea en caso de que por algún motivo no haya suficiente carga en la batería por ejemplo, luego de varios días lluviosos o nublados.

La bomba utilizada está diseñada para trabajar especialmente con sistemas de energía solar. Es una bomba marca SHURflo de 12V con una corriente máxima de 7,5 Amper, la cual es provista por la batería sin inconvenientes. El caudal de la bomba según su hoja de datos es de 11,3 l/min y tiene una succión máxima de 1,82 metros.

Altura de elevación	Caudal	Corriente
0 m	678 l/h	2,2 A
7 m	498 l/h	3,3 A
14 m	408 l/h	4,3 A
21 m	342 l/h	5,1 A
28 m	270 l/h	6,0 A
34 m	114 l/h	6,8 A

Fig. 9 Tabla con características de la bomba de agua utilizada

Fig. 10 Imagen de la bomba de agua utilizada

La escuela cuenta con un kit fotovoltaico de 700Wh/día, consistente en dos paneles de 80Wp con soportes, 2 baterías estacionarias de 12V x 55Ah y un regulador de 12 Volts / 20 Amper.

Para las pruebas se utilizaron un panel y una batería, con lo que se pudo poner en marcha el sistema sin problemas.

Debido a que la energía entregada por los paneles fotovoltaicos es variable ya que depende del nivel de luminosidad de la luz que impacta sobre los mismos y del ángulo de incidencia solar, en la práctica se comprobó que el panel puede entregar tensiones superiores a los 20V, por lo cual se hace imprescindible el uso del regulador, que mantendrá constante en 12 V la tensión en la carga (PLC, bomba de agua).

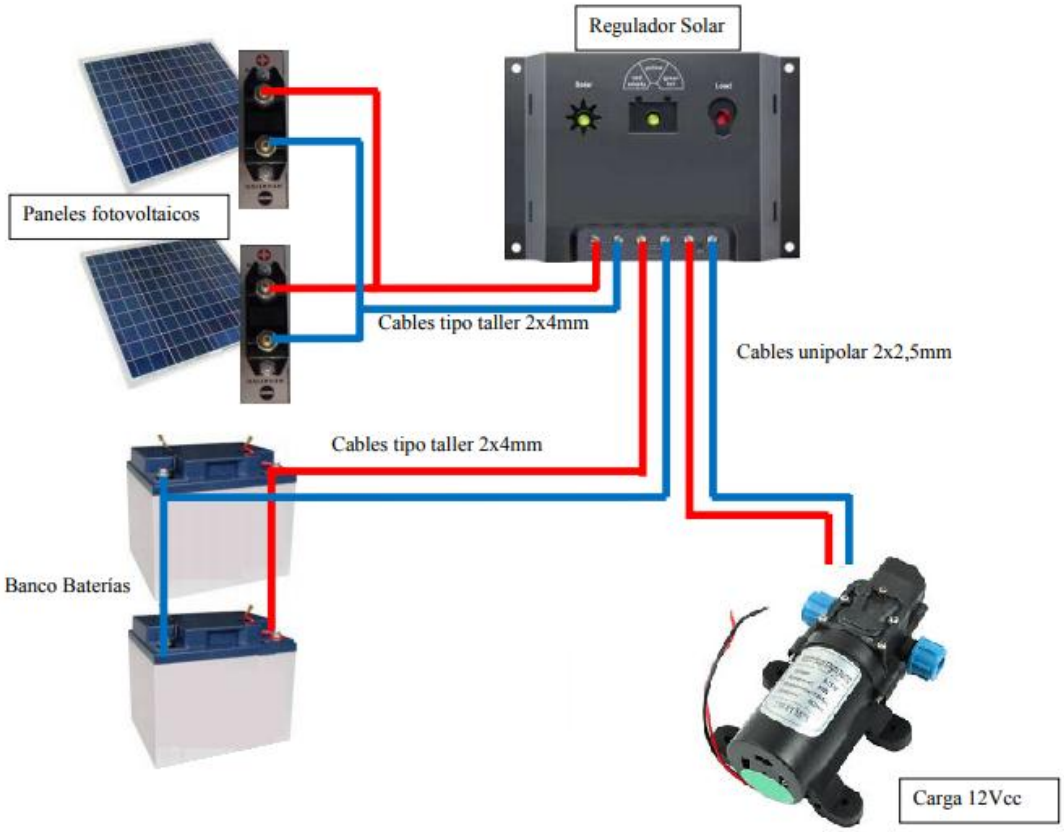


Fig. 11 Esquema de conexiones del sistema solar

A continuación se observan fotografías del panel solar, el regulador de tensión y la batería del sistema instalado en el vivero de la escuela.

