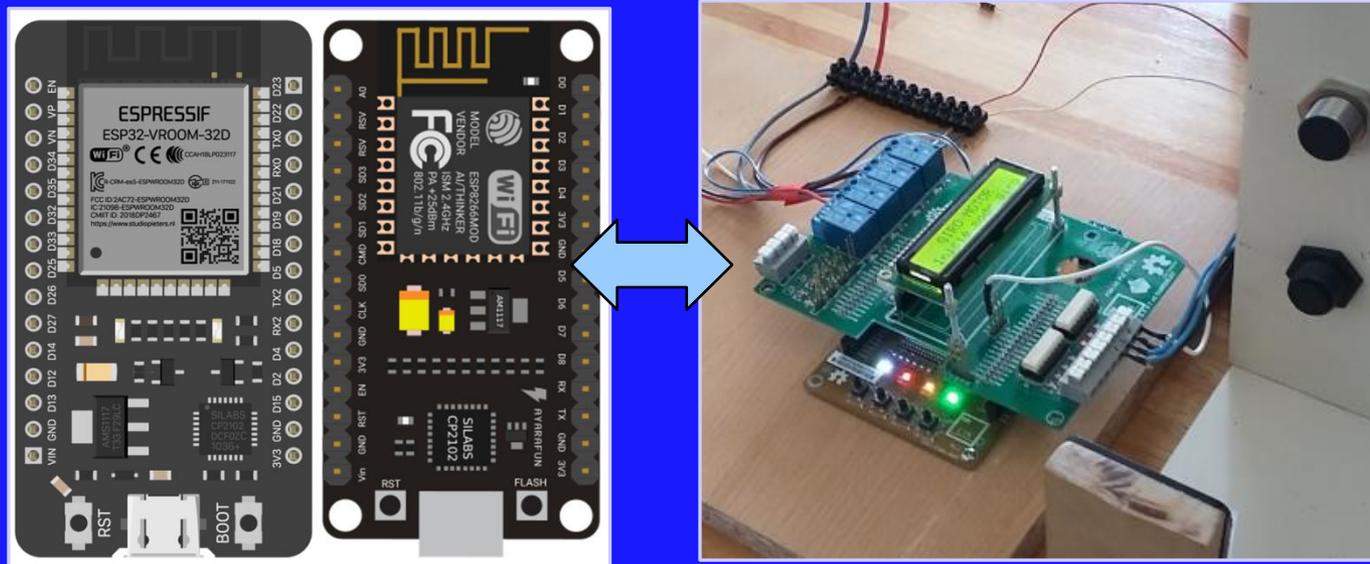


Avances en interfaces web para sistemas embebidos utilizando tecnología ESP y variantes – Aplicaciones en docencia



Parte I (Introducción) - Mg. Ing. Rafael Oliva, Ing. Esp. Nestor Cortez
Instituto de Tecnología Aplicada (ITA-UARG) Area Energías Alternativas

XX JORNADAS DE INFORMÁTICA 2023 – UNPA /UARG
26 de octubre 2023

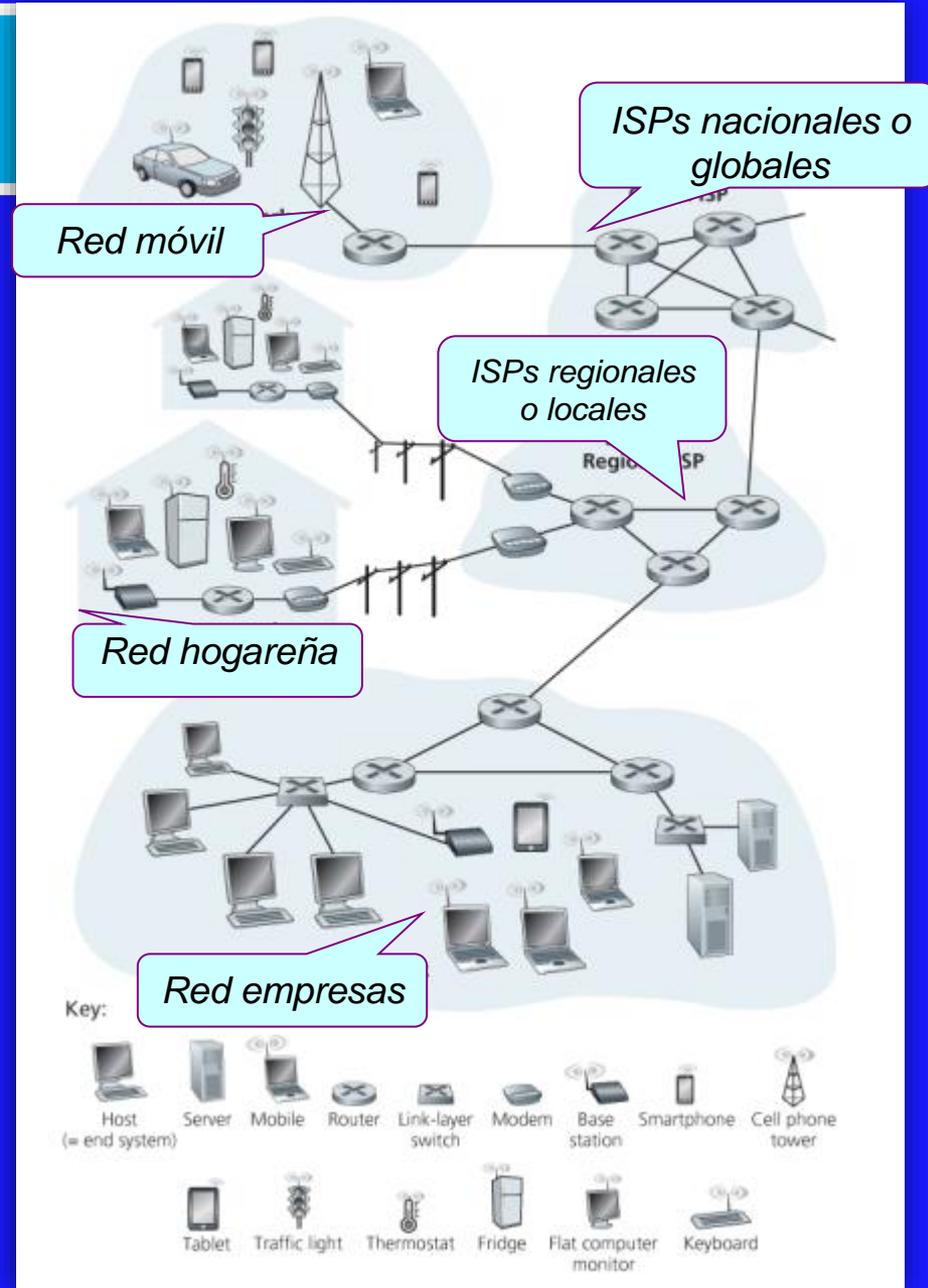
CONTENIDOS (1ra Parte):

- Interfaz Web en Internet – conceptos básicos y modelo de capas
- Uso de módulos ESP
- Sistemas embebidos – antecedentes
- Configuraciones posibles de conexión ESP-Sistema Embebido
- Caso demostración – Conexión a SISMED/SJ24 con módulo ESP y con Raspberry Pi4B
- Otros modelos y casos prácticos

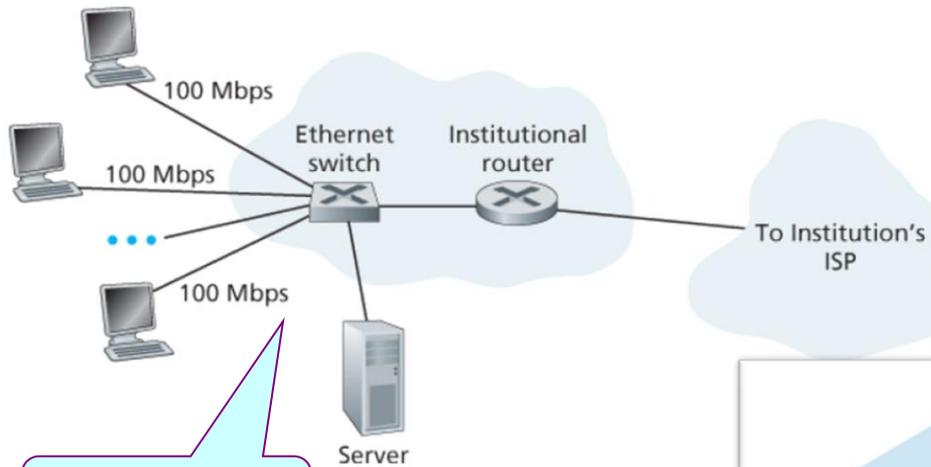
El uso de Internet para la conexión de dispositivos.. y casi todo lo demás

*ISP: Proveedor de Servicios
de Internet*

Gráficos de:
Kurose, Ross "Computer networking:
a top-down approach"
7ma Edición 2017 Ed. Pearson ISBN
0133594149

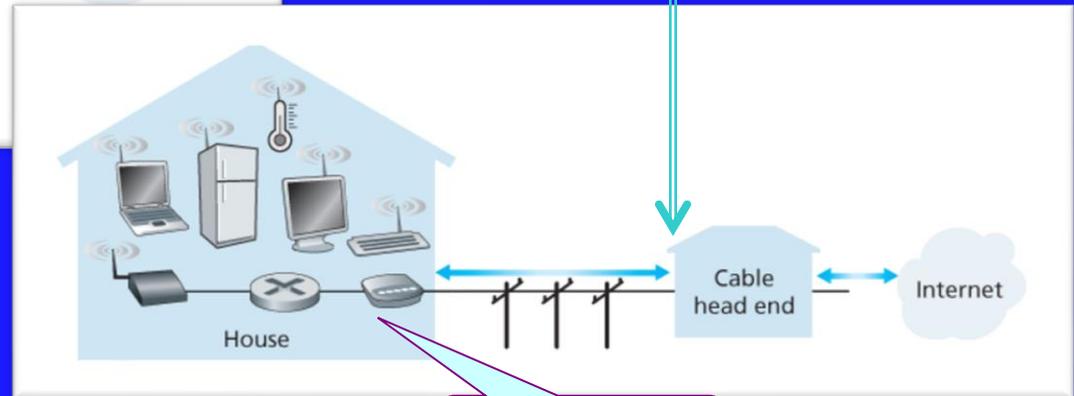


Accesos cableados (Ethernet) y WiFi



*Red
institucional*

ISP: Proveedor de Servicios de Internet



*Red hogareña
típica*

Gráficos de:

Kurose, Ross "Computer networking:
a top-down approach"
7ma Edición 2017 Ed. Pearson ISBN
0133594149

“Stack” o pila de protocolos de Internet

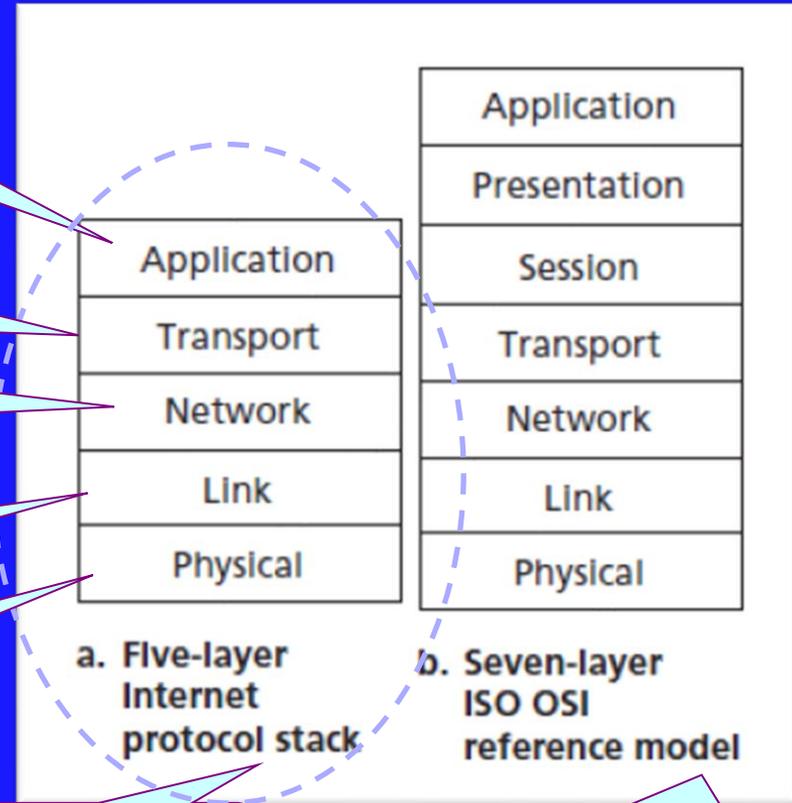
Capa de **aplicación** del usuario y los **protocolos asociados**: HTTP (Web), FTP, SMTP (mail)...

Capa de **transporte**: protocolos asociados: TCP (confiable, mas complejo), UDP (simple)

Capa de **red o network**: protocolo IP (v4 o v6) para enrutamiento de los paquetes de transporte

Capa de **enlace** para movimiento de los datagramas (Ethernet, WiFi, PPP..)

