



UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO  
FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS  
DPTO DE TELECOMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA

**PROYECTO INTEGRADOR 3er AÑO  
TELECOMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA.**

**Sistema de telecontrol de estaciones de  
bombeo de agua mediante red inalámbrica.**

**Autores:**

- José Guerra Carmentate
- Leonardo Gonzales Reyes

**Tutor:**

- Dr. José Raúl Vento Álvarez

**Pinar del Río. 2017**

# ESCENARIO TECNOLÓGICO

- ❑ Es una situación generalizada que las estaciones de bombeo de agua de centros estatales se encuentran a una distancia considerable de la edificación central.
- ❑ Estas estaciones son de operación manual, requieren de un operador que o bien permanezca en la estación o que se desplace hacia ella varias veces al día.
- ❑ Esto ocurre dada la no existencia en el país de sistemas de telecontrol capaces de realizar ya sea de forma autónoma o mediante un gobierno remoto dicha tarea.

Necesidad de un Sistema de Monitoreo y Accionamiento Remoto de Estaciones de Bombeo.

# OBJETIVO E HIPÓTESIS

## Objetivo

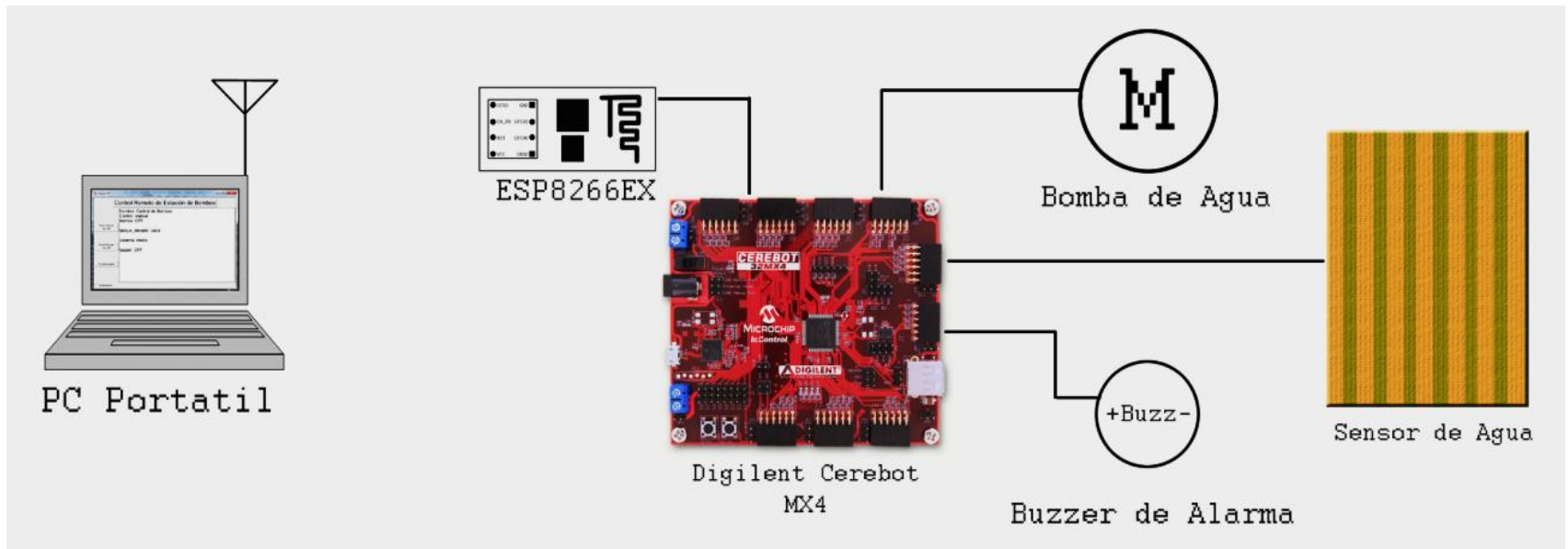
Diseñar un sistema inteligente interconectado vía WIFI para monitoreo y accionamiento de estaciones de bombeo.

## Hipótesis

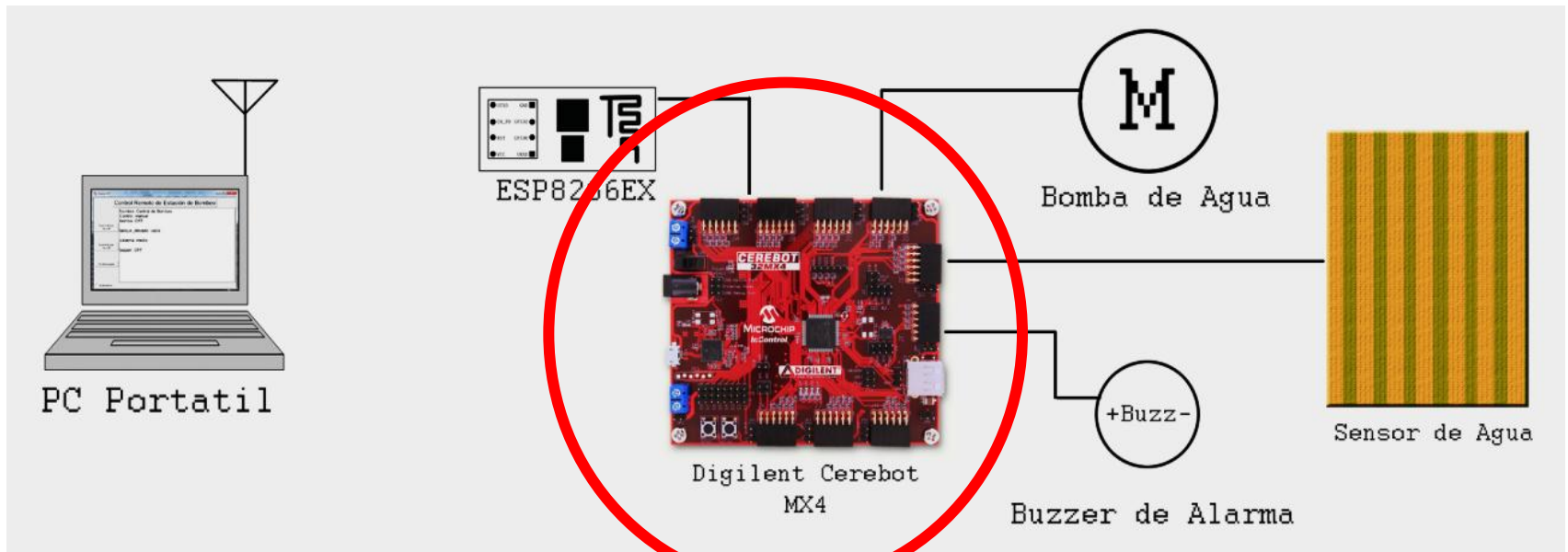
La implementación de un sistema inteligente con la Placa de Desarrollo *Digilent Cerebot 32MX4* y el *Módulo ESP8266* que permitirá el monitoreo y accionamiento de estaciones de bombeo de forma remota.