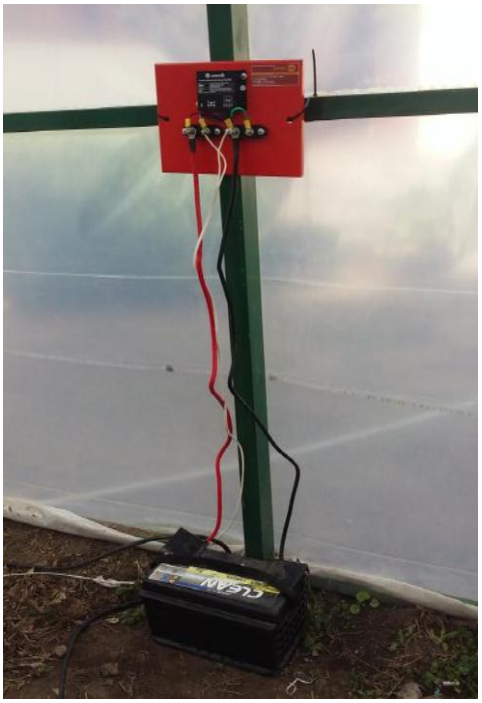


Fig. 12 Regulador solar y batería ubicados en el interior del vivero

Fig. 13 Panel fotovoltaico ubicado en cercanías del vivero

Utilizamos en todo momento materiales reciclados, por ejemplo un pallet convertido en mesa para ubicar el PLC y las herramientas, y una carcasa plástica de monitor de computadora en desuso convertido en maceta para cultivar lechuga. Las macetas donde se cultivan las plantas son cajones de verduras que fueron donados por algunas verdulerías.

Las mangueras para producir el riego por goteo también fueron recicladas: perforamos una manguera de pequeño diámetro (aprox. 10 mm) que recibimos como donación de la empresa Ball. Esta manguera se colocó encima de los cultivos del vivero, aprovechando la estructura metálica del mismo para afirmar la manguera. Luego se conectó esta manguera a la salida de la bomba de agua.

Implementación y prueba del sistema con PLC

Luego de la etapa de diseño, finalmente realizamos las primeras pruebas con la colaboración de varios compañeros del curso armando los sensores, descargando el programa desde la computadora al PLC y conectando la bomba. Las primeras pruebas fueron en el Laboratorio de Electrónica y luego pasamos al montaje del sistema en el vivero. Todo funcionó de acuerdo a lo esperado.

A continuación se observan fotografías que documentan las distintas etapas de la puesta en marcha del sistema de riego.

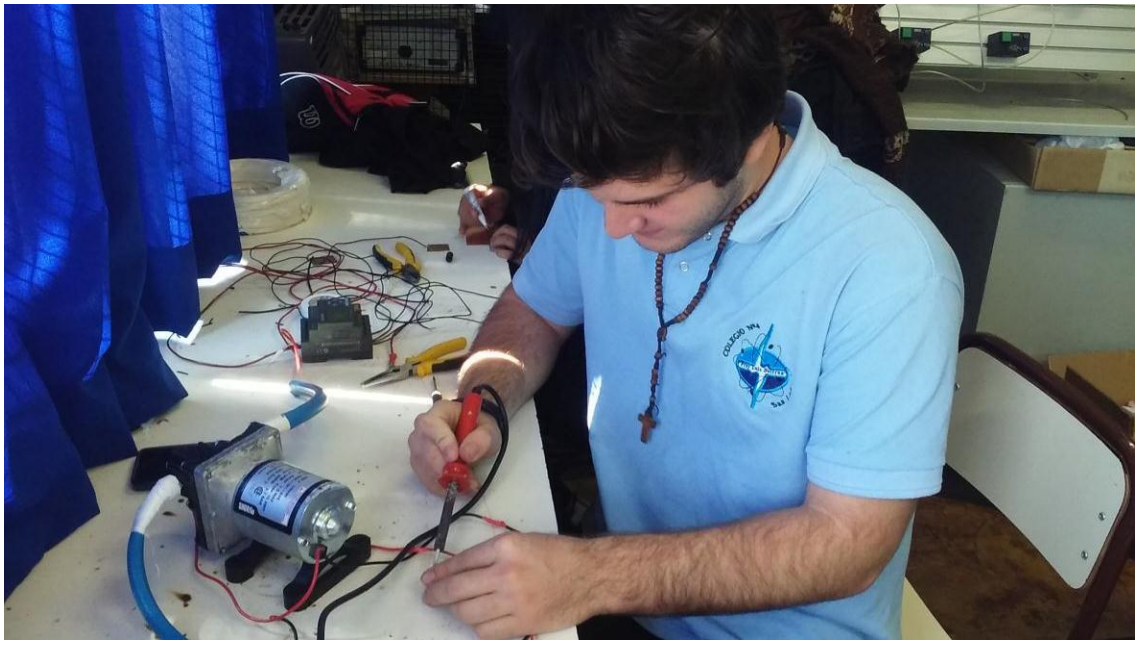


Fig. 14 Montaje del sistema en el Laboratorio de Electrónica

Fig. 15 Prueba del sistema en el Laboratorio de Electrónica

Fig. 16 Implementación del sistema en el vivero

Fig. 17 Instalación de las mangueras para el circuito del riego por goteo

Fig. 18 Instalación de los sensores de humedad en puntos estratégicos

Fig. 19 Reubicación de los sensores para regular la intensidad del riego de los cultivos

Sistema diseñado con ARDUINO

Si bien al momento de comenzar el desarrollo de este proyecto se ideó utilizando PLC, conforme se fue avanzando en los contenidos de la materia surgió otra posibilidad: Arduino.