Capa **física** para movimiento de los bits individuales (cable UTP, fibra, RF)



Stack de 5 capas usado en Internet

OSI 7 capas completo, raramente usado

Gráficos de:

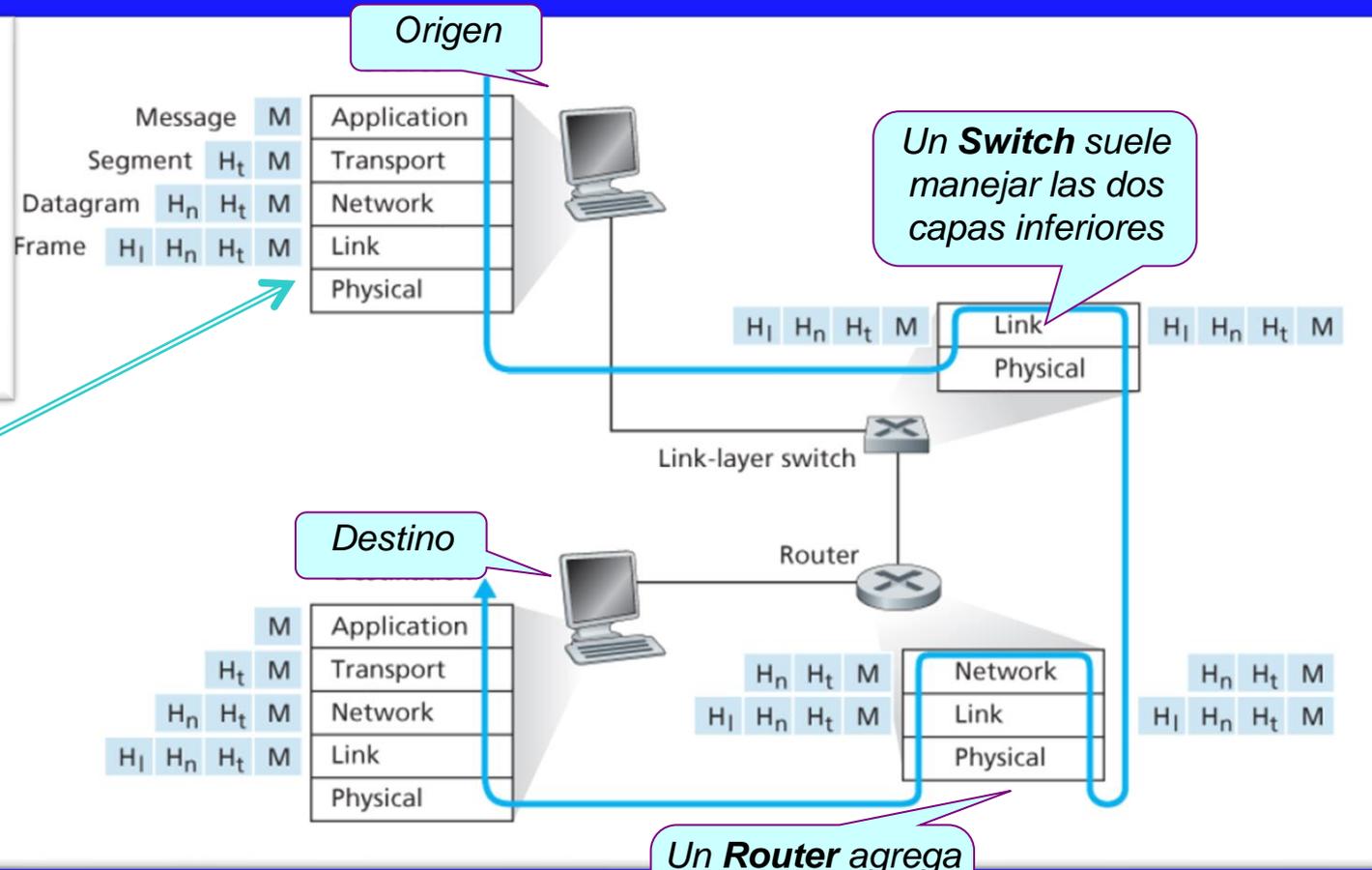
Kurose, Ross “Computer networking: a top-down approach”
7ma Edición 2017 Ed. Pearson ISBN 0133594149

“Stack” o pila de protocolos

Al mensaje **M** a enviar, se le agregan “Headers” o encabezados de cada capa:

H_t = header transporte
 H_n = header de red
 H_l = header de enlace

- Aplicación
- Transporte
- Red
- Enlace
- Físico



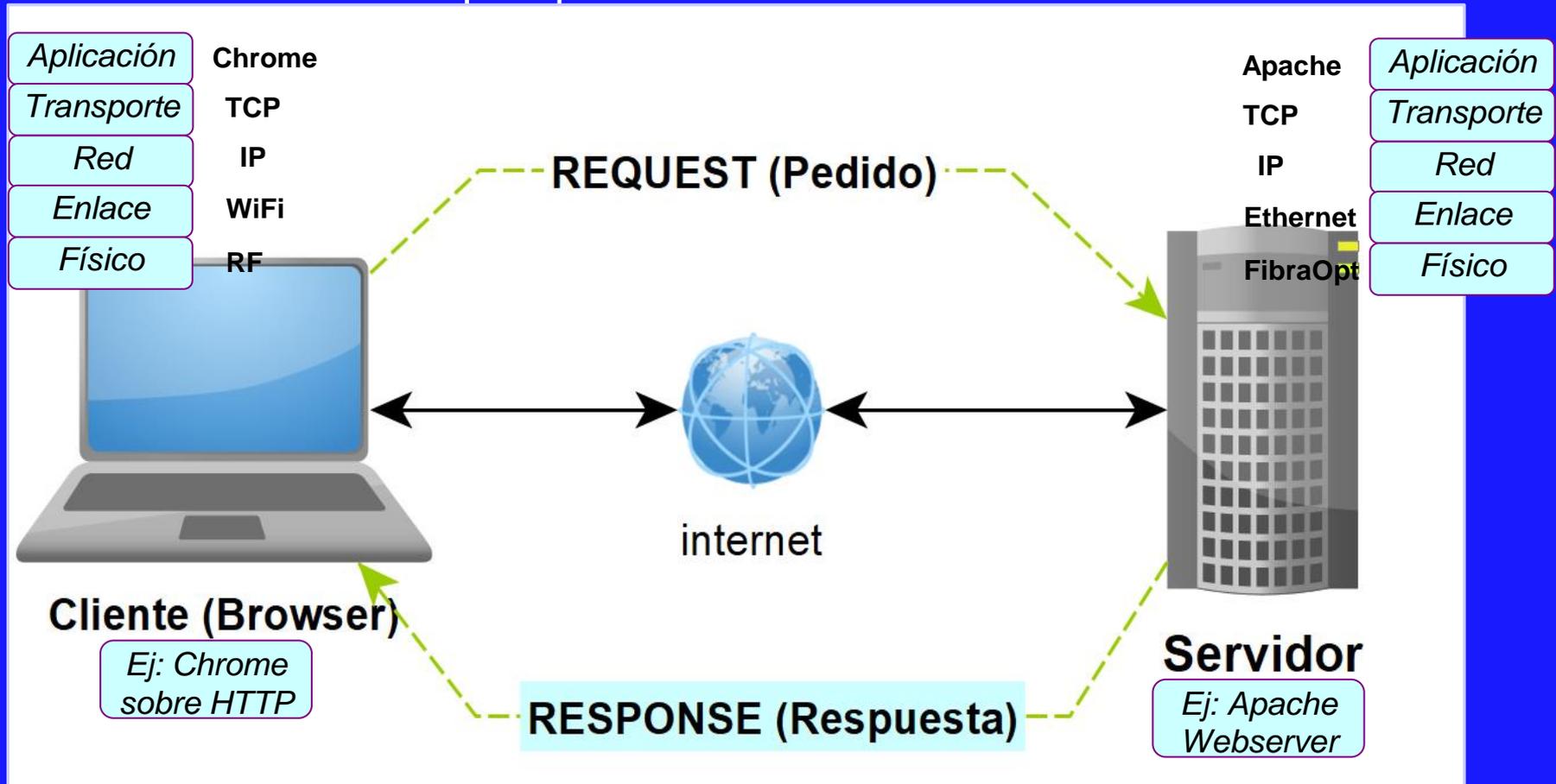
Gráficos de:

Kurose, Ross “Computer networking: a top-down approach”
 7ma Edición 2017 Ed. Pearson ISBN 0133594149

Un Router agrega capacidad de enrutamiento

Interfaz Web elemental – a Servidor convencional

Protocolo HTTP en capa Aplicación + TCP/IP



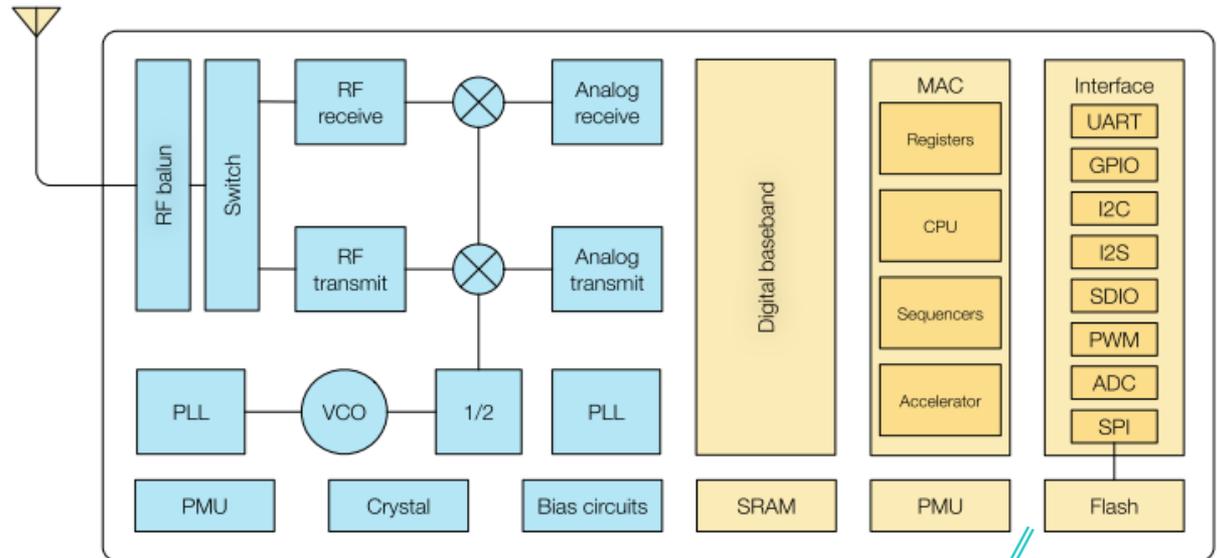
Espressif – Módulos ESP8266 y ESP32

Familia ESP

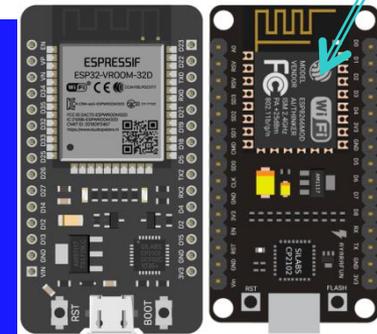
Wi-Fi SoC (System on Chip) para IoT

- Capacidades de WiFi Integradas, para funcionar sólo o como esclavo en comunicación con otros sistemas embebidos
- Contienen RAM y Memoria Flash interna, y se los puede programar con **Arduino IDE (similar a C++)** o con **Visual Studio Code / PlatformIO** y otras herramientas (C++)
- En el arranque bootea desde su flash interna. Puede funcionar como adaptador WiFi via UART o SPI
- ESPxxx integra antena, switches, RF balun, amplificador, receptor, filtros.

The functional diagram of ESP8266EX is shown as in Figure 3-1.



<https://www.espressif.com/>



Espressif – Módulos ESP32

<https://www.espressif.com/>

Familia ESP

Wi-Fi SoC (System on Chip)
para IoT



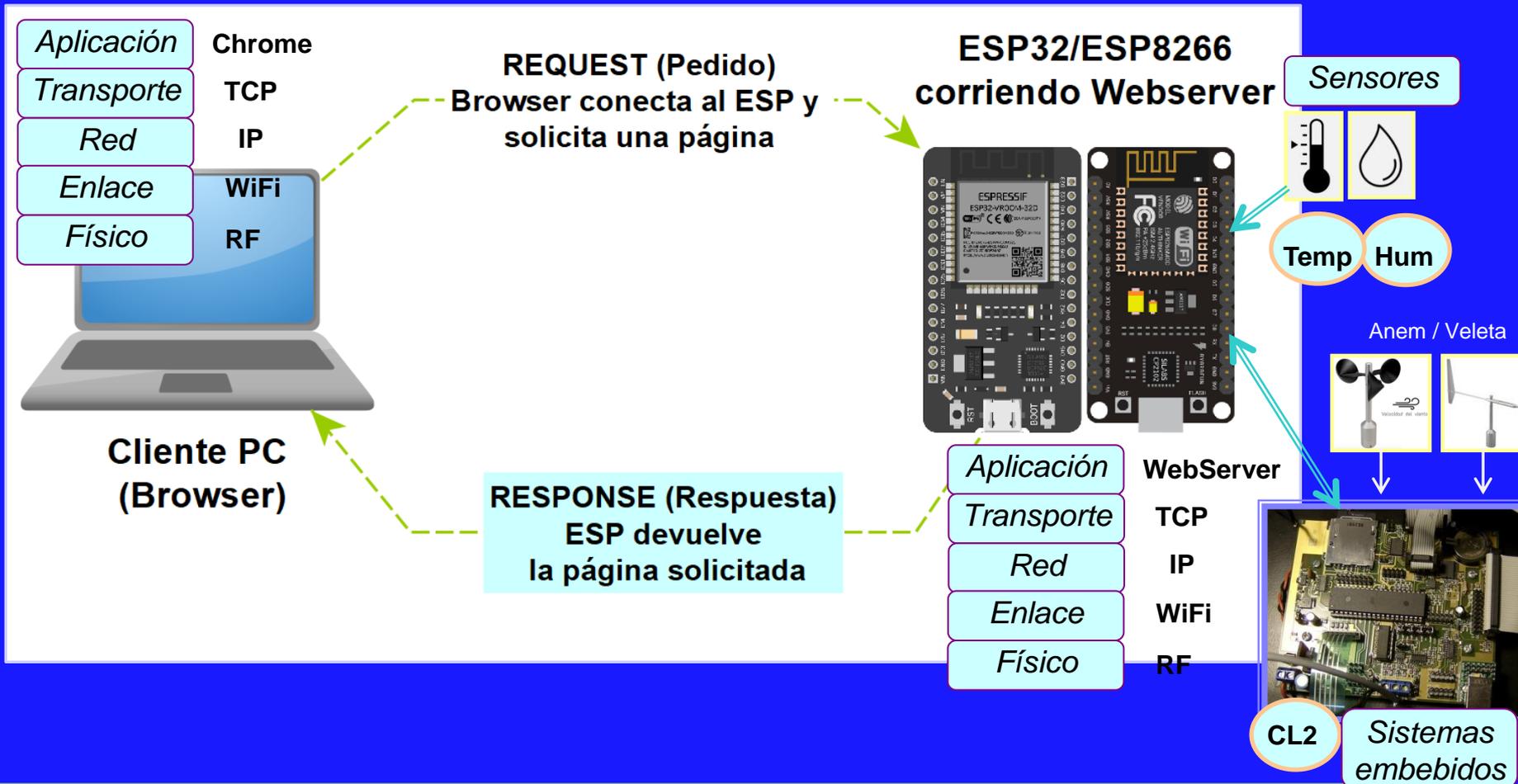
ESP32-DevKitC

ESP32-DevKitC is a low-footprint and entry-level development board that is part of the ESP32 series. This board has a rich peripheral set. The built-in ESP32 pinout is optimized for hassle-free prototyping!