- Estudiar Placa de Desarrollo Digilent Cerebot 32MX4
- Estudiar Modulo WIFI ESP8266
- Desarrollar aplicación para la Placa de Desarrollo Digilent Cerebot 32MX4 que gestione pines de Entrada/Salida para monitoreo y accionamiento; y comunicación serie para control del Módulo WIFI ESP8266
- Desarrollar aplicación en entorno Python3 para PC personal o de mesa que presente una Interfaz Gráfica que permita al usuario el monitoreo de parámetros y accionamiento de actuadores utilizando un estructura XML para el intercambio de información.

# ARQUITECTURA DEL SISTEMA



# SISTEMA CON MICROCONTROLADOR



# SISTEMA CON MICROCONTROLADOR



El núcleo del sistema es la Placa de Desarrollo **Digilent Cerebot 32MX4** siendo esta la encargada de censar y actuar físicamente en la estación de bombeo. Además actúa como servidor para la aplicación cliente que controla el sistema. Esta placa realiza también la configuración del módulo de red inalámbrica y el intercambio de datos por esta vía.

**La placa interactúa físicamente con cuatro elementos:**

1. Módulo WIFI ESP8266EX
2. Relé de accionado de Bomba de Agua
3. Sensor de presencia de agua.
4. Zumbador



# SISTEMA CON MICROCONTROLADOR



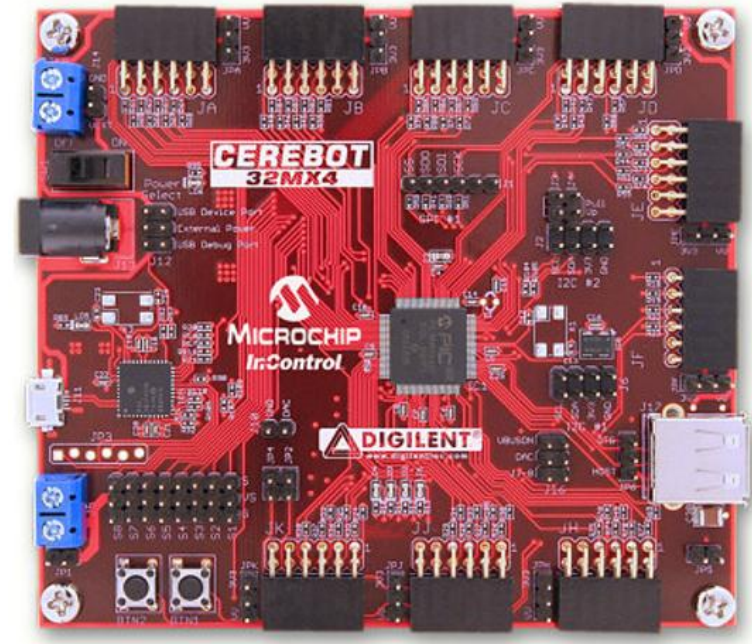
La placa Cerebot 32MX4 es una herramienta útil para control embebido y proyectos de robótica tanto para estudiantes como aficionados. Su versátil diseño y su micro-controlador programable permiten acceder a numerosos dispositivos periféricos y programar la placa para múltiples usos.

La placa cuenta con numerosos conectores de Entrada/Salida y varias opciones de alimentación.

# SISTEMA CON MICROCONTROLADOR

## Principales características:

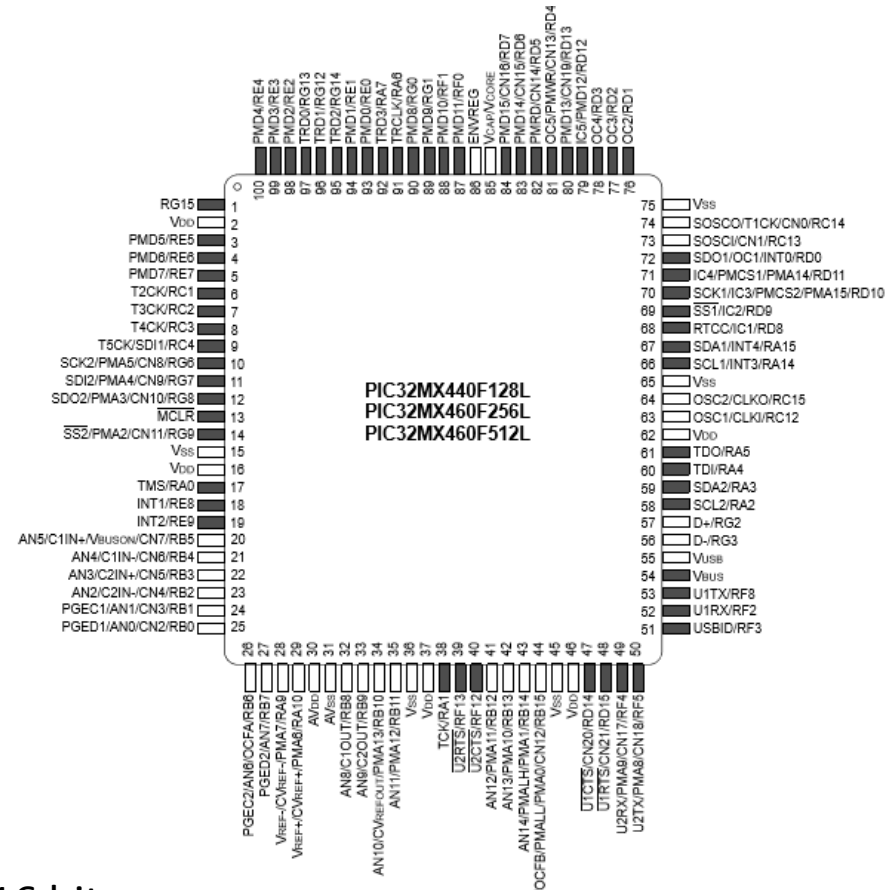
- Un micro-controlador PIC32MX460F512L
- Soporte para programación y depuración con el Entorno de Desarrollo Microchip MPLAB
- Nueve Conectores Pmod para placas de Módulos Periféricos (*Digilent Pmod™*)
- Ocho conectores para motores RC hobby Servo
- Soporte para Dispositivos USB 2.0, Host y OTG
- Dos Botones tipo Push
- Cuatro LEDs
- Múltiples opciones para alimentación, incluyendo alimentación USB.
- Protección ESD y protección contra cortocircuito en todos los pines de Entrada/Salida
- EEPROM ( IC2 ) 24LC256
- Conversor Digital-Analógico (IC3) MCP4725