Desde el año 2016 se está trabajando de manera articulada con la Universidad Nacional de San Luis (UNSL), la cual a través de un convenio con la escuela y un proyecto específico nos ha brindado diversos talleres prácticos sobre Arduino, tanto a docentes como a alumnos, en nuestra escuela y en los laboratorios de la UNSL.

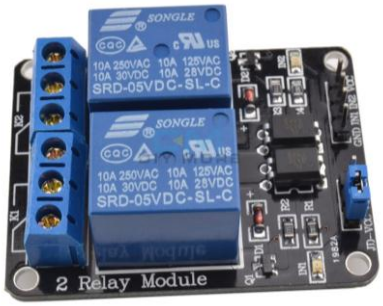
Algunos de los estudiantes de 5° año participaron de estos talleres durante el segundo trimestre del presente ciclo lectivo, y pudieron acercarse al diseño de sistemas embebidos basados en microcontroladores. Por otra parte, en la materia TICs, los alumnos tuvieron una introducción a la programación y al diseño de algoritmos, por lo que estaban en condiciones de implementar el mismo sistema de riego para el vivero con esta nueva tecnología.

Para el diseño del mismo sistema con Arduino se decidió utilizar un Arduino UNO R3, ya que la cantidad de pines de entradas / salidas eran más que suficientes. Para accionar la bomba fue necesario contar con un módulo o shield de relés, puesto que la placa Arduino no tiene capacidad para manejar directamente corrientes del nivel que necesita la bomba, pero los relés sí.

Los sensores de humedad a utilizar y el pulsador siguen siendo los mismos.

Es importante destacar que luego del estudio de la hoja de datos del Arduino y del módulo de relés, se dedujo que es posible alimentar el Arduino con 12 V a través de su entrada Vin, aunque lo más habitual sea la alimentación con los 5V provistos por el puerto USB de la computadora, aunque esto no es obligatorio. Por otra parte es clave advertir que los relés son activos por bajo, es decir que un cero lógico (0V) hace que se activen y un uno lógico (5V) hace que se desactiven.

Fig. 20 Fotografía de una placa Arduino UNO



Fig, 21 Fotografía de un módulo de relés

El programa o sketch para Arduino se realizó en el software open-source (IDE) que proporciona el sitio arduino.cc, ARDUINO 1.8.4, el cual se basa en lenguaje C.

A continuación se copia el sketch con los comentarios pertinentes, al cual se le agregó la comunicación serie con la computadora para poder ver con una PC fácilmente las acciones que realiza el Arduino en caso de desearlo. Si no, el sistema funciona de la misma manera que lo hacía el PLC, sin necesidad de intervención de la computadora más que para descargar el sketch inicialmente. El sistema de riego con Arduino se probó en el laboratorio, obteniendo los mismos resultados que con el sistema basado en PLC.

```
//Sketch Sistema de riego v 1.2 2017 ET4 FLB San Luis

//Declaración de variables

const int sensor1 = 2;    //sensor de humedad 1. 1=tierra húmeda. 0=tierra seca.
const int sensor2 = 3;          //sensor de humedad 2
const int rele = 8;             //Módulo relé conectado a bomba de 12V. Activo por 0.
const int pulsador = 5;   //pulsador para riego a voluntad

//Inicio
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  pinMode(sensor1, INPUT);     //sensor de humedad 1 conectado en pin2
  pinMode(sensor2, INPUT);     //sensor de humedad 2 conectado en pin3
  pinMode(rele, OUTPUT);       //relé conectado en pin 8
  pinMode(pulsador, INPUT);    //pulsador conectado en pin 5
 }

//Lazo repetitivo
void loop(){
  int humedad1 = digitalRead(sensor1);          //se lee el estado de los sensores
  int humedad2 = digitalRead(sensor2);
  int puls=digitalRead(pulsador);               //se lee el estado del pulsador

  while (puls)                                  //mientras el pulsador esté presionado
 {
    Serial.println("Riego a voluntad");    //por puerto serie se informa
    digitalWrite(rele, LOW);               //se envía un 0 al relé para activar la bomba
    delay(100);                            //demora de 100 milisegundos
    puls=digitalRead(pulsador);            //se lee el estado del pulsador

  }

  if ((humedad1 && humedad2) == HIGH)   //cuando ambos detectan agua
  {
    Serial.println("Tierra humeda");             //por puerto serie se muestra el estado en la PC
    digitalWrite(rele, HIGH);                    //se envía un 1 al relé para detener la bomba
```

```
  }
  else                                  //si no se detectan húmedos los dos sensores
  {
    Serial.println("Tierra seca");          //por puerto serie se muestra el estado en la PC
    digitalWrite(rele, LOW);                //se pone a 0 el relé y se enciende la bomba
  }
 delay(1000);               //demora de 1 segundo antes de leer los sensores nuevamente
}
```

El sistema de riego con Arduino se presentó en la instancia provincial y también en la Exposición de Proyectos de Secundario, realizada en octubre en la ciudad de La Punta, la cual reunió proyectos de diversas modalidades y temáticas de todas las escuelas secundarias de la provincia de San Luis.

A continuación se observan fotografías de este último evento y del desarrollo con Arduino.