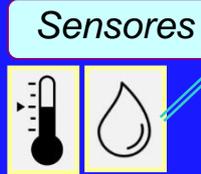
Interfaz Web – reemplazo por Servidores ESP

Conexión directa a sensores u a otros sistemas embebidos

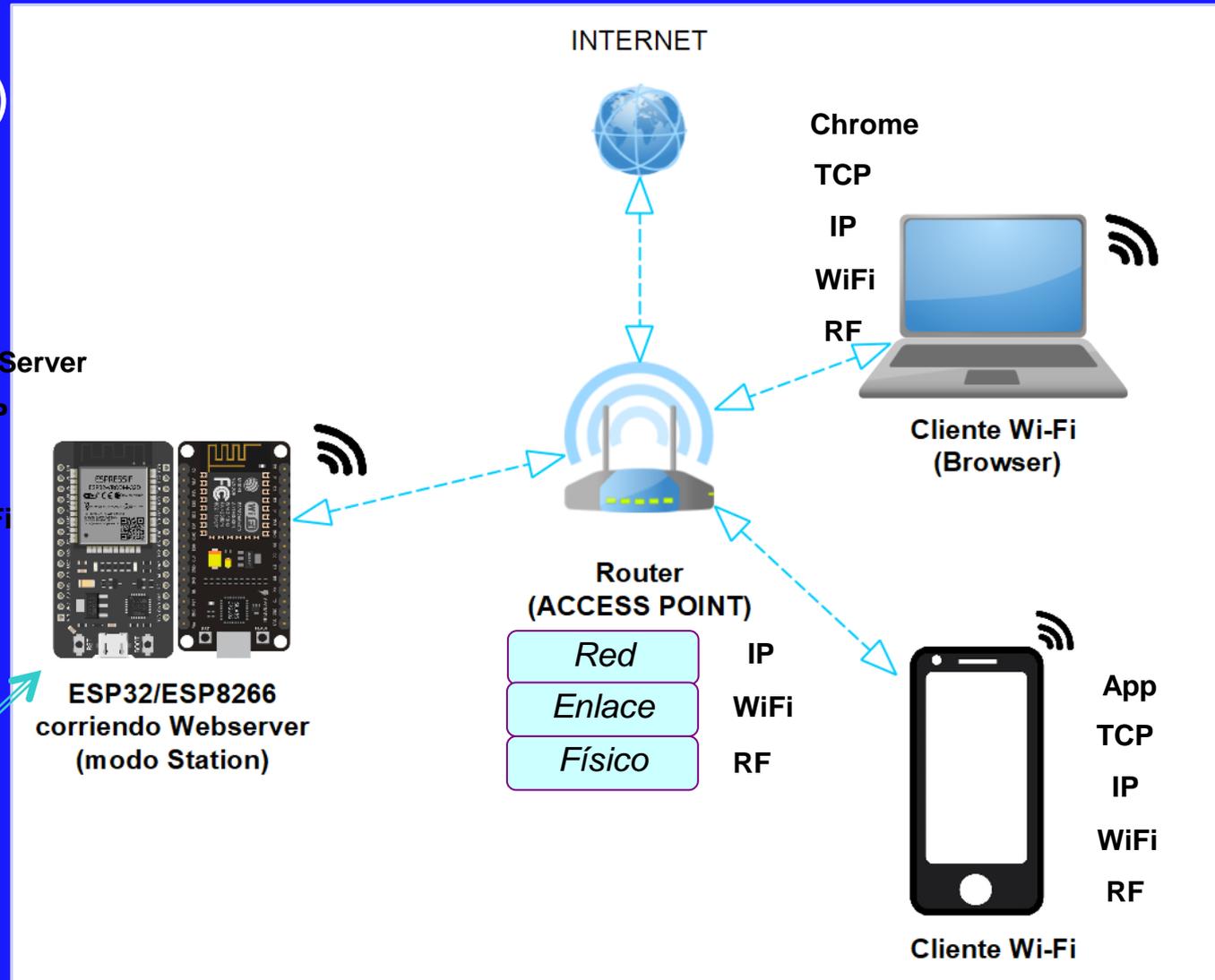


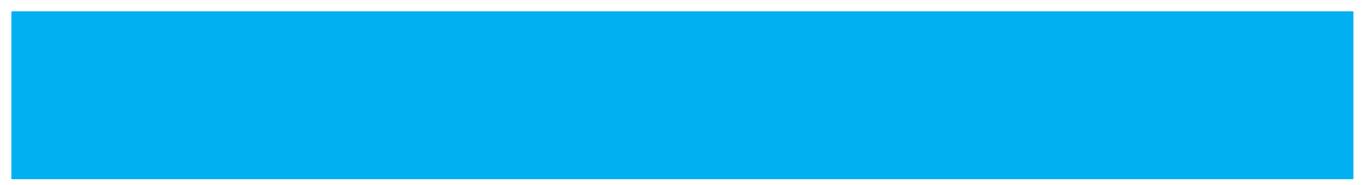
Configuración (i) – ESPs como Estación WiFi

Aplicación	WebServer
Transporte	TCP
Red	IP
Enlace	WiFi
Físico	RF



Temp Hum

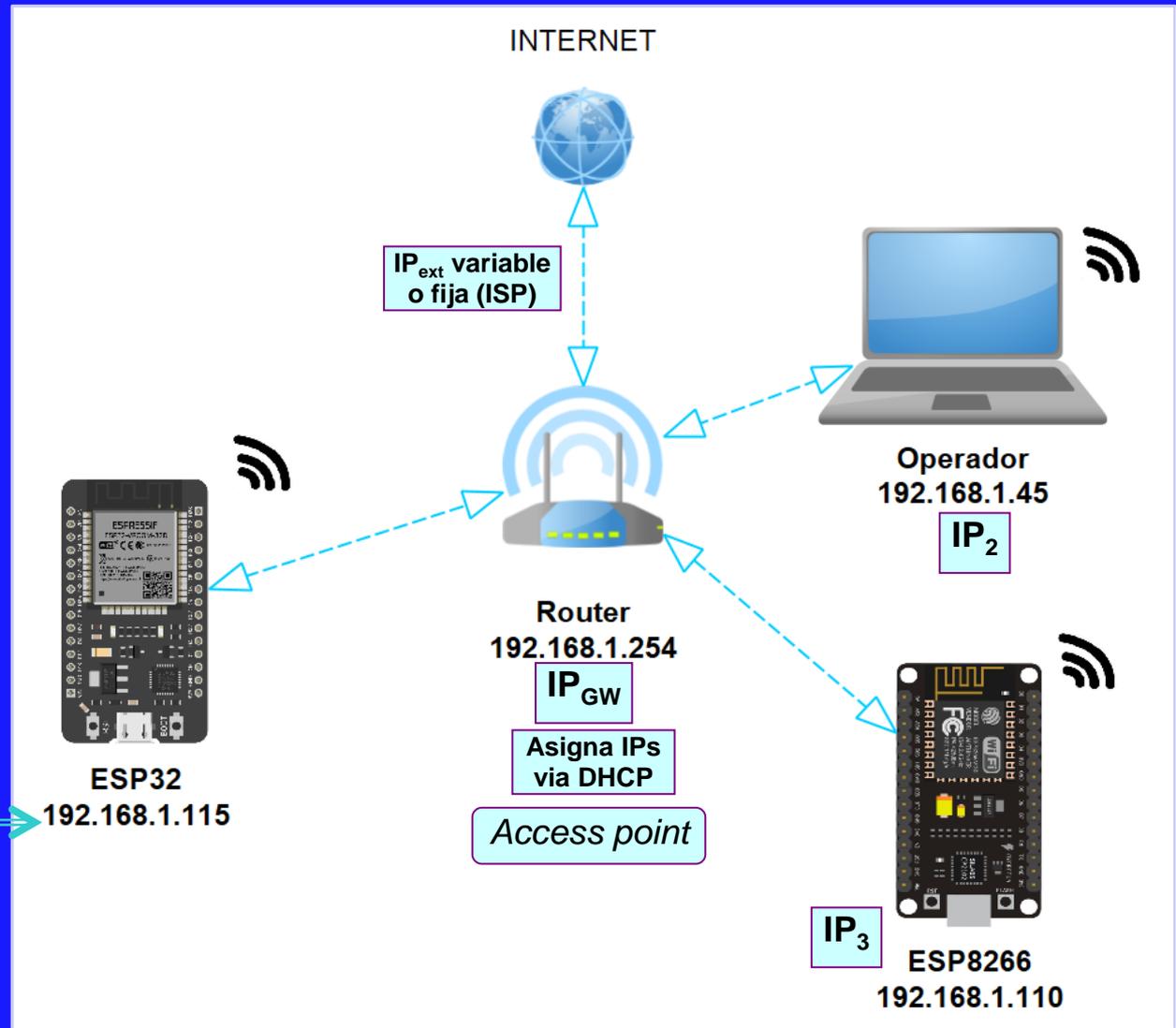


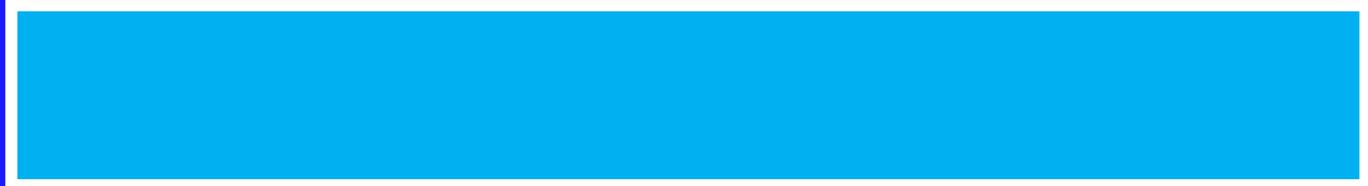


Configuración (ib) – ESPs como Estación WiFi

Direcciones típicas en una red interna

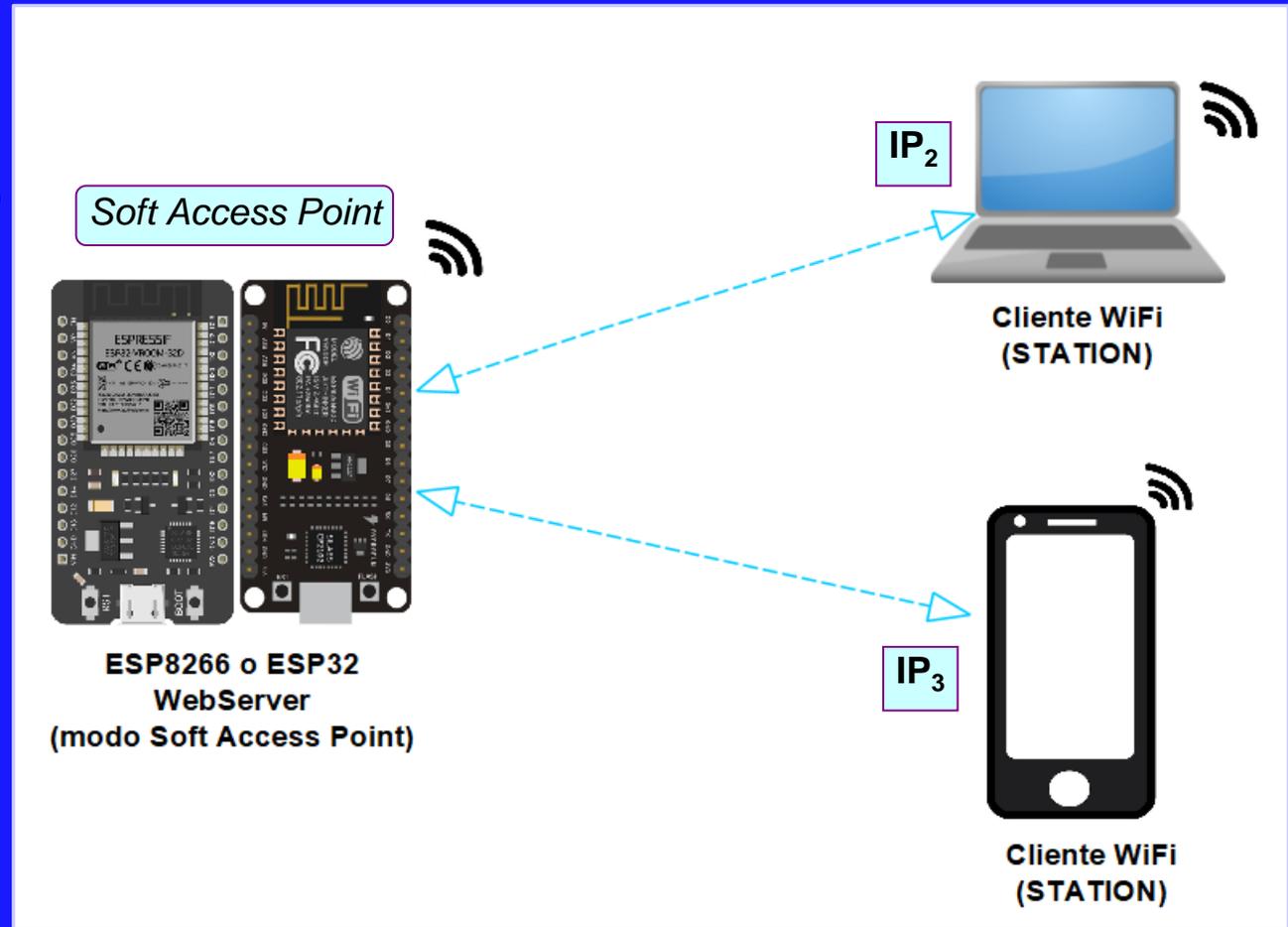
Aplicación	
Transporte	TCP
Red	IP ₁
Enlace	WiFi
Físico	RF





Configuración (ii) – ESPs como “Soft Access Point”

(sin vinculación
a Internet)



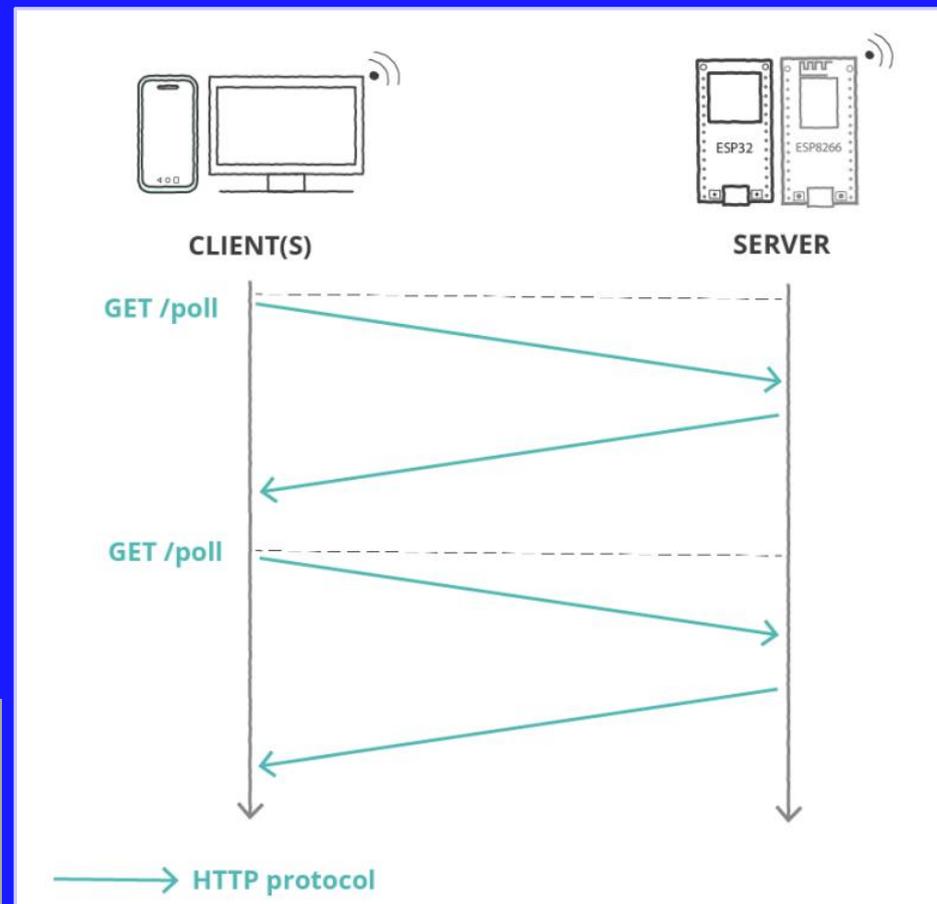
Comunicación Cliente-Servidor (i) – HTTP Polling