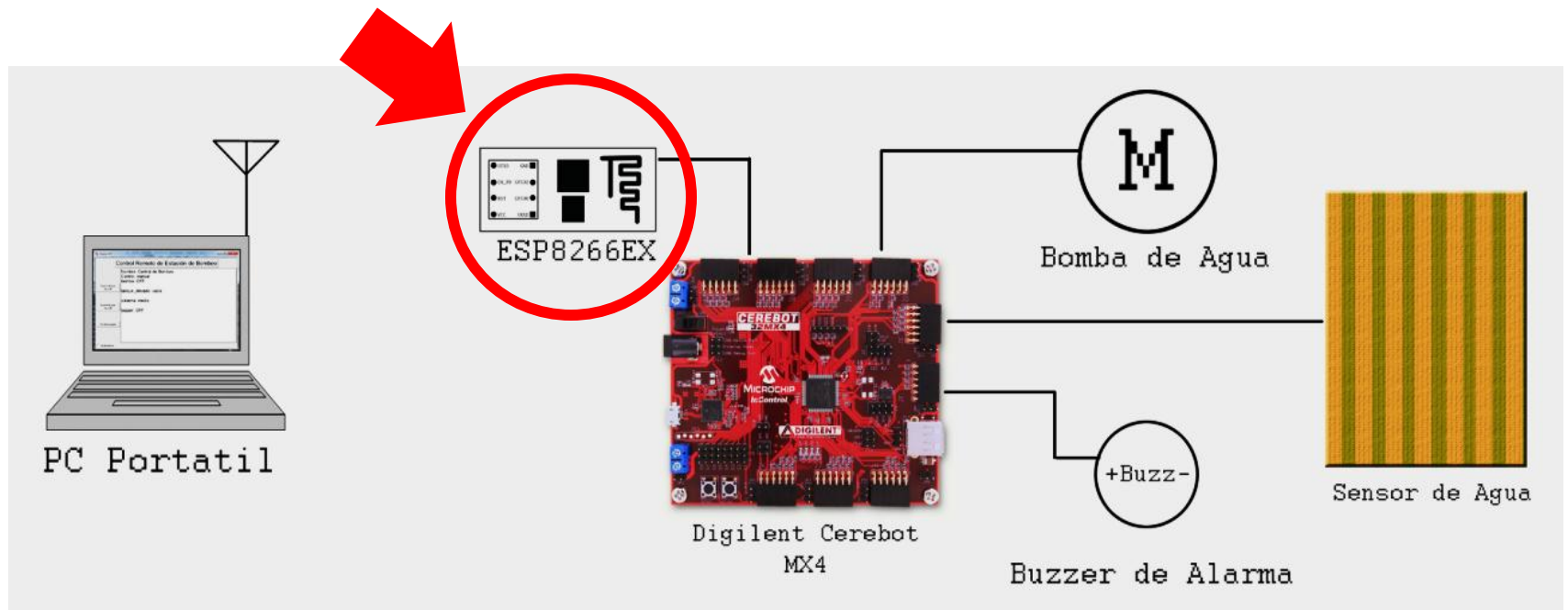
# MICROCONTROLADOR PIC32MX460

## Principales características:

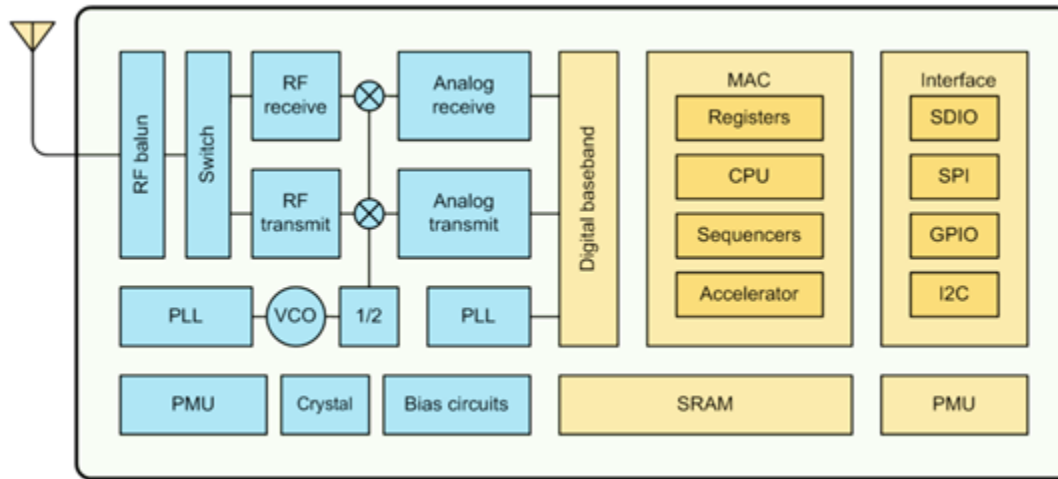
- Rango de temperatura de operación de -40°C a +105°C
- Rango de voltaje de operación de 2.3V a 3.6V
- 512KB Memoria flash de programa interna
- 32KB de Memoria SRAM interna
- USB 2.0 compliant full-speed On-The-Go (OTG) controller with dedicated DMA channel
- Dos Buses SPI (*Serial Peripheral Interface*)
- Dos Interfaces Series UART
- Dos Interfaces Series I2C
- Cinco temporizadores/Contadores de 16 bits
- Cinco temporizadores de captura de entrada
- Cinco Comparadores/Salida PWM
- Dieciséis entradas analógicas de 10 bits
- Dos comparadores analógicos