Fig. 22 Exposición de Proyectos de Secundario, realizada en la ciudad de La Punta, San Luis, donde se demostró el sistema de riego funcionando con las dos tecnologías (PLC y Arduino)

Fig. 23 Sistema de riego basado en Arduino, conectado a la netbook para visualizar a través del monitor serial el estado de los sensores de humedad

Análisis del sistema diseñado con PLC vs. ARDUINO

Al implementar el sistema de riego con ambas tecnologías, los alumnos enriquecieron sus conocimientos teóricos y prácticos y además pudieron analizar diferencias y similitudes entre PLC y Arduino, y analizar variables como por ejemplo el costo de cada uno. En el estudio de costos no se considera el kit solar fotovoltaico puesto que se estima que ya lo posee el sitio donde va a instalarse el sistema de riego. En caso de desear sumar este costo, según la empresa, el kit (panel solar + regulador + batería) tiene un precio de alrededor de $15.000,00.

Costos con PLC LOGO!

Item	**Cantidad**	**Precio unitario**	**Total**
LOGO! 12/24	1	$ 4.700,00	$ 4.700,00
Bomba de agua 12 V	1	$ 1.699,00	$ 1.699,00
Rollo de caño de poliet. riego ½" 100m K6	1	$ 350,00	$ 350,00
Pertinax 15 x 15 (sensores)	1	$ 30,00	$ 30,00
Pulsador	1	$ 40,00	$ 40,00
Cable	cant. Nec.	$ 100,00	$ 100,00
TOTAL			**$ 6.969,00**

Costos con Arduino

Item	**Cantidad**	**Precio unitario**	**Total**
Arduino UNO (placa + Cable USB)	1	$ 250,00	$ 250,00
Módulo de relés	1	$ 100,00	$ 100,00
Plaqueta Pertinax 15 x 15	2	$ 60,00	$ 120,00
Kit de 40 cables de 20 Cm	1	$ 40,00	$ 40,00
Bomba de agua	1	$ 1.699,00	$ 1.699,00
Rollo de caño de poliet. riego ½" 100m K6	1	$ 350,00	$ 350,00
Pulsador	1	$ 50,00	$ 50,00
Gabinete	1	$ 350,00	$ 350,00
Cables, resistencias, borneras, etc.	cant. Nec.	$ 120,00	$ 120,00
TOTAL			**$ 3.079,00**

Se puede ver que el costo con PLC es alrededor del doble que con Arduino, pero no sólo el costo es importante a la hora de determinar cuál de los dos conviene más. Los alumnos compararon ventajas y desventajas de cada tecnología, las cuales se organizaron en el siguiente cuadro:

	PLC LOGO!	**ARDUINO**
VENTAJAS	Robustez. Fácil programación. No se requiere uso de plaqueta extra. No se requiere gabinete, se puede colocar en tablero eléctrico general. Un solo equipo resuelve el sistema. Soporte oficial y garantía.	Bajo costo. Gran cantidad de entradas y salidas (posibilidad de incorporar muchos sensores de humedad y varios sectores.
DESVENTAJAS	Alto costo. Limitadas entrada y salidas: 8 entradas y 4 salidas (no se pueden conectar muchos más sensores ni sectorizar demasiado salvo que se instale módulo de ampliación, lo cual eleva aún más el costo).	Programación levemente compleja. Falta de robustez frente a agentes externos (agua, ruido eléctrico, etc.). Necesidad de uso de plaqueta o protoboard. Requiere gabinete para montaje. Se requieren dos módulos para resolver el sistema. No hay soporte oficial ni garantía en el país.

Es decir que ambas tecnologías presentan pros y contras… En caso de riego de jardines o pequeños viveros hogareños, en principio convendría aplicar Arduino para bajar los costos, pero si se trata de aplicaciones comerciales ya sería más confiable la instalación del sistema con PLC.

Comparativa con equipos de riego comerciales

Investigando sobre otros equipos de riego comerciales, comparamos nuestro sistema lo cual nos permite tomar contacto con la realidad al momento de buscar nuevas aplicaciones o si se deseara comenzar a comercializarlo como un producto.

Un ejemplo es el Sistema Programador De Riego Automático Para 10 Plantas, que se vende por internet a un precio de $1.899,99. Según la descripción, incorpora una bomba sumergible y un programador digital para que se programe la frecuencia y duración del riego. Funciona con 4 pilas AA, e incluye 10 metros de vinilo (manguera) que se puede cortar a medida.

Fig. 24 Sistema Programador De Riego Automático Para 10 Plantas

Analizando este sistema se desprende que si bien es un poco más económico que nuestro sistema hecho con Arduino, es bastante limitado en cuanto a sus prestaciones, no incluye sensores de humedad por lo que sólo es posible programar el riego. Esto hace que el sistema pierda la eficiencia en cuanto al uso del agua. También funciona con energía eléctrica convencional, ya que las pilas aunque sean recargables contaminan el ambiente en gran medida.. Por todo ello nuestro sistema es ampliamente superior en cuanto a sus ventajas.

Para realizar una comparativa buscamos también otra alternativa, un Kit De Sistema De Riego Automático Rain Bird 2, que se vende por internet a $3.224. El costo es equivalente al de nuestro sistema con Arduino.