El cliente “consulta” o “encuesta” (*polls*) al servidor periódicamente utilizando comandos GET/poll. El Servidor ESP solamente responde ante consultas del cliente (usuario)

Gráficos de:

R.Santos, S.Santos “Building Web Servers with ESP8266/ESP32”
2ndEd 2021 ebook

<https://randomnerdtutorials.com/courses>



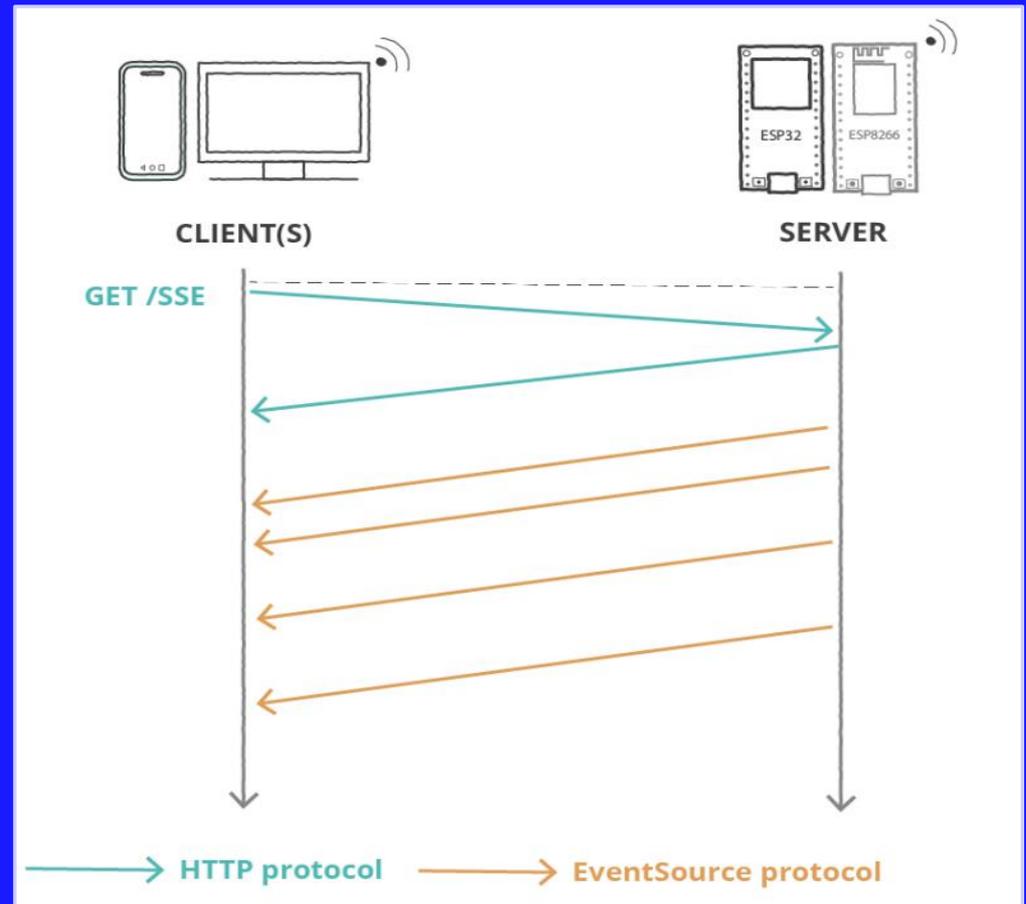
Comunicación Cliente-Servidor (ii) – Eventos del Lado Servidor (SSE)

El cliente inicia el modo SSE, después de lo cual el Servidor ESP envía automáticamente respuestas a eventos (por ejemplo lecturas de sensor, pulsaciones de botones, etc.) El cliente no puede enviar datos hacia el servidor después del protocolo inicial GET/SSE, salvo que se lo termine.

Gráficos de:

R.Santos, S.Santos "Building Web Servers with ESP8266/ESP32"
2ndEd 2021 ebook

<https://randomnerdtutorials.com/courses>



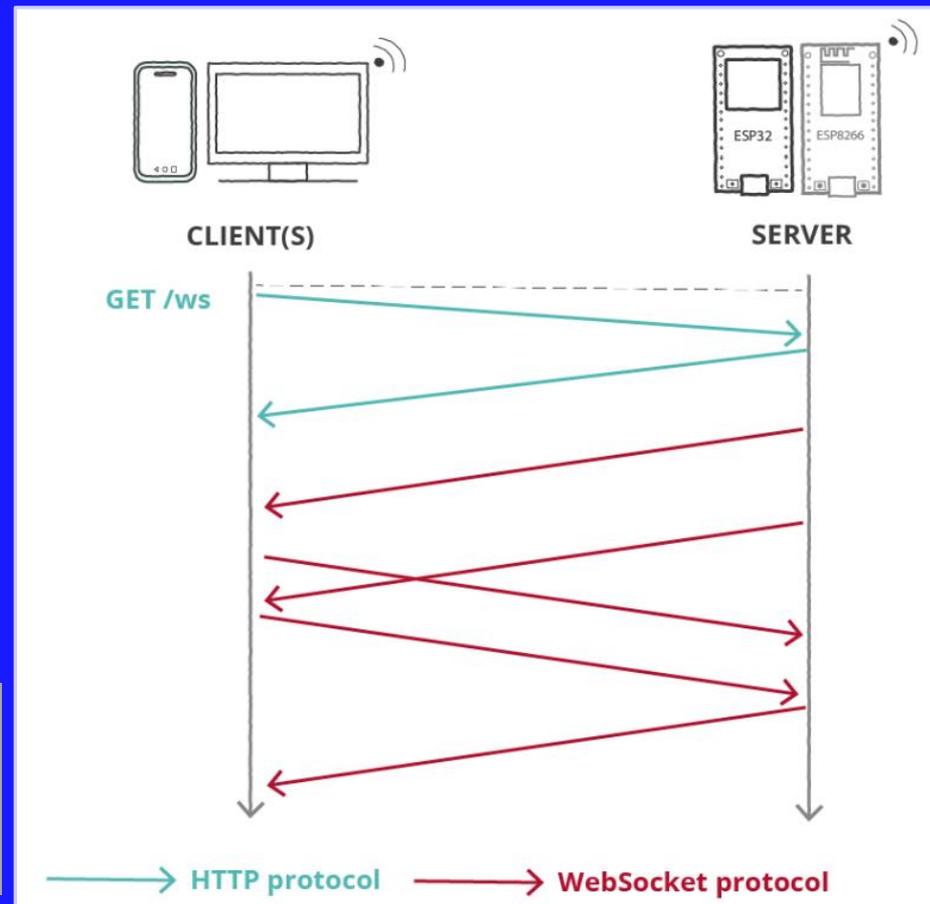
Comunicación Cliente-Servidor (iii) – WebSocket

Un WebSocket es una conexión persistente bidireccional, que inicia el cliente con el Servidor ESP, después de lo cual ambas partes pueden enviar y recibir datos usando una conexión TCP.

Gráficos de:

R.Santos, S.Santos "Building Web Servers with ESP8266/ESP32"
2ndEd 2021 ebook

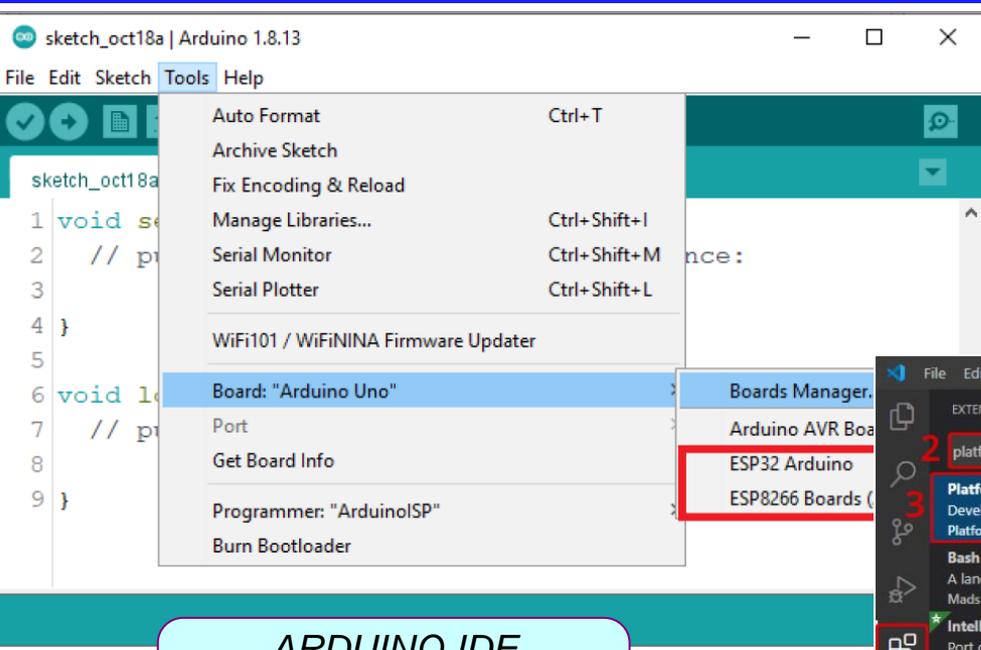
<https://randomnerdtutorials.com/courses>



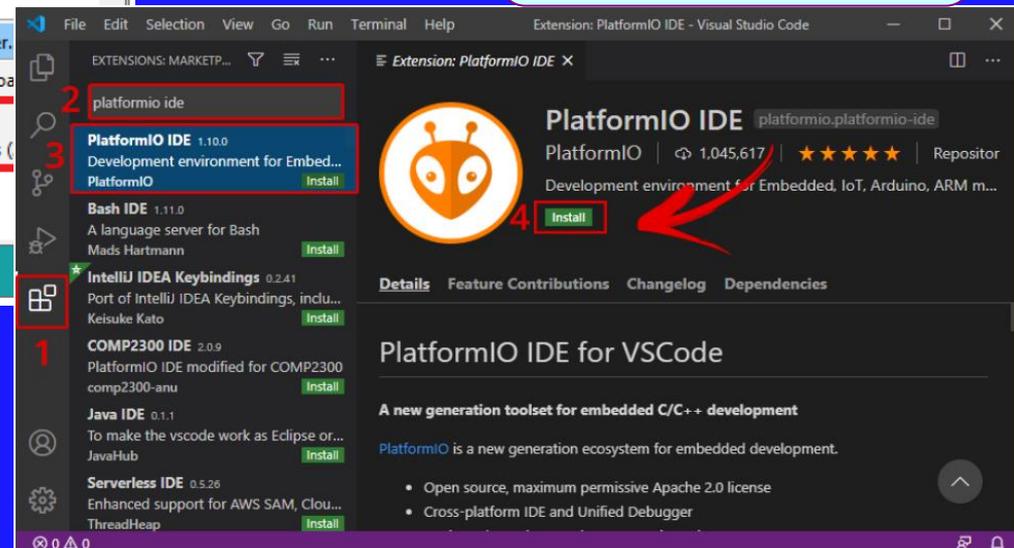
Primer Proyecto con ESP8266 / ESP32 “Hola Mundo” programable desde Arduino IDE o VSC / PIO

*Ambos GRATUITOS y
disponibles para Windows,
Ubuntu o MacOS*

VISUAL STUDIO CODE
<https://code.visualstudio.com/download>



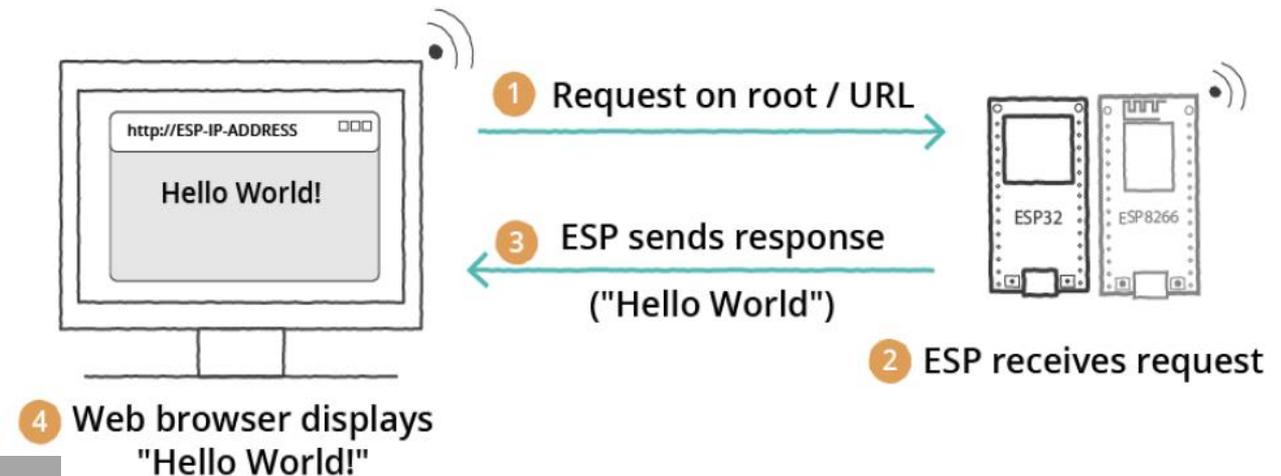
ARDUINO IDE
<https://www.arduino.cc/en/software>



Primer Proyecto con ESP8266 / ESP32 “Hola Mundo”