# MÓDULO WIFI ESP8266EX



# MÓDULO WIFI ESP8266EX

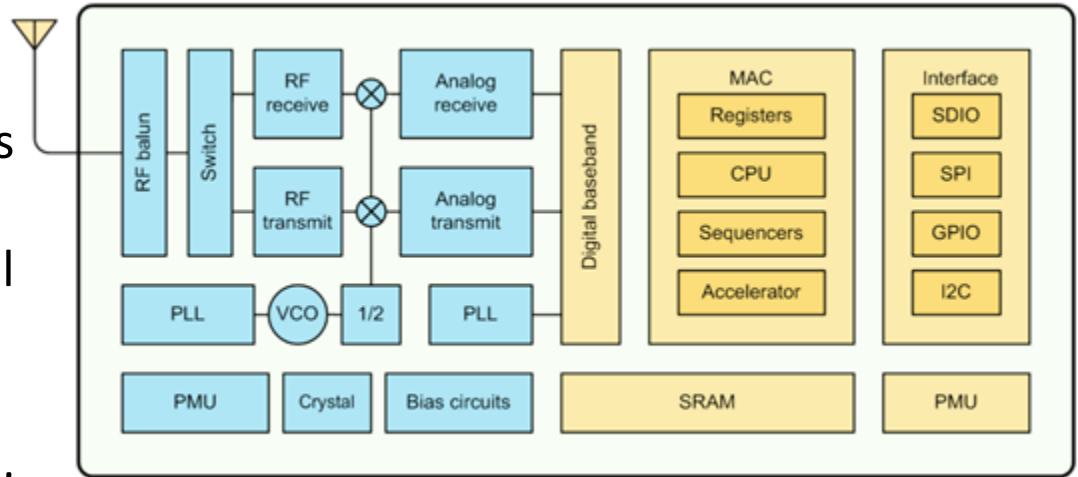


- ❑ ESP8266EX ofrece una completa y auto contenida solución a la interconexión WIFI; este puede ser utilizado para alojar la aplicación o para funcionar como adaptador WIFI.
- ❑ Cuando ESP8266EX aloja la aplicación, esta arranca directamente desde una memoria flash externa.
- ❑ Alternativamente, utilizándolo como Adaptador WIFI, acceso a internet inalámbrico puede ser agregado a cualquier micro-controlador con una simple conexión (Interfaz SPI/SDIO o I2C/UART).

# MÓDULO WIFI ESP8266EX

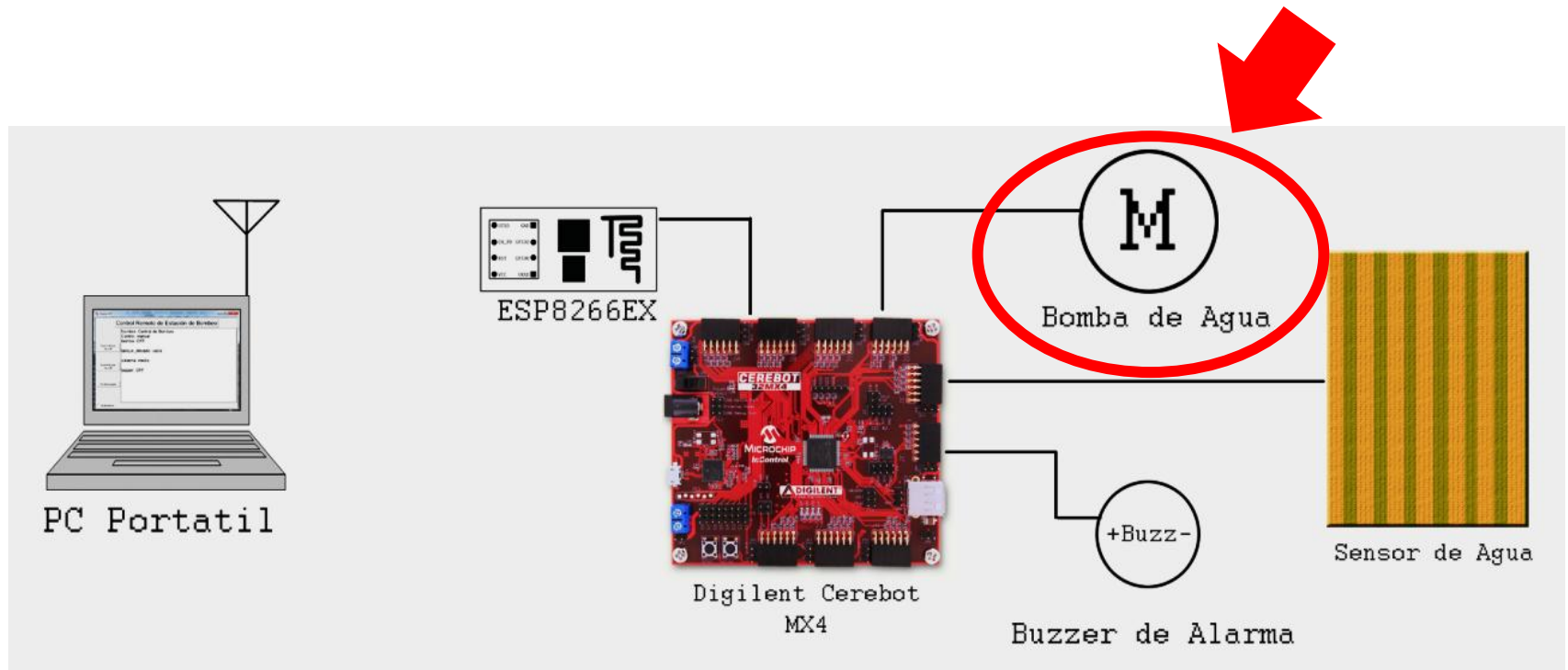
## Características:

- 802.11 b/g/n
- Microcontrolador de 32 bits Integrado
- Conversor Analógico-Digital Integrado
- Protocolo TCP/IP Integrado
- Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier and matching network
- PLL, reguladores, and power management units Integrado
- WiFi 2.4 GHz, con soporte WPA/WPA2
- Soporta varios modos de operación: STA/AP/STA+AP
- Soporte de Smart Link Function para dispositivos Android y iOS
- SDIO 2.0, (H) SPI, UART, I2C, I2S, IR Remote Control, PWM, GPIO
- Potencia consumida en Standby es  $< 1.0\text{mW}$  (DTIM3)
- Potencia de Salida de +20 dBm en modo 802.11b
- Rango de temperatura  $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$



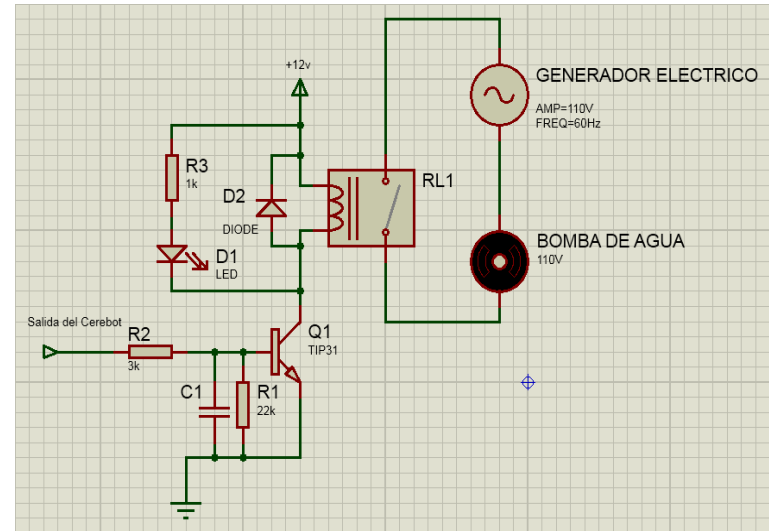


# INTERFAZ DE POTENCIA PARA BOMBA



# INTERFAZ DE POTENCIA PARA BOMBA

- ❑ Es el encargado de la activación de la bomba de agua.
- ❑ Su componente principal lo constituye un relé con tensión de bobina de 12V y manejo de corriente por contactos de 50A.
- ❑ Con la presencia de 3.3V procedente de la placa Digilent a la entrada del interfaz, provoca la activación del relé y el encendido de la bomba de agua.
- ❑ Se ha añadido a la entrada de la base un circuito paso bajo para la supresión de las interferencias de 60 Hz y de radiofrecuencia de onda media.
- ❑ El transistor utilizado es un TIP31 cuyas características son mas que suficientes para dicha aplicación.





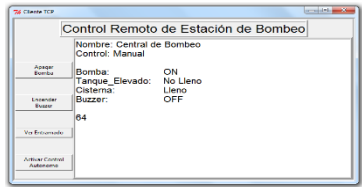
# TRANSISTOR TIP31

## MAXIMUM RATINGS

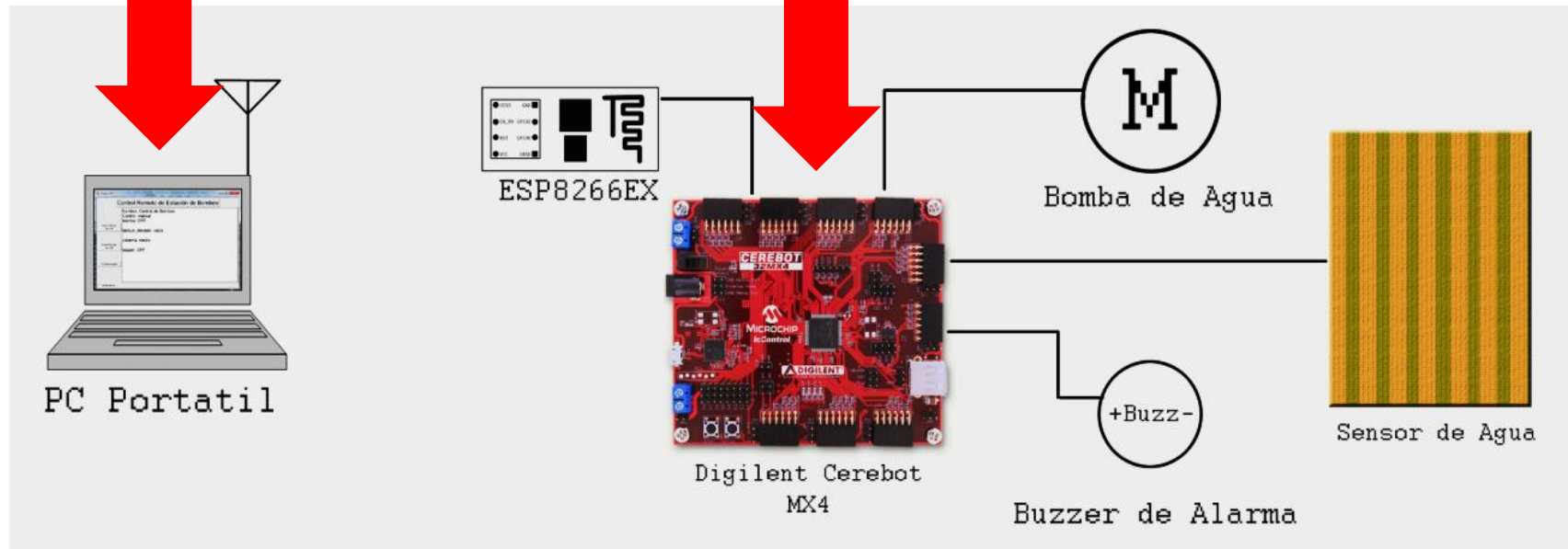
Rating	Symbol	Value	Unit
Collector – Emitter Voltage TIP31G, TIP32G TIP31AG, TIP32AG TIP31BG, TIP32BG TIP31CG, TIP32CG	$V_{CEO}$	40 60 80 100	Vdc
Collector–Base Voltage TIP31G, TIP32G TIP31AG, TIP32AG TIP31BG, TIP32BG TIP31CG, TIP32CG	$V_{CB}$	40 60 80 100	Vdc
Emitter–Base Voltage	$V_{EB}$	5.0	Vdc
Collector Current – Continuous	$I_C$	3.0	Adc
Collector Current – Peak	$I_{CM}$	5.0	Adc
Base Current	$I_B$	1.0	Adc
Total Power Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	40 0.32	W W/ $^\circ\text{C}$
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	2.0 0.016	W W/ $^\circ\text{C}$
Unclamped Inductive Load Energy (Note 1)	E	32	mJ
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	–65 to +150	$^\circ\text{C}$