En la descripción del producto se especifica que puede utilizarse para el riego de un parque pequeño (150 m² aproximadamente) y que incluye una bomba de 1hp. Además de algunas conexiones, incluye 3 electroválvulas y un programador de riego. Vemos que por ejemplo aunque incluye válvulas que permitirían sectorizar el riego, no dispone de sensores de humedad ni trabaja con energía solar. Nuevamente nuestro sistema tiene ventajas sobre este, comparando siempre con productos comerciales de costos y prestaciones similares.

Fig. 25 Sistema De Riego Automático Rain Bird 2

Sustentabilidad

Teniendo en cuenta los 17 puntos que la Asamblea General de la ONU propuso en 2015 para la Agenda 2030 en pos del Desarrollo Sostenible, podemos decir que nuestro sistema está orientado a cumplir con varios de los objetivos de dicha organización: hambre cero; educación de calidad; agua limpia y saneamiento; energía asequible y no contaminante; industria innovación e infraestructura; ciudades y comunidades sostenibles; producción y consumo responsables; acción por el clima; vida de ecosistemas terrestres; alianzas para lograr los objetivos.

Fig. 26 Metas para el Desarrollo Sostenible de la ONU

Otra aplicación: Terrazas verdes

Debido a la sugerencia de los evaluadores de la instancia regional, investigamos la posible aplicación del sistema de riego en ambientes urbanos, a las *terrazas verdes*.

Una *terraza verde* o *ecoterraza* es una tendencia en la arquitectura urbanística que permite el crecimiento de vegetación en la parte superior de casas y edificios, manteniendo protegida su estructura.

Fig. 27 Imagen de una terraza verde en plena ciudad

De lo investigado se extrae que las terrazas verdes tienen un impacto muy positivo sobre el ambiente urbano:

- ✓ Capturan agua de lluvia reduciendo inundaciones y niveles de contaminación. Reducen la velocidad de escurrimiento de agua, ya que pueden retener hasta el 90% del agua de lluvia.
- ✓ Mejoran el aislamiento térmico de los edificios en verano y en invierno, reduciendo los costos de enfriamiento y calefacción, lo cual representa un mayor ahorro de energía y una reducción de las emisiones de CO_2.
- ✓ Pueden duplicar o triplicar la vida útil de la membrana de una terraza al eliminar la contracción y la expansión de la misma por la exposición al sol y los cambios de temperatura.
- ✓ Aumentan el valor de la propiedad.
- ✓ Representan un hábitat para especies nativas.
- ✓ Mejoran la calidad de aire, afectado por la contaminación del tránsito, las actividades productivas y la generación de energía.

La Organización Mundial de la Salud recomienda que las ciudades tengan alrededor de un mínimo de 10 m^2 de espacios verdes por habitante. En Alemania, alrededor del 10% de los techos están cubiertos de verde, mientras que en Tokio existe una ley sancionada en el año 2001 que indica que todo edificio nuevo o renovado de la ciudad debe cubrir por lo menos un 20% de la superficie con plantas.

Como vemos este mecanismo sustentable ha ido sumando adhesiones en ciudades del mundo. En nuestro país existen antecedentes de iniciativas similares. A principios del 2013, el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires sancionó la Ley 4.428, que beneficia a los propietarios de los inmuebles que incorporen espacios con vegetación en las terrazas de sus hogares con descuentos en el ABL (impuesto por Alumbrado, Barrido y Limpieza que cobra esa ciudad).

Otro ejemplo: En 2016, en la ciudad de Salta se presentó ante el Concejo Deliberante un proyecto de ordenanza para promover el uso de terrazas y techos verdes.

Visita al establecimiento Los Sauces, en Mendoza

Luego de haber finalizado la instancia provincial de la Feria de Ciencias y tener el sistema de riego implementado en el vivero escolar, surgió la posibilidad de visitar las instalaciones del establecimiento Los Sauces. Esta empresa está ubicada en la provincia de Mendoza, a unos 15 km de la ciudad capital, y es una finca de alrededor de 4 hectáreas que se dedica a la producción de vegetales para consumo en restaurants y hoteles de gran categoría.

La producción de la mayoría de los vegetales (albahaca, 25 variedades de lechuga, espinaca, frutillas, etc.) se realiza en invernáculos, y por hidroponía, con un sistema de riego automatizado con PLC LOGO! 0BA8.

El Ing. Humberto Arrieta, personal de la empresa Siemens de la sucursal Mendoza, enterado de nuestro desarrollo, realizó el contacto por el cual pudimos visitar la finca el 17 de octubre de 2017, algunos alumnos desarrolladores del sistema de riego, junto a algunos padres y a los profesores Víctor Amieva e Ivana Trento.

Tuvimos la oportunidad de recorrer la finca y de que el dueño del establecimiento y el técnico responsable de las automatizaciones nos contaran detalladamente sobre su emprendimiento, además de pasar a dos salas de automatismos y a otra sección donde tienen implementada una máquina secadora de frutos donde se producen fruta seca como bananas, kiwis, frutillas, etc., que luego son comercializadas junto con nueces y otros productos.