(i) HTML en código .cpp

Project Overview

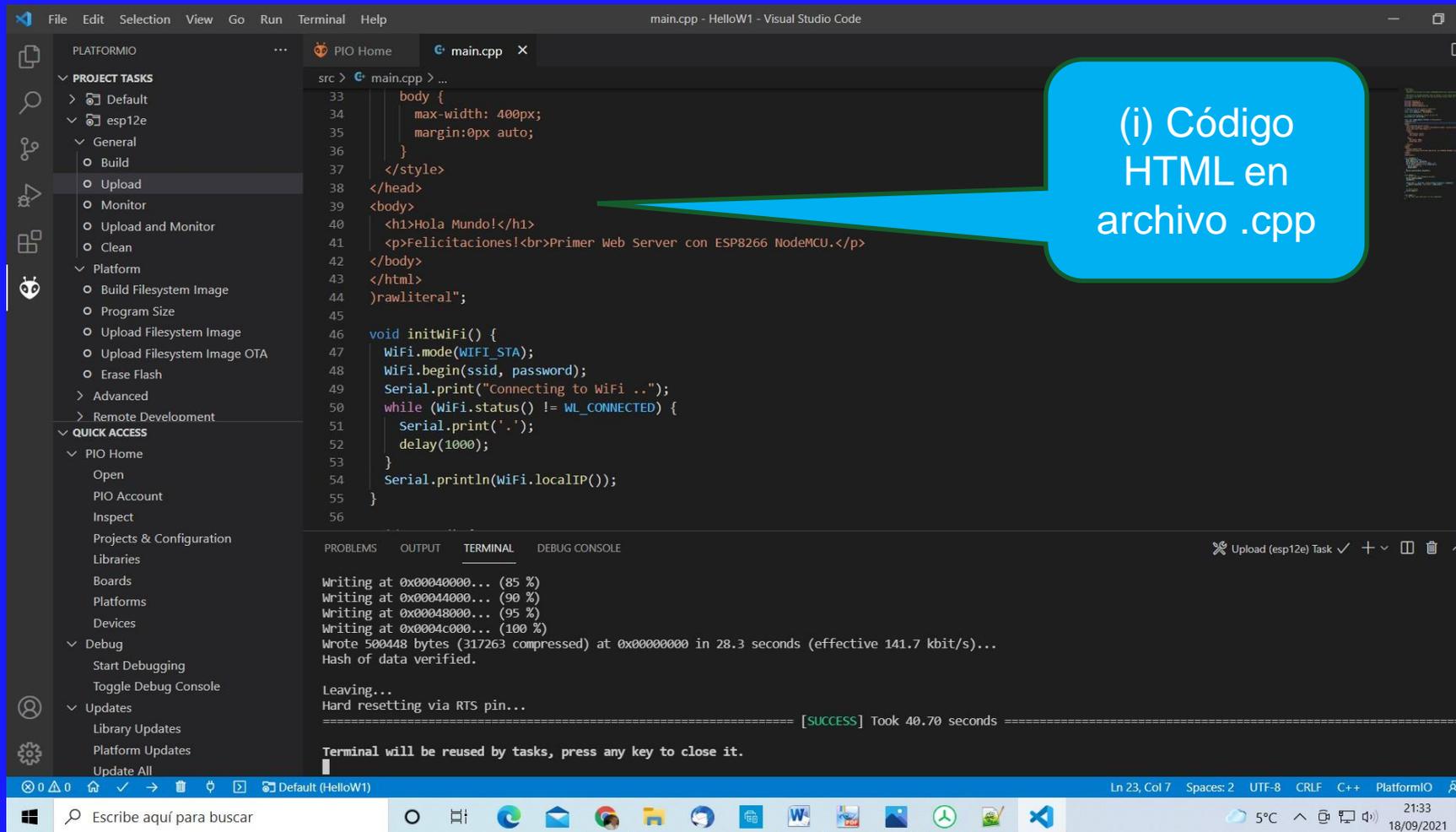


Gráficos de:

R.Santos, S.Santos “Building Web Servers with ESP8266/ESP32”
2ndEd 2021 ebook

<https://randomnerdtutorials.com/courses>

Primer Proyecto con ESP8266 / ESP32 “Hola Mundo” (alt-i)



The screenshot shows the Visual Studio Code interface with the following elements:

- PlatformIO Panel (Left):** Shows the 'PIO Home' platform selected under 'esp12e'.
- Code Editor (Center):** Displays the content of `main.cpp`:


```

src > main.cpp > ...
33     body {
34         max-width: 400px;
35         margin:0px auto;
36     }
37     </style>
38 </head>
39 <body>
40     <h1>Hola Mundo!</h1>
41     <p>Felicitaciones!<br>Primer Web Server con ESP8266 NodeMCU.</p>
42 </body>
43 </html>
44 )rawliteral";
45
46 void initWiFi() {
47     WiFi.mode(WIFI_STA);
48     WiFi.begin(ssid, password);
49     Serial.print("connecting to WiFi ..");
50     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
51         Serial.print('.');
52         delay(1000);
53     }
54     Serial.println(WiFi.localIP());
55 }
56
      
```
- Terminal (Bottom):** Shows the upload progress and completion:


```

Writing at 0x00040000... (85 %)
Writing at 0x00044000... (90 %)
Writing at 0x00048000... (95 %)
Writing at 0x0004c000... (100 %)
Wrote 500448 bytes (317263 compressed) at 0x00000000 in 28.3 seconds (effective 141.7 kbit/s)...
Hash of data verified.

Leaving...
Hard resetting via RTS pin...

===== [SUCCESS] Took 40.70 seconds =====

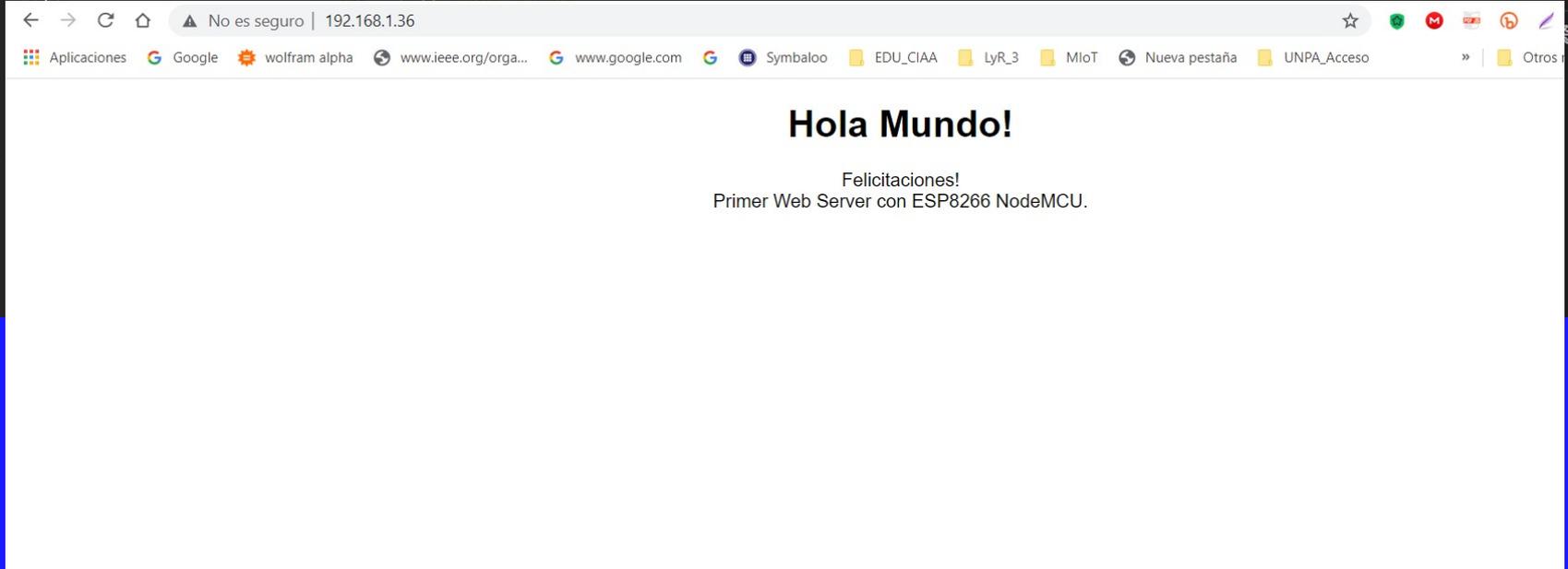
Terminal will be reused by tasks, press any key to close it.
      
```
- Callout Box (Right):** A blue speech bubble contains the text: "(i) Código HTML en archivo .cpp", pointing to the HTML code in the editor.



Primer Proyecto con ESP8266 / ESP32 “Hola Mundo” (alt-i)

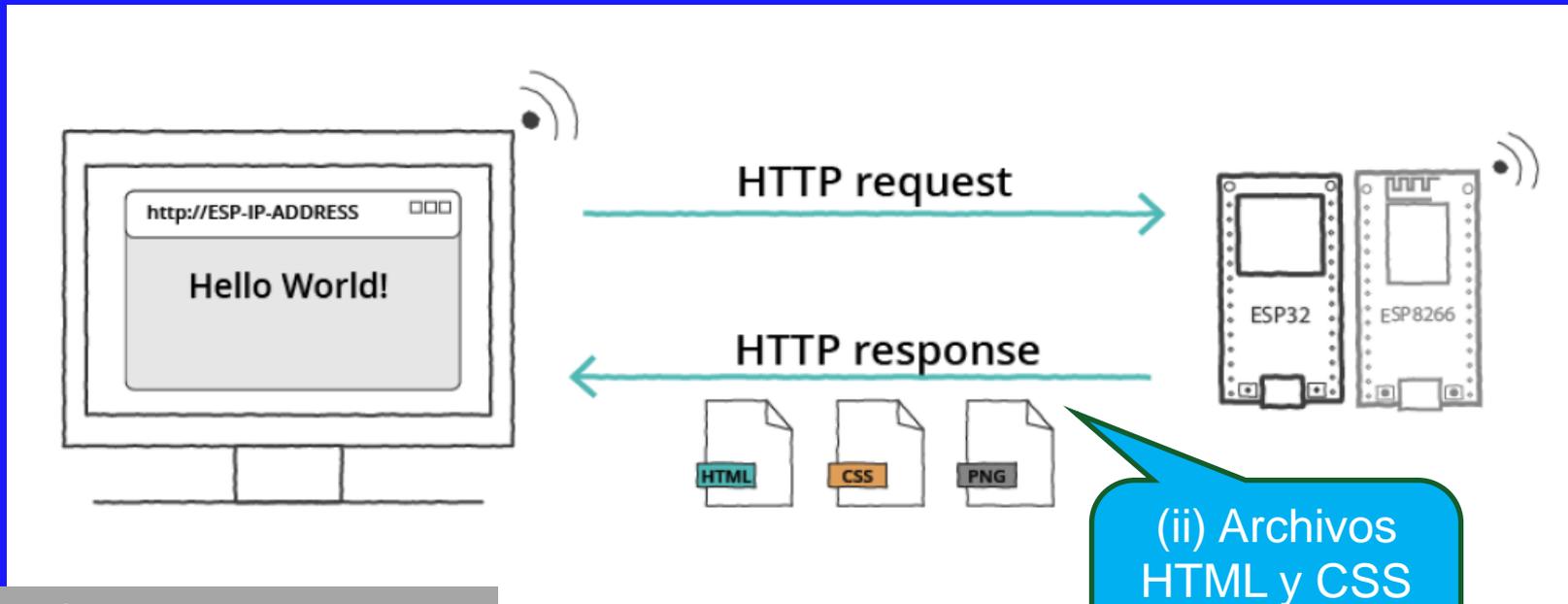
```
52   delay(1000);
53   }
54   Serial.println(WiFi.localIP());
55   }
56
57   void setup() {
58     // Serial port for debugging purposes
59     Serial.begin(115200);
60     initWiFi():
61     (const char [2])"/"
62     server.on("/", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
63       request->send(200, "text/html", index_html);
64     });
65
66     // Start server
```

(i) Código
HTML en
archivo .cpp



Primer Proyecto con ESP8266 / ESP32 “Hola Mundo”

(ii) HTML almacenado en Flash File System (SPIFFS)

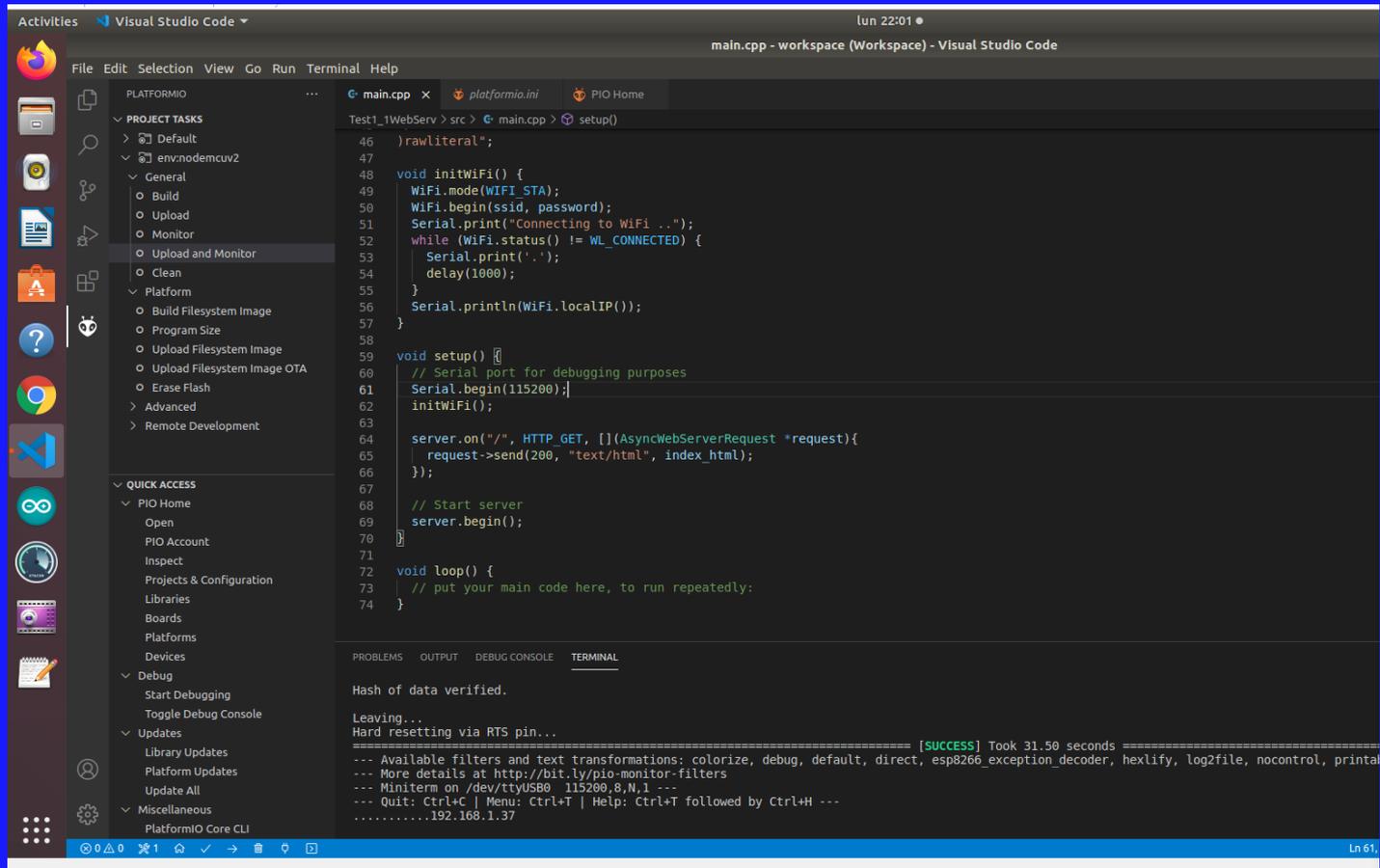


Gráficos de:

R.Santos, S.Santos “Building Web Servers with ESP8266/ESP32”
2ndEd 2021 ebook

<https://randomnerdtutorials.com/courses>

Interfaz Web a Sistemas Embebidos Existentes (VSC / PIO bajo Ubuntu 18.04 LTS)



```

46 )rawliteral";
47
48 void initWiFi() {
49     WiFi.mode(WIFI_STA);
50     WiFi.begin(ssid, password);
51     Serial.print("Connecting to WIFI ..");
52     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
53         Serial.print('.');
54         delay(1000);
55     }
56     Serial.println(WiFi.localIP());
57 }
58
59 void setup() {
60     // Serial port for debugging purposes
61     Serial.begin(115200);
62     initWiFi();
63
64     server.on("/", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
65         request->send(200, "text/html", index_html);
66     });
67
68     // Start server
69     server.begin();
70
71 }
72
73 void loop() {
74     // put your main code here, to run repeatedly:
75 }

```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL

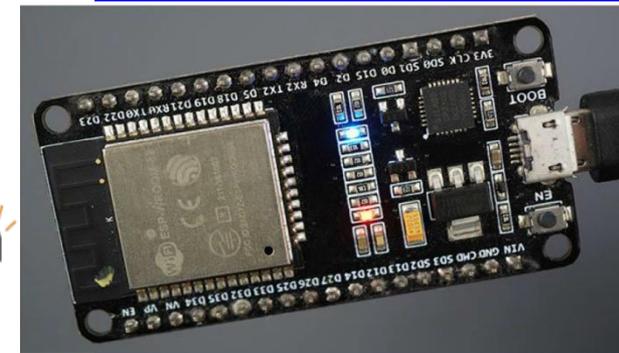
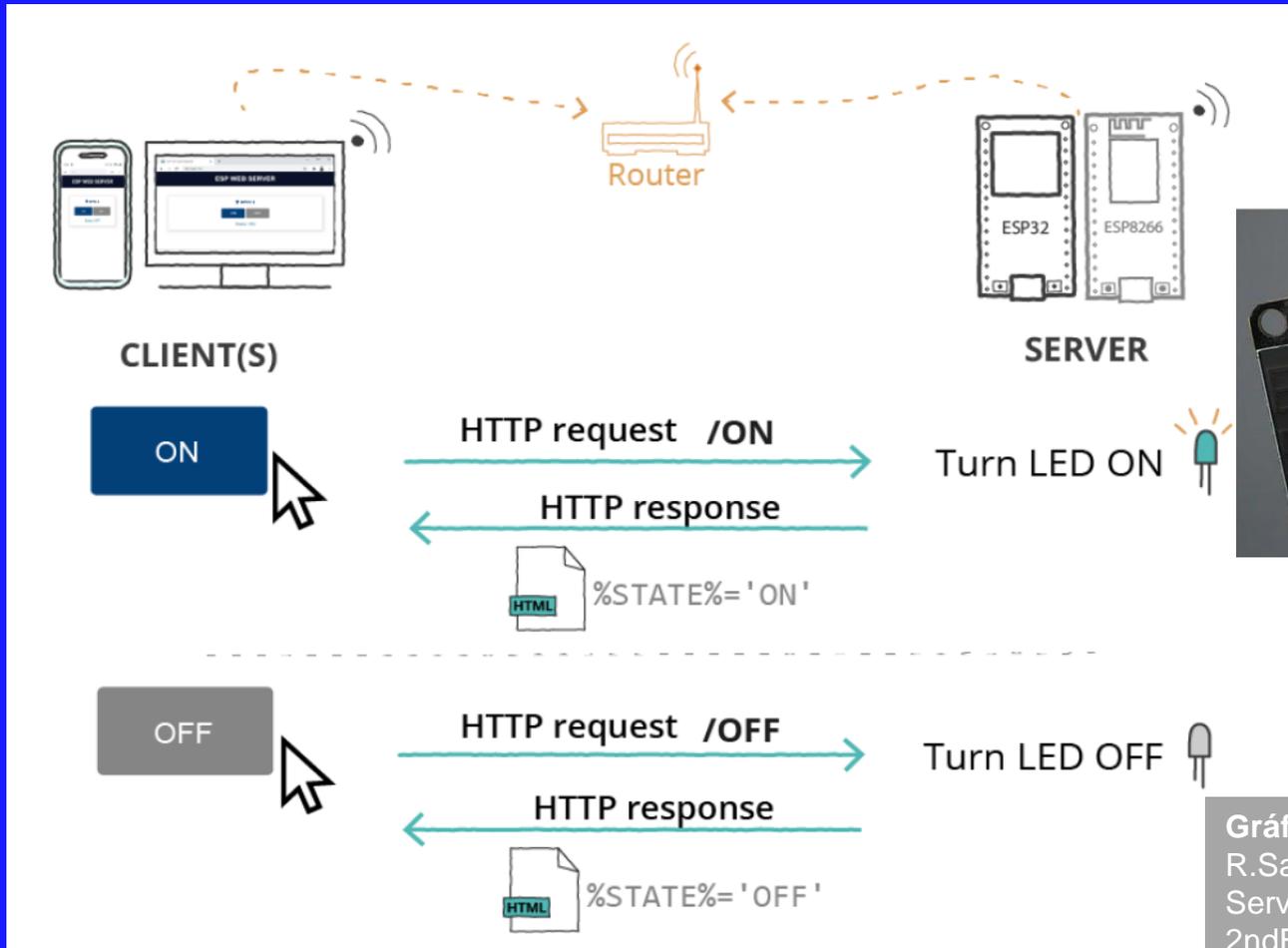
```

Hash of data verified.
Leaving...
Hard resetting via RTS pin...

===== [SUCCESS] Took 31.50 seconds =====
--- Available filters and text transformations: colorize, debug, default, direct, esp8266_exception_decoder, hexlify, log2file, nocontrol, print
--- More details at http://bit.ly/pio-monitor-filters
--- Miniterm on /dev/ttyUSB0 115200,8,N,1 ---
--- Quit: Ctrl+C | Menu: Ctrl+T | Help: Ctrl+T followed by Ctrl+H ---
.....192.168.1.37

```

Control de Entrada / Salida vía Webserver ESP



Gráficos de:
 R.Santos, S.Santos "Building Web Servers with ESP8266/ESP32"
 2ndEd 2021 ebook
<https://randomnerdtutorials.com/courses>

Control de Entrada / Salida vía Webserver ESP

(ii) Archivos HTML y CSS en /data

```
index.html - LEDonoff1 - Visual Studio Code
EXPLORADOR
main.cpp PIO Home index.html X
LEDON...
data
  favicon.png
  index.html
  style.css
include
lib
src
  main.cpp
test
.gitignore
.travis.yml
platformio.ini
PROBLEMAS SALIDA TERMINAL CONSOLA DE
--- Available filters and text transform
ter, time
--- More details at http://bit.ly/pio-mor
--- Miniterm on COM3 115200,8,N,1 ---
--- Quit: Ctrl+C | Menu: Ctrl+T | Help: C
Connecting to WiFi .....192.168.1.35
LittleFS mounted successfully
```

192.168.1.35/off

alpha www.ieee.org/orga... www.google.com Symbaloo EDU_CIAA LyR_3 MIoT Nueva p

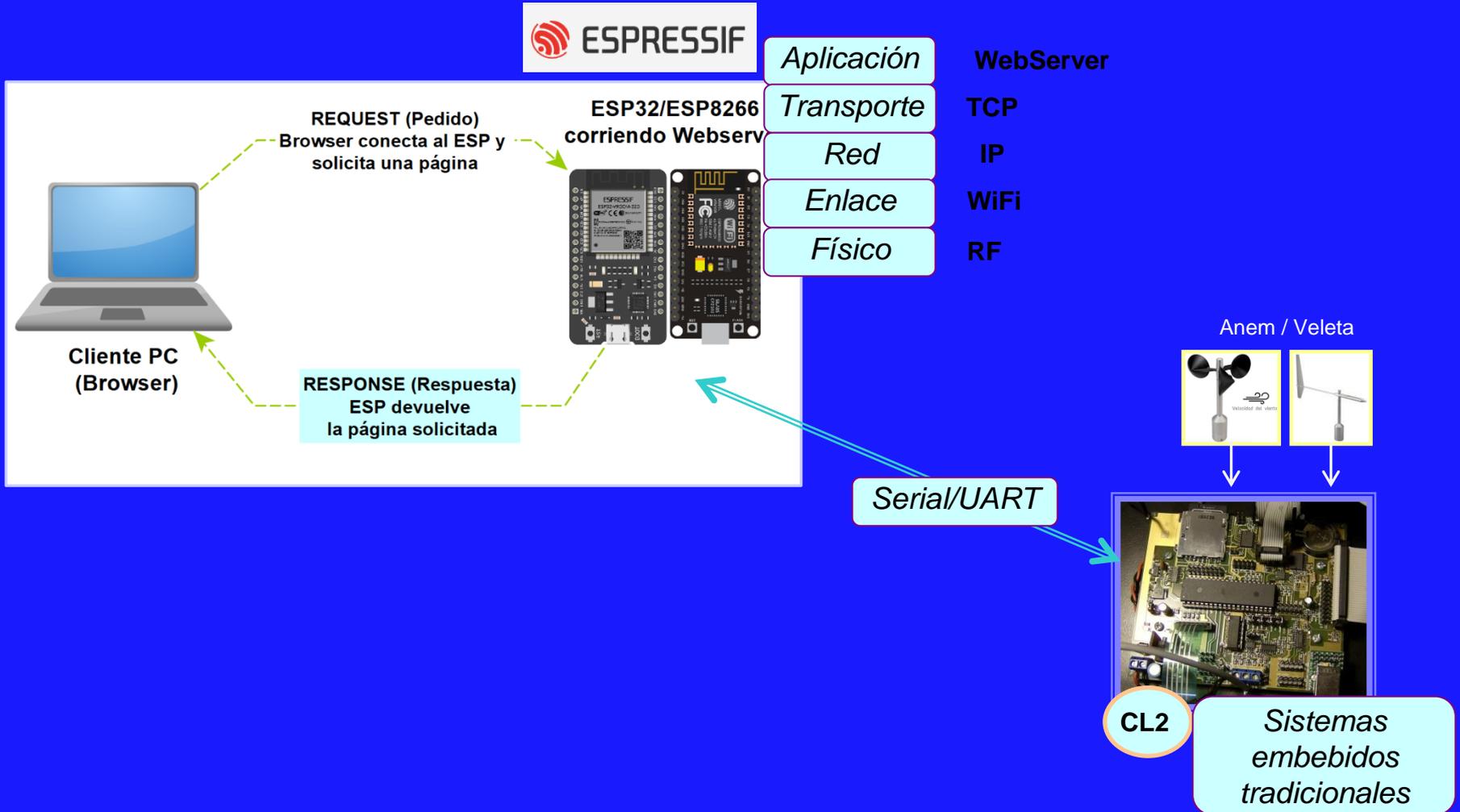
ESP WEB SERVER en ESP8266

GPIO 2

ON OFF

State: OFF

Interfaz Web a sistema embebido tradicional



Que es un sistema embebido?

“Un sistema embebido (*embedded*) es cualquier aplicación en que una computadora dedicada se construye como parte del sistema”

(Jack Ganssle - The Art of Programming Embedded Systems)