# APLICACIONES PROGRAMADAS

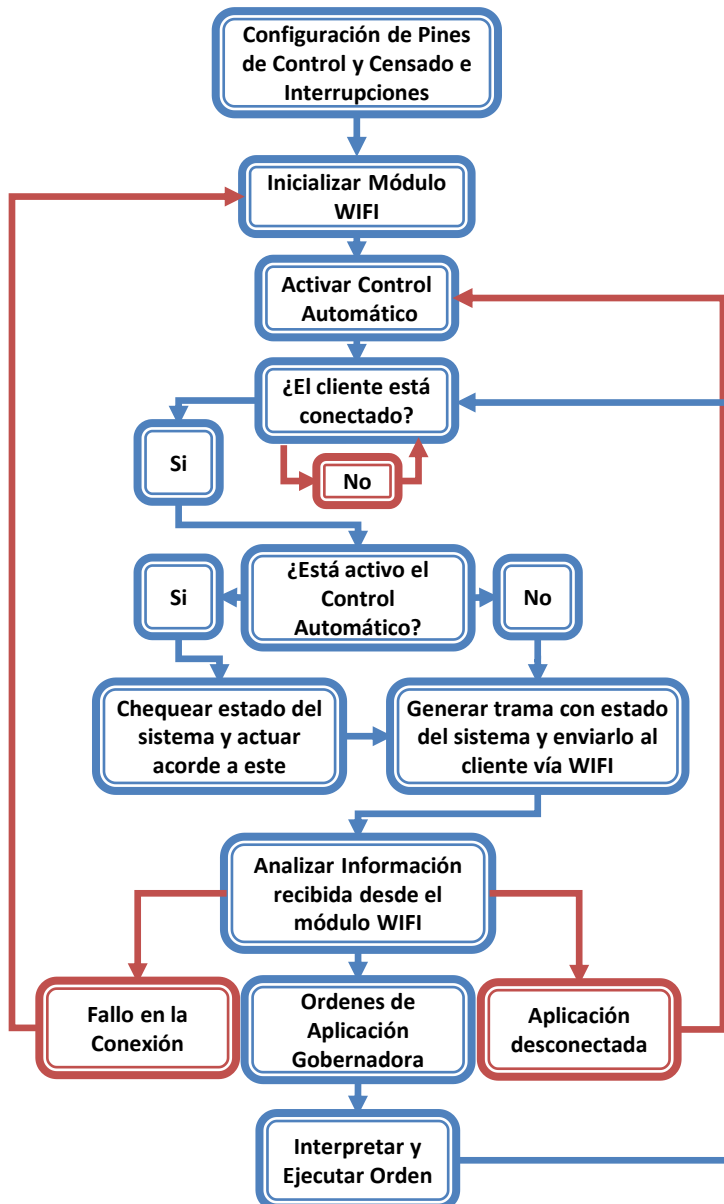
## APLICACIÓN (Desktop) para el control del Sistema



## PROGRAMA MICROCONTROLADOR



# FLUJO DE TRABAJO. MICROCONTROLADOR



## Configuración de Pines de Control y Censado e Interrupciones:

- Permite accionar la interfaz de potencia de la bomba.
- Permite la comunicación utilizando los periféricos UART

## Inicializar Modulo WIFI:

- Envía comandos al modulo WIFI para configurarlo como Access Point y verifica su correcta inicialización.

## Activar Control Automático:

- Configura el sistema para actuar de forma autónoma.

## ¿El cliente esta conectado?:

- Verifica si la aplicación de gobierno esta conectada al sistema.

## ¿Está activo el control Automático?:

- Verifica si el sistema esta configurado en modo autónomo.

## Chequear estado del sistema y actuar acorde a este:

- Si el sistema esta en modo automático actúa sin necesidad de un operador.

## Generar trama con estado del sistema y enviarlo al cliente vía WIFI:

- Crea trama XML con el estado actual del sistema y la transmite a la aplicación de gobierno a través del módulo WIFI ESP8266.

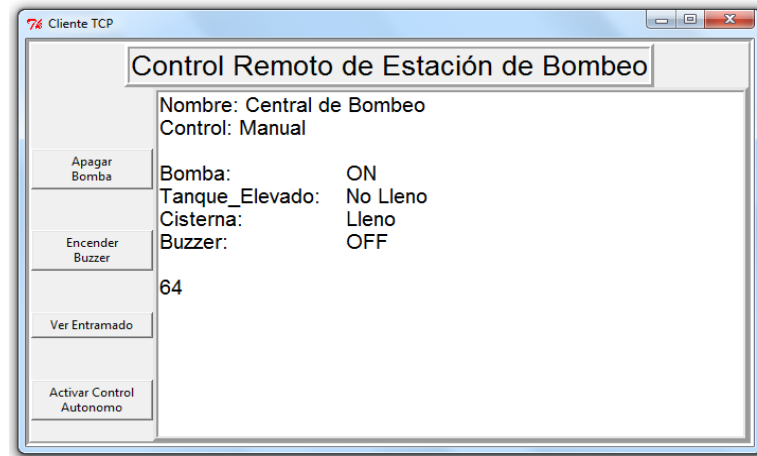
## Analizar Información recibida desde el modulo WIFI:

- Identifica si los datos recibidos vía UART2 desde el modulo WIFI son ordenes de la aplicación de gobierno o informe de error o desconexión.