La experiencia fue muy positiva ya que pudimos observar un sistema similar al desarrollado por nuestro equipo, pero mucho más complejo, aunque basado en un controlador lógico programable apenas dos modelos superior al nuestro, que además controla por medio de otras bombas los nutrientes que se le agregan al agua que riega los vegetales, de acuerdo a la necesidad de cada especie.

Aunque no utilizan sensores de humedad, este sistema realiza el riego periódicamente (en función de un tiempo establecido en base a la experiencia de los técnicos), midiendo los niveles de radiación solar y considerando la temperatura dentro de los invernáculos. Además el sistema tiene una cisterna en una de las salas de automatismos, cuyo llenado y oxigenación son también controlados por el PLC.

Actualmente no utilizan energía solar como fuente de alimentación del sistema ya que la potencia total de los equipos es bastante elevada y utilizan tensión trifásica (380 V), aunque sería factible instalarla en alguno de los invernáculos a futuro.

A continuación se observan algunas imágenes de esta visita que nos permitió complementar lo aprendido y comprobar que nuestro sistema es perfectamente factible de ser implementado en un vivero de mayores dimensiones que el de la escuela.

Fig. 28 Uno de los invernáculos del establecimiento Los Sauces

Fig. 29 Conociendo las automatizaciones del sistema de riego de Los Sauces

Fig. 30 Collage con imágenes de las plantaciones y las automatizaciones de la finca

Conclusiones

Cuando armamos el sistema de riego en el vivero de la escuela, comprobamos que todo lo realizado funcionó y servía para mejorar nuestro entorno. Que realmente era una aplicación de la carrera como técnicos en Electrónica, una automatización para la cual aplicamos conocimientos de diversas materias y conceptos de electrónica analógica, digital, reciclado, energías alternativas, sistemas de control, fabricación de circuitos impresos, etc…

Fue una gran alegría ver que todo lo aprendido sirve, y sentir el agradecimiento de profesores y alumnos del área de Química por el trabajo realizado. Y una satisfacción muy grande, ya que el esfuerzo de estudiar, programar, construir, diseñar, investigar, incluso venir días que no había clase para terminar el proyecto, realmente dio sus frutos.

Tanto el sistema diseñado con PLC como con Arduino funcionaron de manera adecuada, lo cual nos permitió aprender mucho más y comparar ambas tecnologías en cuanto a funcionalidad, confiabilidad y costos.

En definitiva, la hipótesis pudo verificarse ya que el sistema de riego funciona de manera autónoma, alimentado por energía solar, lo cual contribuye al cuidado del medioambiente y al uso eficiente del agua.

Además al realizar la comparación de nuestro sistema con otros equipos comerciales, descubrimos que por un precio similar nuestro desarrollo presenta ventajas como por ejemplo la utilización de sensores de humedad.

A futuro esperamos poder aplicarlo en el vivero provincial, con quienes ya estamos contactados, y en otros ambientes rurales y urbanos, tal como vimos que es posible realizarlo cuando viajamos a Mendoza y conocimos la finca Los Sauces.

Agradecimientos

El equipo de trabajo desea agradecer a:

Los directivos de la escuela, Andrea Páez y Víctor Amieva, por el apoyo incondicional, el incentivo a la participación de este certamen y la ayuda recibida en todo momento para realizar las pruebas en el vivero y conseguir los materiales e insumos necesarios. Por el acompañamiento en las distintas instancias del proyecto y su presencia en la instancia regional de la Feria de Ciencias.

Las profesoras Susana Díaz y Flavia Pescatori por permitirnos trabajar en el vivero y coordinar actividades conjuntas.

Los profesores que cedieron los alumnos durante algunas de sus horas de clase para que pudieran terminar el proyecto.

La Universidad Nacional de San Luis, especialmente al Ing. Cristian Falco, por los talleres de capacitación sobre Arduino dictados entre 2016 y 2017 tanto a los docentes como a los alumnos de nuestra institución.

La Universidad de La Punta, especialmente al Programa de Robótica, representados por Pablo Miranda y por el Ing. Mariano Luzza, ya que capacitaron a los docentes y nos proporcionaron kits de robótica basados en Arduino con los que pudimos comenzar a trabajar en automatización y robótica en la escuela.

La empresa Siemens, por el soporte brindado a través de la Regional Mendoza, sobre todo al Ing. Humberto Arrieta, por sus cursos de capacitación sobre LOGO!, el apoyo a la escuela y especialmente por el contacto con el establecimiento Los Sauces.

La profesora desea destacar el trabajo de los alumnos que se comprometieron con la materia y realizaron los trabajos prácticos teóricos y prácticos, a los que investigaron, y muy especialmente a Eliana Miranda y Gustavo González Ferrari, que destinaron muchísimas horas de trabajo y dedicación a este proyecto, así como también a los alumnos Santiago Rotger, Agustín Ureta, Julieta Sosa, Rodrigo Lucero y Fabrizio Rolon por sus aportes al proyecto.

Bibliografía

Donald Schilling, Charles Belove. Circuitos electrónicos discretos e integrados. Editorial Marcombo. 1985.

Agustín Rela. Electricidad y Electrónica. INET. 2010.