Instrumental



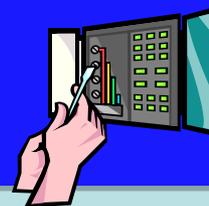
Celulares



Microondas

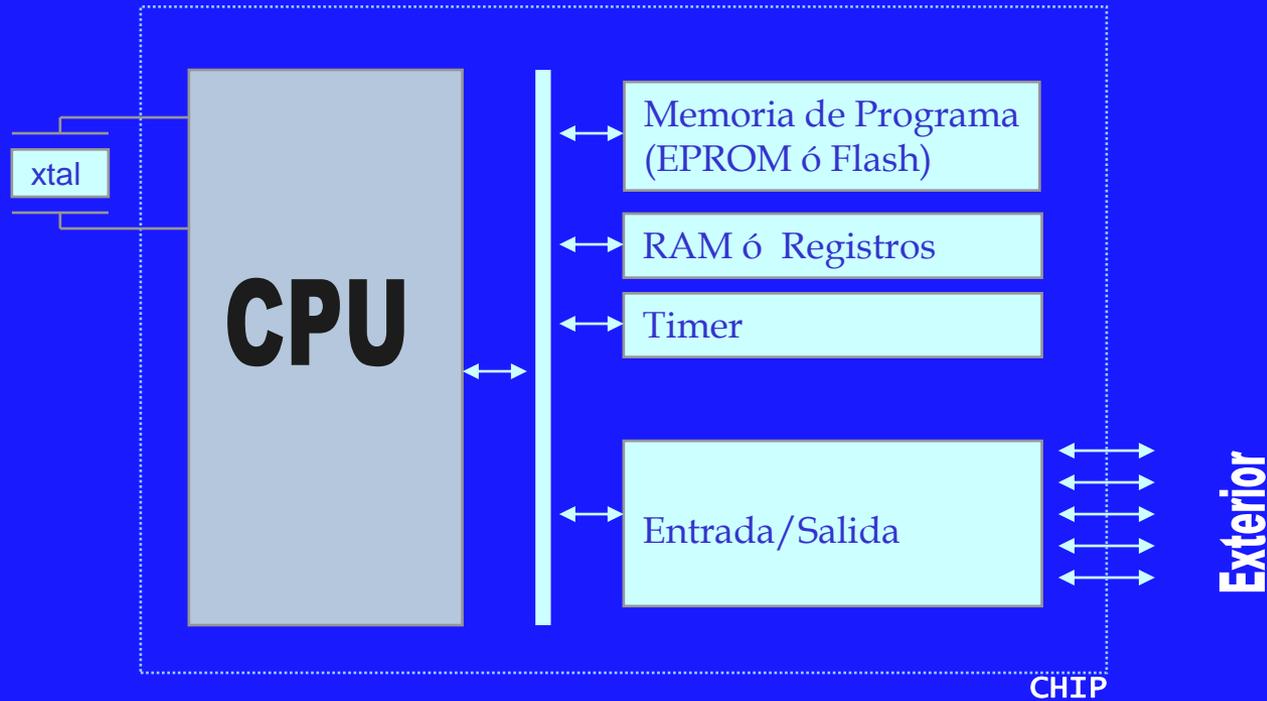


Vehículos



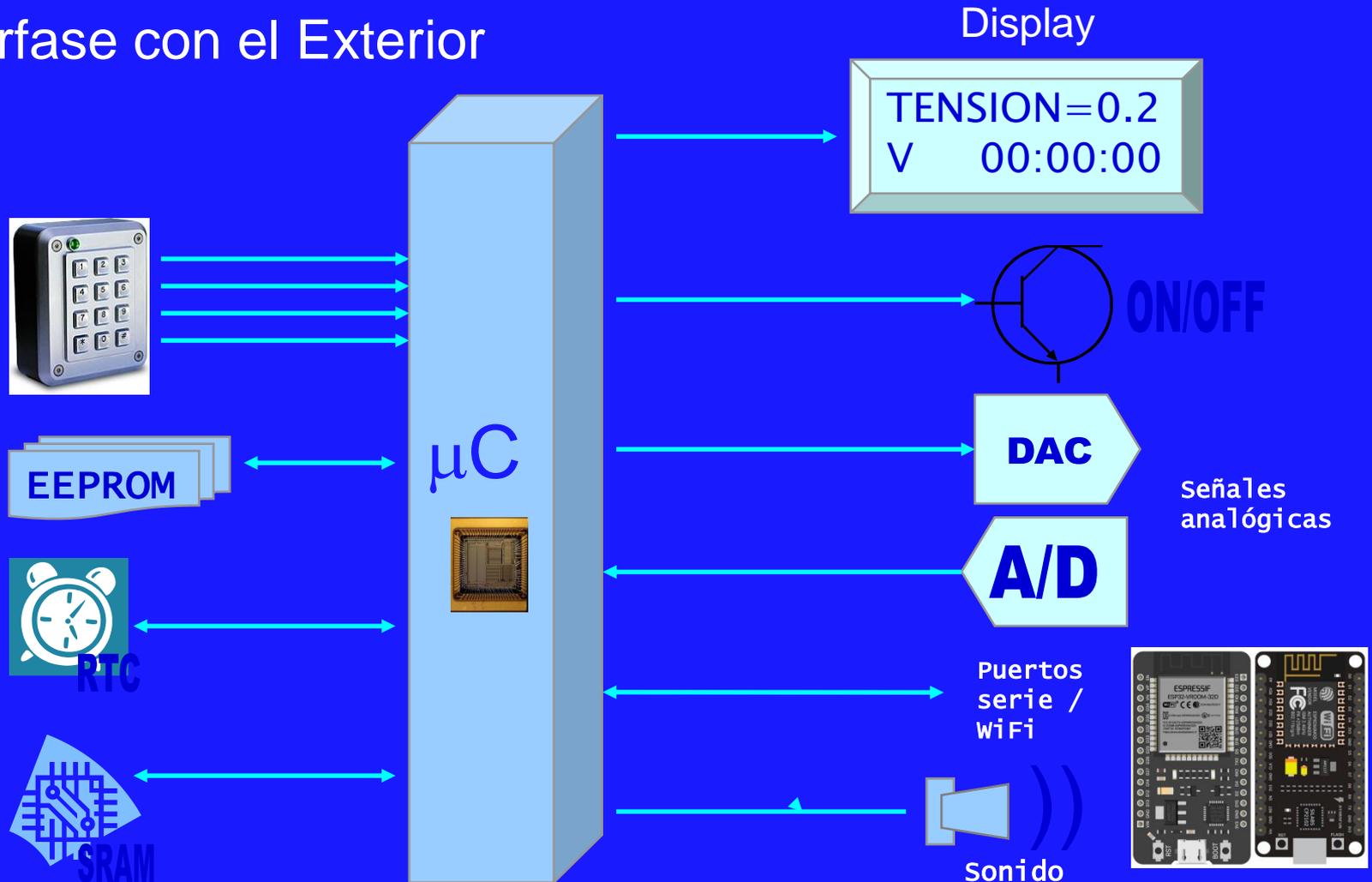
Alarmas

COMPONENTES DE UN MICROCONTROLADOR ELEMENTAL

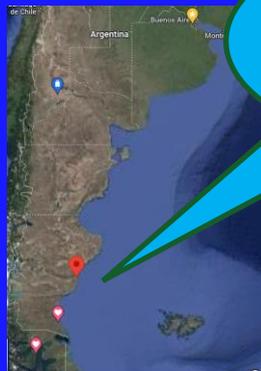


Que es un sistema embebido?

Interfase con el Exterior



Caso demostración – Conexión a SISMED/SJ24 con módulo ESP Sistema de Medición SJ24 UA Puerto San Julian (Instalado 2013)