## Interpreta y Ejecutar Orden:

- Obtiene la orden (en forma de etiqueta XML) enviada por la aplicación de control, la interpreta y ejecuta.

# Aplicación para el Control del Sistema



- ❑ Desarrollada en Python 3.1
- ❑ Módulo Tkinter (Interfaz Gráfica)

```
titulo = tk.Label( root, text="Control Remoto de Estación de Bombeo")
titulo.grid( row=0,column=0 )
columna.
.....
btn = tk.Button( root, text="OK" )
btn.grid( row=1,column=1 )
```

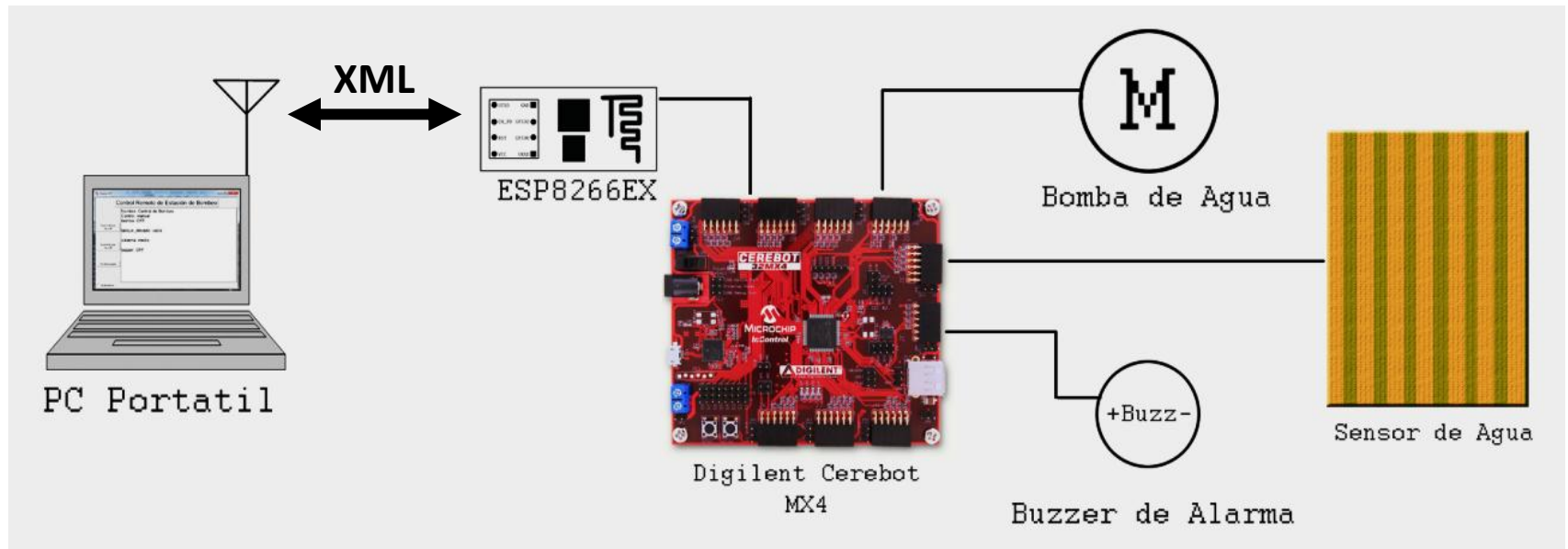
- ❑ Módulo Socket

```
.....
sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
.....
```

- ❑ Módulo Threading

```
class my_class( threading.Thread ):
    def __init__( self, master ):
        thread.Thread.__init__( self )
```