Web de Siemens – Información sobre PLC LOGO! Y software de programación Logosoft Comfort.
http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/pages/default.aspx

Hoja de datos Bomba SHURflo de 12V

Web de Arduino https://www.arduino.cc/

Mantenimiento de los equipos de riego - INTA
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_mantenimiento_de_los_equipos_de_riego.pdf

ONU – Desarrollo sostenible
http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/

Web Novedades Agrícolas
http://www.novedades-agricolas.com/es/riego/sistemas-de-riego/riego-automatico
Diario El Tribuno de Salta – Notas sobre terrazas verdes http://www.eltribuno.info/se-trabaja-tener-terrazas-verdes-n710470

http://www.eltribuno.info/salta/nota/2016-4-17-1-30-0-terrazas-verdes-una-tendencia-a-favor-del-medioambiente-la-construccion-de-jardines-en-los-ultimos-niveles-de-las-casas-techos-y-terrazas-se-impone-a-nivel-mundial-ademas-de-su-atractivo-paisajistico-sirven-para-atenuar-las-temp

Equipos de riego - Mercadolibre
https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-680293702-kit-de-sistema-de-riego-automat-rain-bird-2parque-pequeno-_JM
https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-620975850-sistema-programador-de-riego-automatico-para-10-plantas-_JM

REGISTRO PEDAGÓGICO

El proyecto del vivero sustentable se desarrolló en el marco de las actividades prácticas de la materia Dispositivos, Componentes y Circuitos Electrónicos Analógicos y Digitales. Este espacio curricular pertenece a 5º año de la tecnicatura en Electrónica de la Escuela Técnica Nº 4 Fray Luis Beltrán.

La propuesta curricular involucra el conocimiento sobre electrónica analógica y digital: componentes electrónicos (resistencias, LEDs, etc.), fuentes de alimentación, circuitos lógicos, sensores, el diseño y la interpretación de planos eléctricos, etc.

Desde el año pasado se viene trabajando para integrar estos conceptos a las necesidades de la industria, de manera que los técnicos que egresen sean capaces de incorporarse al mundo laboral en conocimiento de las tecnologías que se utilizan en cualquier planta fabril. Para ello se decidió aplicar todo lo aprendido, sobre todo en cuanto a circuitos lógicos (compuertas digitales) y sensores, a la utilización de PLC (controlador lógico programable), los cuales están presentes en la gran mayoría de las industrias a las que los futuros egresados podrían incorporarse en su plantel de Mantenimiento.

La programación del PLC LOGO! de Siemens se enseña mediante Diagrama de Bloques Funcionales (FUP). La escuela cuenta con una Sala de Informática donde se puede realizar la programación y simulación del PLC, además de numerosos módulos LOGO! Siemens 0BA6, adquiridos mediante Planes de Mejora del INET, y algunos otros elementos de Siemens obtenidos como premio en dos certámenes del Concurso LOGO! Creatividad en Automatización, organizados por la Fundación Siemens Argentina.

Posteriormente a la implementación del sistema con PLC, se desarrolló el sistema de riego basado en Arduino. Para ello fue clave la articulación con la Universidad Nacional de San Luis y con la Universidad de La Punta, instituciones con las que venimos trabajando desde hace algunos años pero que en el presente ciclo lectivo estuvieron muy presentas en nuestra institución, con el dictado de cursos a alumnos y docentes y la donación de kits de robótica. También se articuló con otros espacios curriculares, como TICs, en el cual se les enseñó a los alumnos a diagramar un algoritmo, realizar diagramas de flujo y las nociones básicas de programación estructurada basada en C, donde vieron las funciones if, else, while, for, etcétera, en forma de pseudocódigo.

Desde mi espacio curricular realizamos la programación de un Arduino UNO, lo cual no resultó demasiado complicado para los alumnos, que después de algunas clases estuvieron en condiciones de manejar el IDE de Arduino sin mayores inconvenientes.

Lo que se desarrolló en teoría durante las clases pudo concretarse en un proyecto que involucra además de los conceptos sobre electrónica y automatización, aspectos tales como el desarrollo sustentable, el cuidado del medioambiente, el trabajo en equipo, la disposición para realizar y aceptar críticas constructivas, la valoración de las habilidades individuales y el desarrollo de nuevas capacidades, el trabajo bajo normas de higiene y seguridad, la investigación de campo, el entrar en contacto con el mundo laboral y despertar el interés de los alumnos por proseguir estudios universitarios que les posibiliten profundizar las áreas temáticas involucradas.

La posibilidad de realizar el viaje a Mendoza a visitar la finca Los Sauces, donde tienen implementado un sistema de riego automatizado para la producción de vegetales, fue una demostración de que es posible aplicar nuestro sistema a un vivero o establecimiento de mayores dimensiones. Pudimos viajar con algunos de los alumnos que desarrollaron el proyecto, acompañados de sus padres y otros profesores de la escuela, gracias al contacto de la empresa Siemens, lo cual fue una experiencia maravillosa de integración escuela – familia – comunidad – empresas.

El proyecto desarrollado tiene un gran valor desde el punto de vista pedagógico y también desde lo humano ya que los alumnos se sintieron motivados por la posibilidad de concretar un sistema sustentable, invirtiendo mucho tiempo para hacerlo realidad, afianzando lazos de

compañerismo y también, casi sin querer, aprendiendo muchos contenidos adicionales que, de no haber hecho el proyecto, quizás no habría sucedido.

Siento una gran satisfacción por el trabajo concretado y por el compromiso de los alumnos y las familias, y espero que se pueda ver plasmado en este informe todo su aprendizaje integral, como técnicos y como personas, a lo largo del ciclo lectivo.

Se adjunta el programa de la materia.

Ivana A. Trento
Ingeniera en Electrónica
DNI 27.656.918

Dispositivos, Componentes y Circuitos Electrónicos Analógicos y Digitales
Programa ciclo lectivo 2017
Prof. Ing. Ivana Trento
Curso 5º A

Electrónica Analógica

Unidad 1: Repaso
Símbolos. Ley de Ohm. Leyes de Kirchhoff. Potencia. Unidades. Notación científica. Nomenclatura de valores de componentes (R, C, L, transformadores). Función de los componentes pasivos estudiados. Fuentes de energía. CC y CA. Tipos de interruptores y pulsadores (NO, NC, con y sin retención). Utilización de multímetro y osciloscopio y otras herramientas e instrumentos de uso frecuente en Electrónica. Normas de seguridad en el Laboratorio.

Unidad 2: Diodos
Diodos rectificadores: estudio del componente,comportamiento de los semiconductores, y su hoja de datos. Maximum ratings. Polarización directa e inversa. Curva característica (ideal y real). Aplicaciones de los diodos rectificadores: Rectificación con y sin filtro. El rectificador de media onda. El rectificador de onda completa con transformador con punto medio. El rectificador de onda completa en puente. Cálculo. Valores pico, pico a pico, eficaz y media de la tensión.Tensión de ripple de una fuente de alimentación. Reguladores de tensión.
Diodos especiales: zener, IR, LED. Aplicaciones.

Unidad 3: Transistores Bipolares
Funcionamiento.Curvas características. Análisis de parámetros de la hoja de datos. Configuraciones (Emisor común, colector común, base común). Ganancia. Potencia disipada. Polarización. Capacitores de acoplamiento y derivación. Recta de carga. Máxima excursión simétrica (MES). Cálculo. Gráficas.
El transistor en conmutación. El transistor en señal. Teorema de Thevenin. Modelo equivalente de transistor para señal.
Amplificador Clase A: Análisis del transistor. Parámetros híbridos. Rendimiento. La conexión Darlington. Análisis y cálculo.
Amplificador Clase B: Análisis y cálculo. Configuración de Simetría Complementaria. Rendimiento. Análisis y cálculo.

Unidad 4: Transistores de Efecto de Campo
Fets. Diferentes tipos. Funcionamiento. Curvas características. Polarización. Cálculo.
Aplicaciones. Circuitos típicos.

Unidad 5: Amplificadores Operacionales
Amplificador Operacional (AO) ideal. Esquema en bloques. Características generales. Circuitos básicos con AO: comparador, amplificador inversor, no inversor, sumador, restador, derivador e integrador. Cálculos. Análisis de AO comerciales a partir de hojas de datos. Diseño, simulación e implementación de circuitos con AO, utilizando componentes como LDR, sensores final de carrera, PTC, NTC, etc.

Electrónica Digital

Unidad 6: Sistemas de numeración
Sistemas de numeración decimal, binario y hexadecimal. Representación numérica.
Conversión entre distintos sistemas numéricos. Algebra de Boole: postulados y teoremas (Teoremas de DeMorgan). Simplificación de funciones. Teoría de conjuntos para explicar las operaciones binarias.

Unidad 7: Circuitos combinacionales

Tecnologías TTL y CMOS. Compuertas lógicas. AND, OR, NOT, NAND, NOR, X-OR. Tablas de verdad. Función lógica. Formas canónicas: Producto lógico de sumas o maxitérminos, y Suma lógica de productos o minitérminos. Mapa de Karnaugh. Circuitos equivalentes. Análisis y síntesis de circuitos con compuertas (interpretación y diseño). Simulación en software LiveWire. Interpretación de hojas de dato de los CI. Implementación de circuitos en protoboard.
Bloques funcionales: Codificadores, decodificadores, multiplexores, demultiplexores. Conversores A/D y D/A.
Bloques aritméticos: sumadores, restadores y comparadores.
Implementación de circuitos combinacionales para la programación de LOGO! Siemens.

Unidad 8: Circuitos secuenciales
Introducción a los circuitos secuenciales. Unidad de memoria de 1 bit. Circuitos integrados característicos. Tablas y características de los flip flop tipo RS, D, JK, y T.
Sistemas embebidos: Programación básica de Arduino.

Bibliografía
Electricidad y Electrónica - Lic. Agustín Rela - Ministerio de Educación - INET. 2010.
1000 Problemas de Electrónica - Muhana. 2010.
Tecnología Industrial I - Francisco Silva Rodríguez - Edit. Mc Graw Hill. 2004.
Circuitos Electrónicos Discretos e Integrados - Donald Schilling y Charles Belove - Edit. Marcombo.
Teoría Electrónica Digital - Delgado, Mira, Dormido - Edit. Sanz y Torres S.L.