# INTERCAMBIO DE DATOS XML



# INTERCAMBIO DE DATOS XML

**Ej. comando enviados por la aplicación de escritorio a la placa**

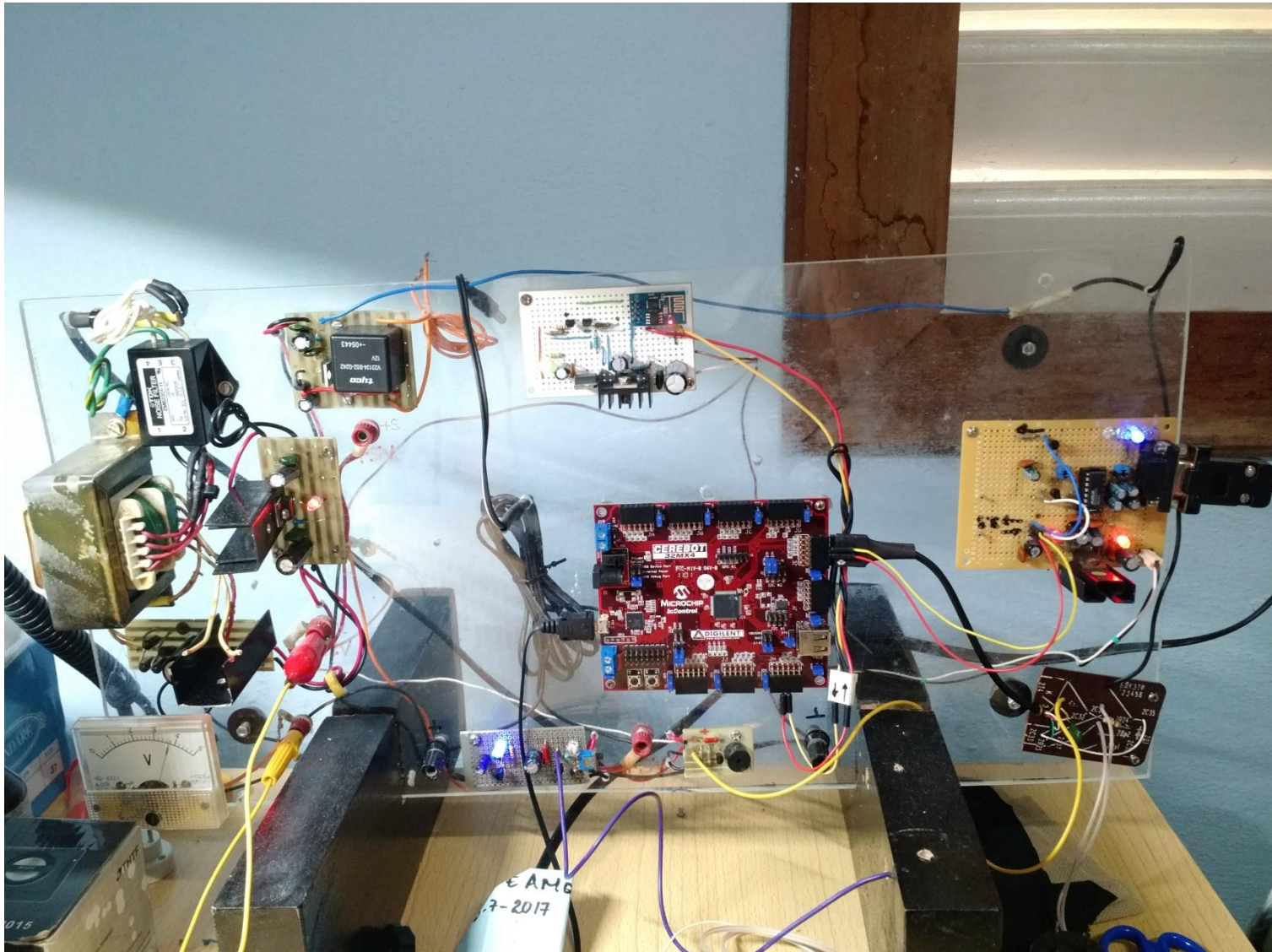
```
<bomba estado="ON"></bomba>
```

**Reporte de estado enviado por la placa Cerebot hacia el cliente  
Python:**

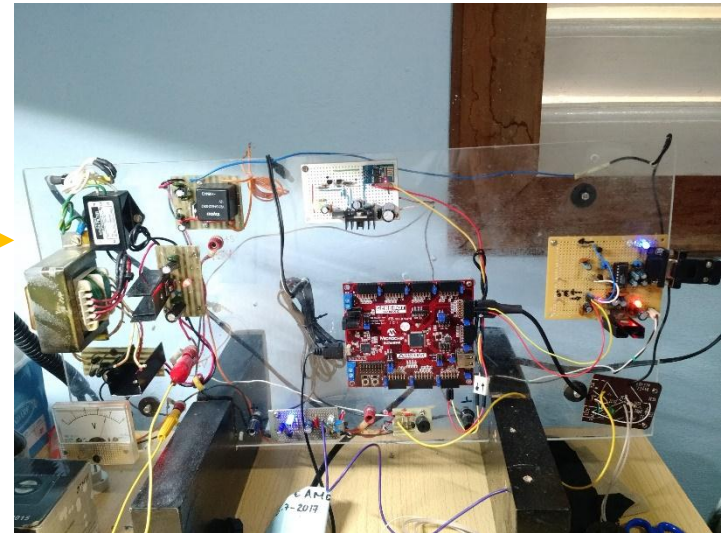
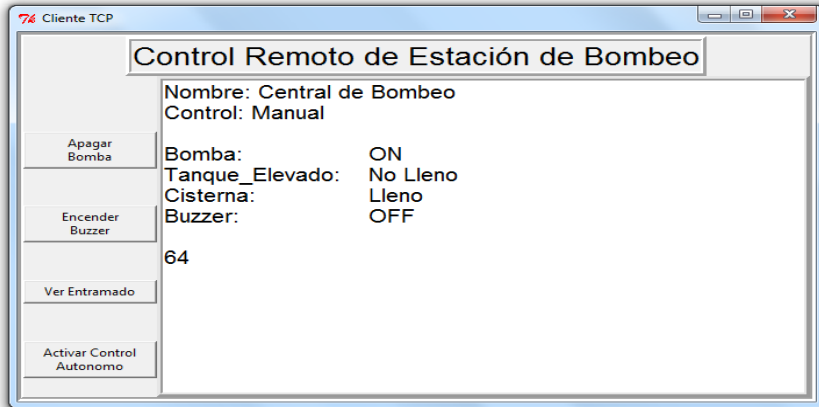
```
<estacion_de_bombeo name="Estación de Bombeo UPR"  
control="Manual">  
<bomba estado="OFF"></bomba>  
<tanque_elevado estado="vacío"></tanque_elevado>  
<cisterna estado="vacía"></cisterna>  
<buzzer estado="OFF"></buzzer>  
</estacion_de_bombeo>
```



# PROTOTIPO DEL SISTEMA



# DEMOSTRACIÓN PRÁCTICA





# CONCLUSIONES

- ❑ Se cumplieron todos los objetivos validando la hipótesis, cumpliendo el objetivo y dando solución al problema.
- ❑ Se estudiaron las principales características de la placa Cerebot 32MX4 y el micro-controlador PIC32MX460F512L por ser este el eje principal de dicha placa.
- ❑ Fueron estudiados las características del módulo WIFI ESP8266EX fundamentalmente en su uso como adaptador WIFI.
- ❑ Se analizaron las distintas variantes para desarrollar la aplicación para la Cerebot 32MX4 utilizando finalmente el IDE **mikroC PRO for PIC32** de mikroElektronika para programar la aplicación y obtener el archivo “.hex”, y el IDE **MPLAB** de Microchip como programador del micro-controlador.
- ❑ Para el desarrollo de la GUI en Python3 se utilizó el módulo *tkinter*, ya que al pertenecer este a los módulos estándar de Python permite que nuestra aplicación sea multiplataforma.
- ❑ Además, se utilizaron los módulos *socket* (para implementar la comunicación TCP/IP) y *threading* (para el trabajo con varios hilos de ejecución).



*GRACIAS*