Puerto San Julián, Argentina



Predio Chacra UASJ-UNPA



Sistema de Medición SISMED/SJ24



VISTA DEL SISTEMA

Sistema de
Registro



Rectificador,
reguladores, cargador



Control
Baterías

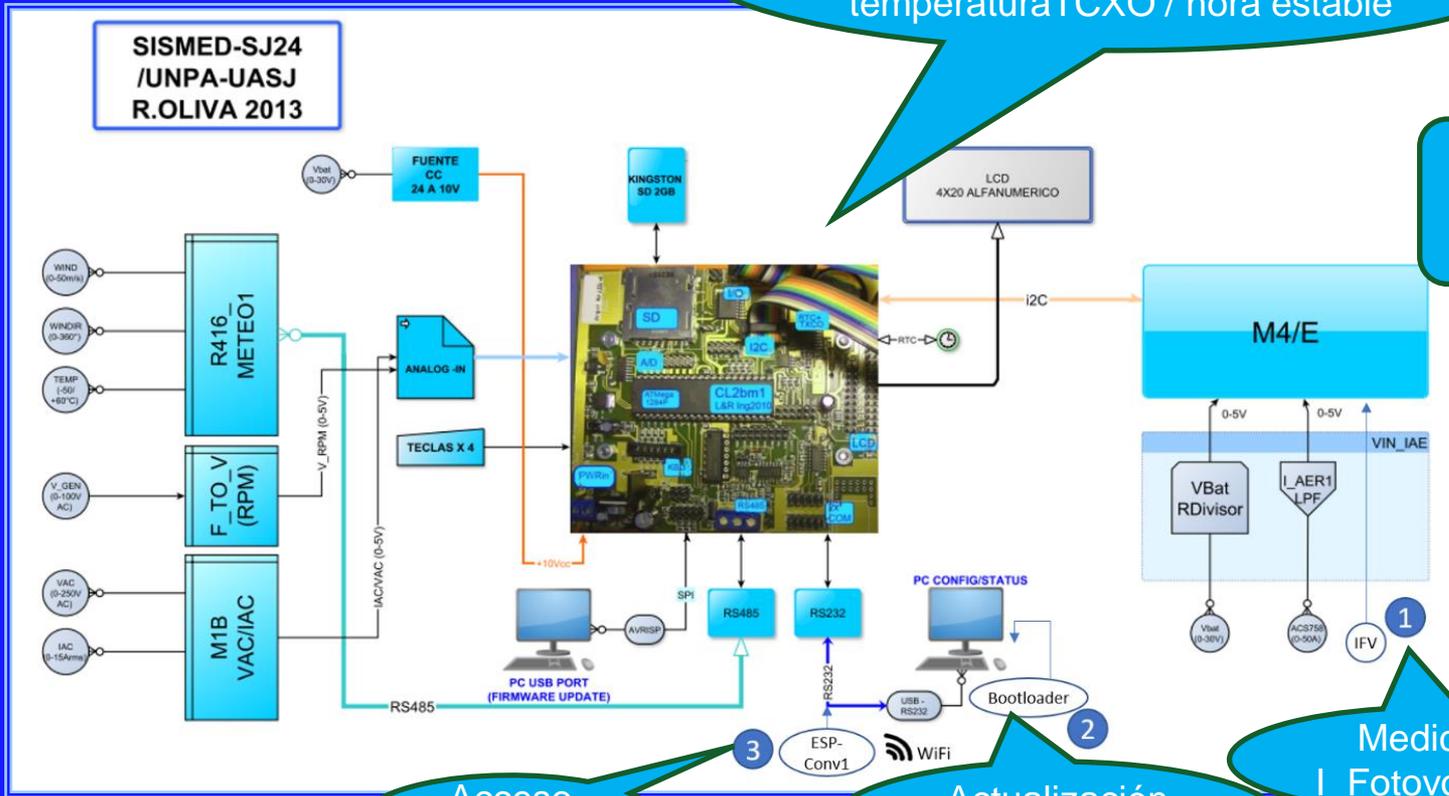


Sistema de Medición SISMED/SJ24

ESTRUCTURA DE

Reloj interno RTC con oscilador compensado por temperatura TCXO / hora estable

(1), (2), (3) agregados posteriores



Acceso WiFi

Actualización Firmware Serial

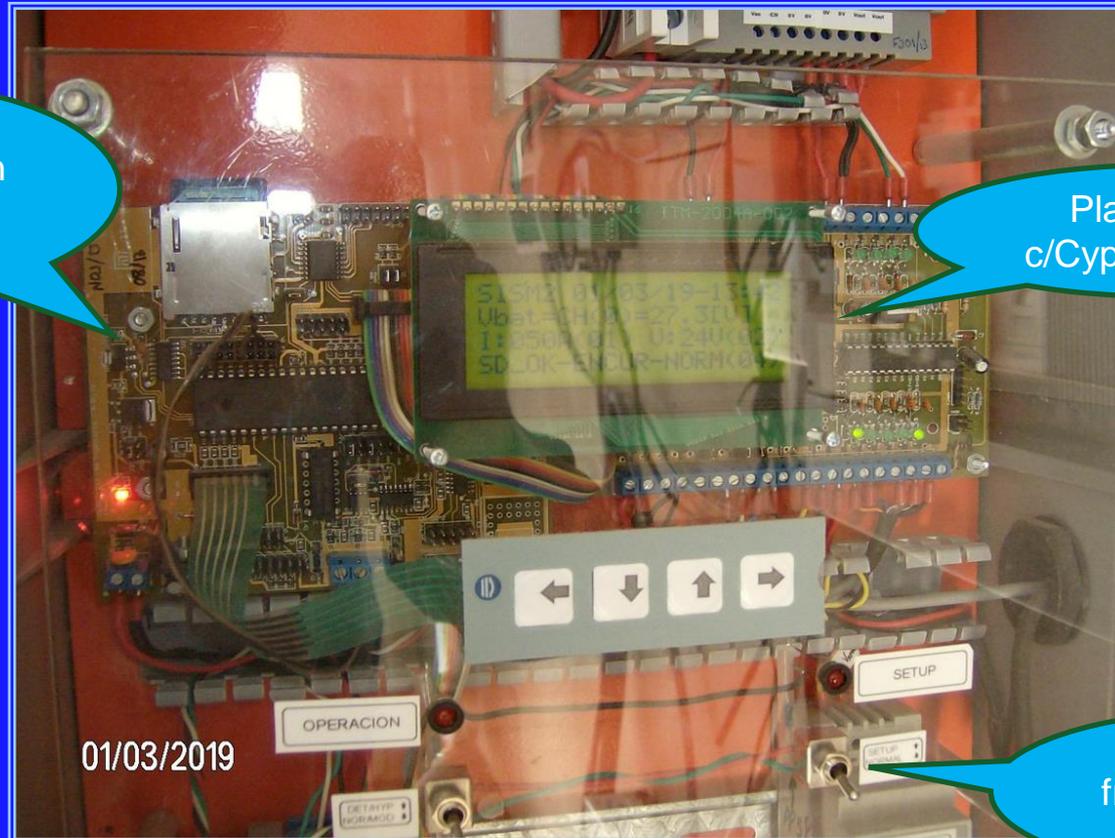
Medición I_Fotovoltaica

Sistema de Medición SISMED/SJ24

GABINETE PRINCIPAL / MÓDULOS DE HARDWARE

Placa CL2b con
ATMega1284P

Placa M4/E
c/Cypress 29466



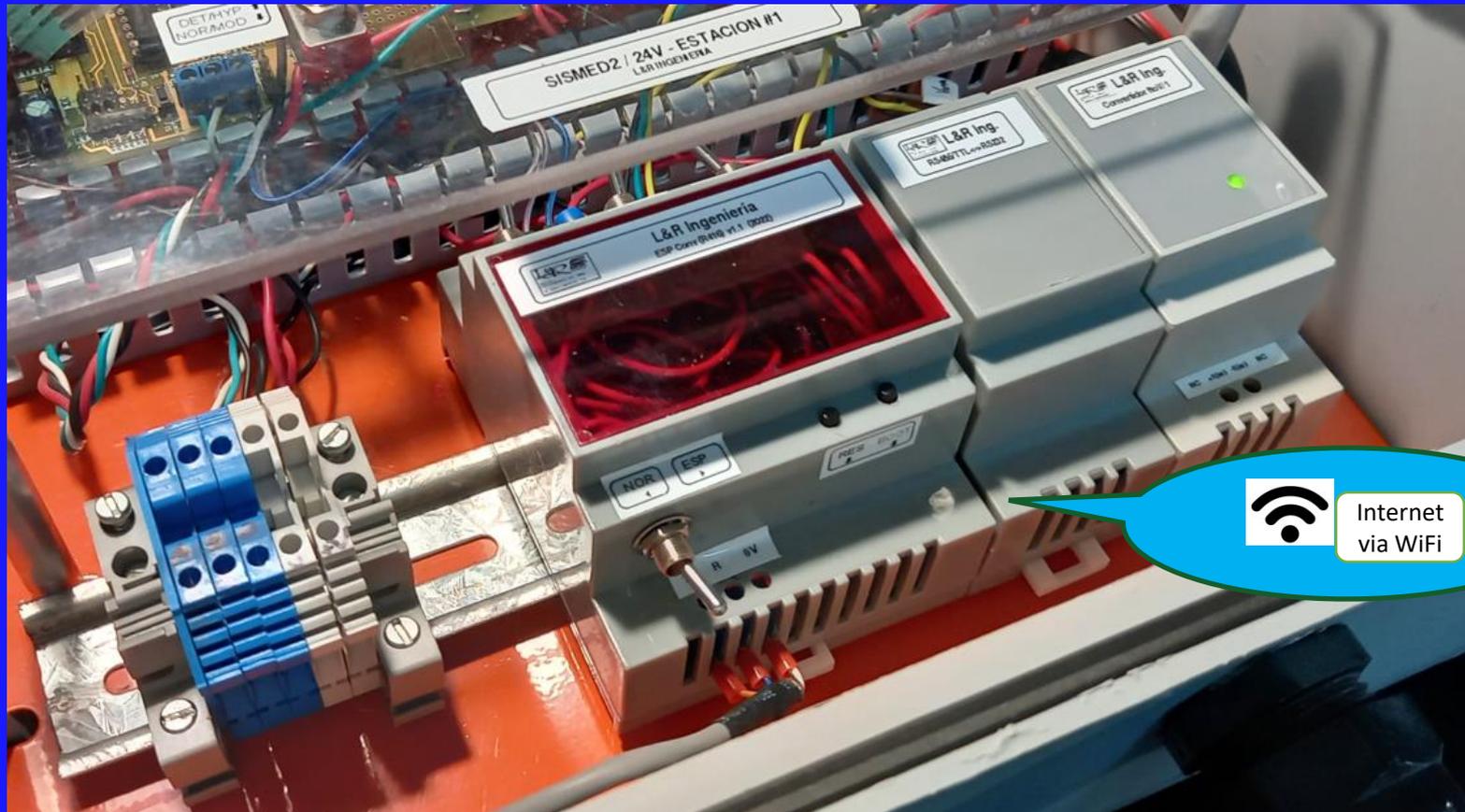
Switches
frontales: Modo
Operación



SISTEMAS
EMBEBIDOS
2023



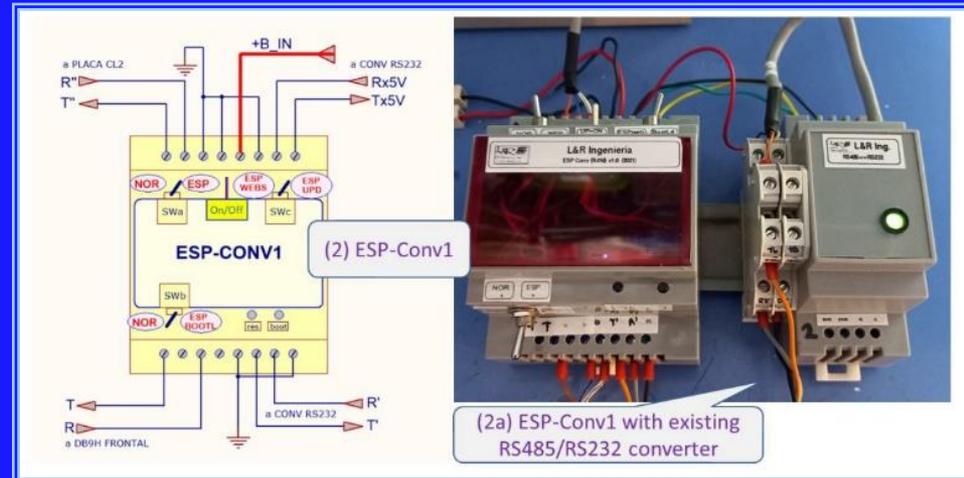
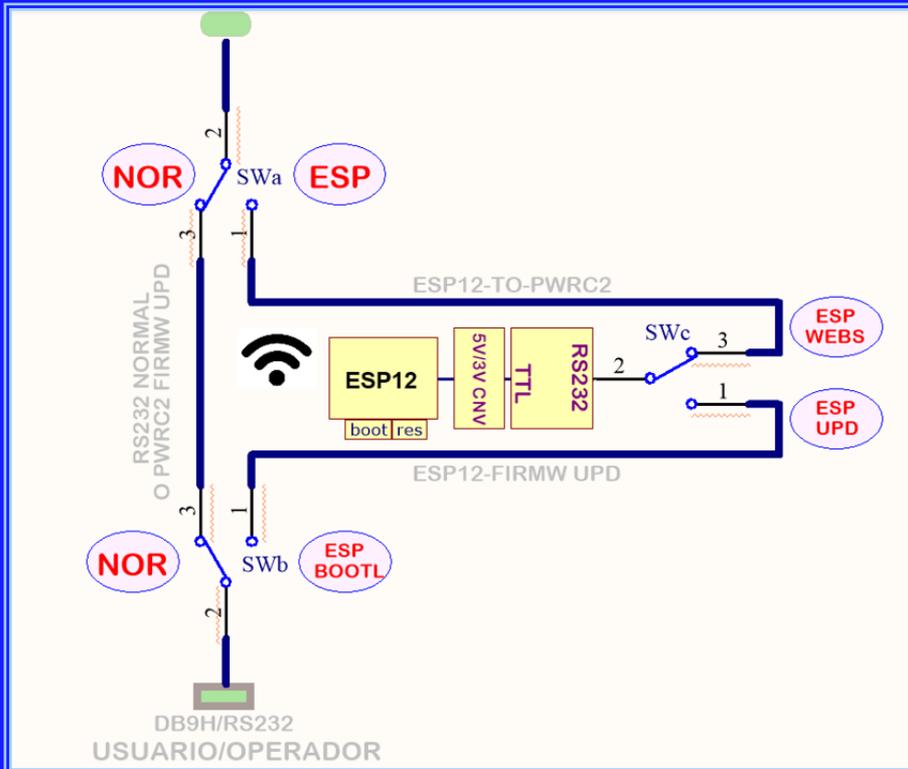
Sistema de Medición SISMED/SJ24 AGREGADO DE MODULOS WI-FI /2022



Sistema de Medición SISMED/SJ24

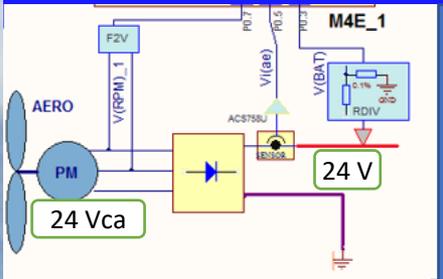
AGREGADO DE MODULOS WI-FI / 2022

ESP-Conv1 -módulo que permite trabajar en forma convencional (con RS232 cableada), o vía un módulo ESP-12 (Espressif) basado en el controlador ESP8266, que integra una interfaz wi-fi y una serie de funcionalidades a un costo muy reducido.



Referencias:

- [a] Espressif (2022) Módulos WiFi ESP: <https://espressif.com/en/products/modules/esp8266>
- [b] RS485 Modules (2022) online: <https://www.lyringenieria.com.ar/productos/rs485-brd-placa-y-o-modulo-rs-485-rs-232-ttl/>



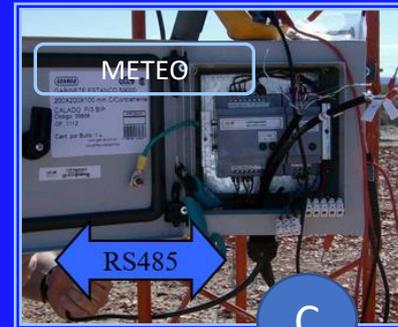
PV reg

Acceso Web basado en RBPi4 con Interfaz gráfica (05-2023)



B

I_{PV}



C



Sensores de viento en UASJ



24 V Battery

Inversor

24 V 220V

CA Invernadero

RS485 @38400 baud

RS232<-> USB

A

D

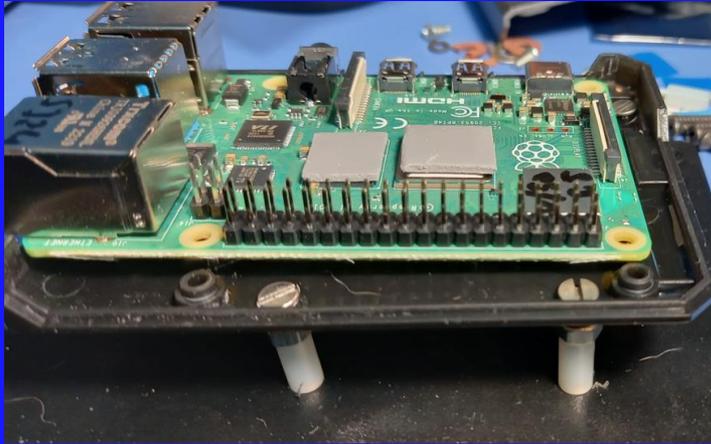


RBPi4



Internet via WiFi

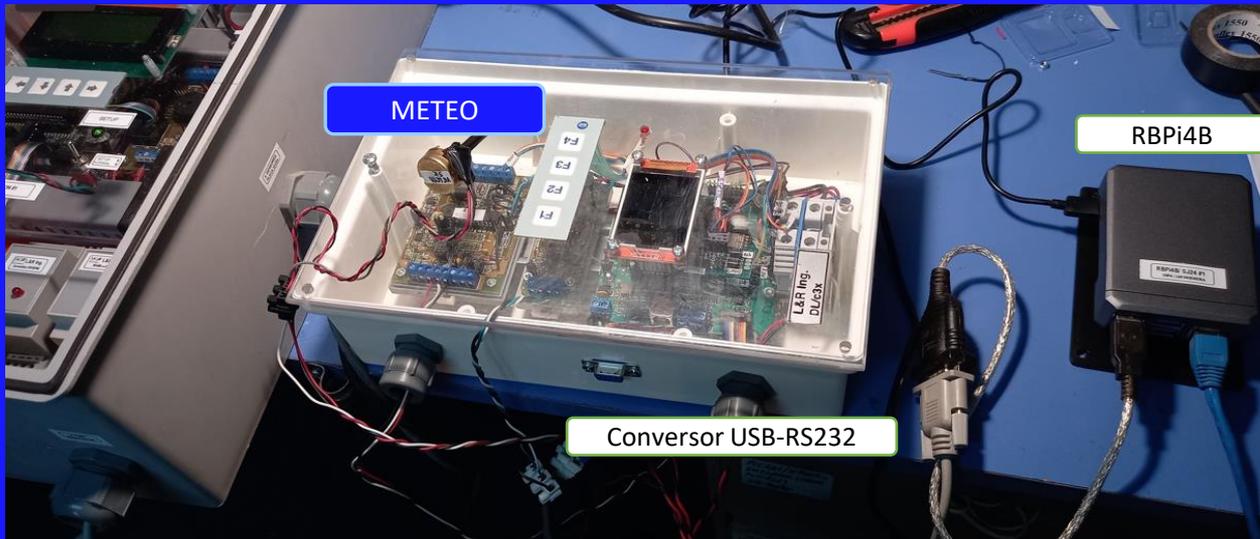
Ensayos y armado RBPi4 – bajo Raspbian Bullseye
(64-bit) version 2023



Acceso Web basado en RBPi4
(05-2023)



Acceso WIFI Chacra UASJ
05-2023





SISTEMAS EMBEBIDOS 2023

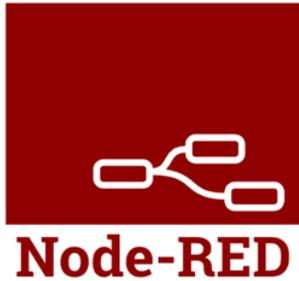
Sistema de Medición SISMED/SJ24

COMUNICACIÓN VÍA RBPi4 – WiFi (2023)



Uso de Node-RED v3.0 sobre RBPi4 – 64 bit

Acceso Web basado en RBPi4 (05-2023)



Username:

Password:



Node-RED

Flow 1

Modbus Node-Red

Read-PWRC2 (active (2 sec.))

Tension Vdc

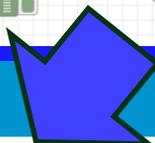
Medicion Vdc

debug 1

debug 2

Programación acceso a SISMED-SJ24 con Modbus

MODBUS RTU SISMED-SJ24



Lectura Valores SISMEDSJ24

Tension VBat



Tension Vdc
121,38550,2,51



SISTEMAS
EMBEBIDOS
2023

Sistema de Medición SISMED/SJ24

COMUNICACIÓN VÍA RBPi4 – WiFi (2023)



Definición de un dominio gratuito e implementación de un Tunel CloudFlare, versión gratuita

Acceso Web basado en RBPi4 (05-2023)

Acceso remoto a SISMED-SJ24 (trabajo en curso)

The screenshot shows the Cloudflare Tunnel configuration page in a web browser. The page title is "Cloudflare Tunnel" and it includes instructions on how to establish a secure connection. A blue notification banner at the top states: "Legacy Tunnels are becoming unsupported. You should migrate all existing legacy tunnels to Named Tunnels by October 1, 2022. For more information on this change, refer to our [documentation](#)." Below this, there is a section titled "Cloudflare Tunnel" with a "Launch Zero Trust Dashboard" button. The browser's address bar shows the URL "https://nodered.sismedsj24.work/u/".

MODBUS RTU SISMED-SJ24

Lectura Valores SISMEDSJ24

Tension VBat



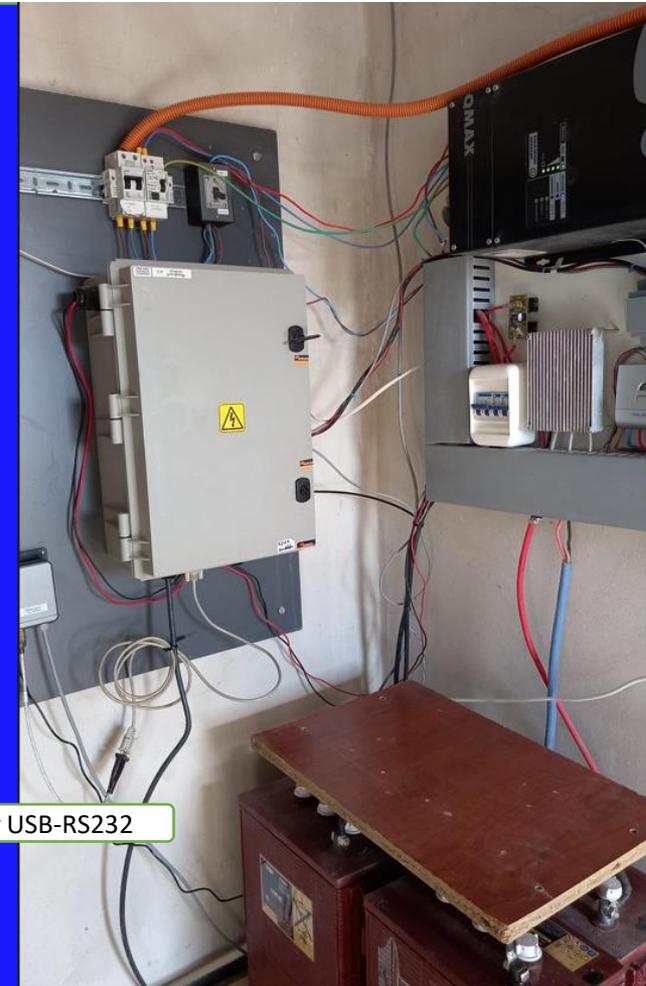
Tension Vdc
121,38550,2,51

Solución de acceso remoto via RBPi4
- instalado 14-05-2023

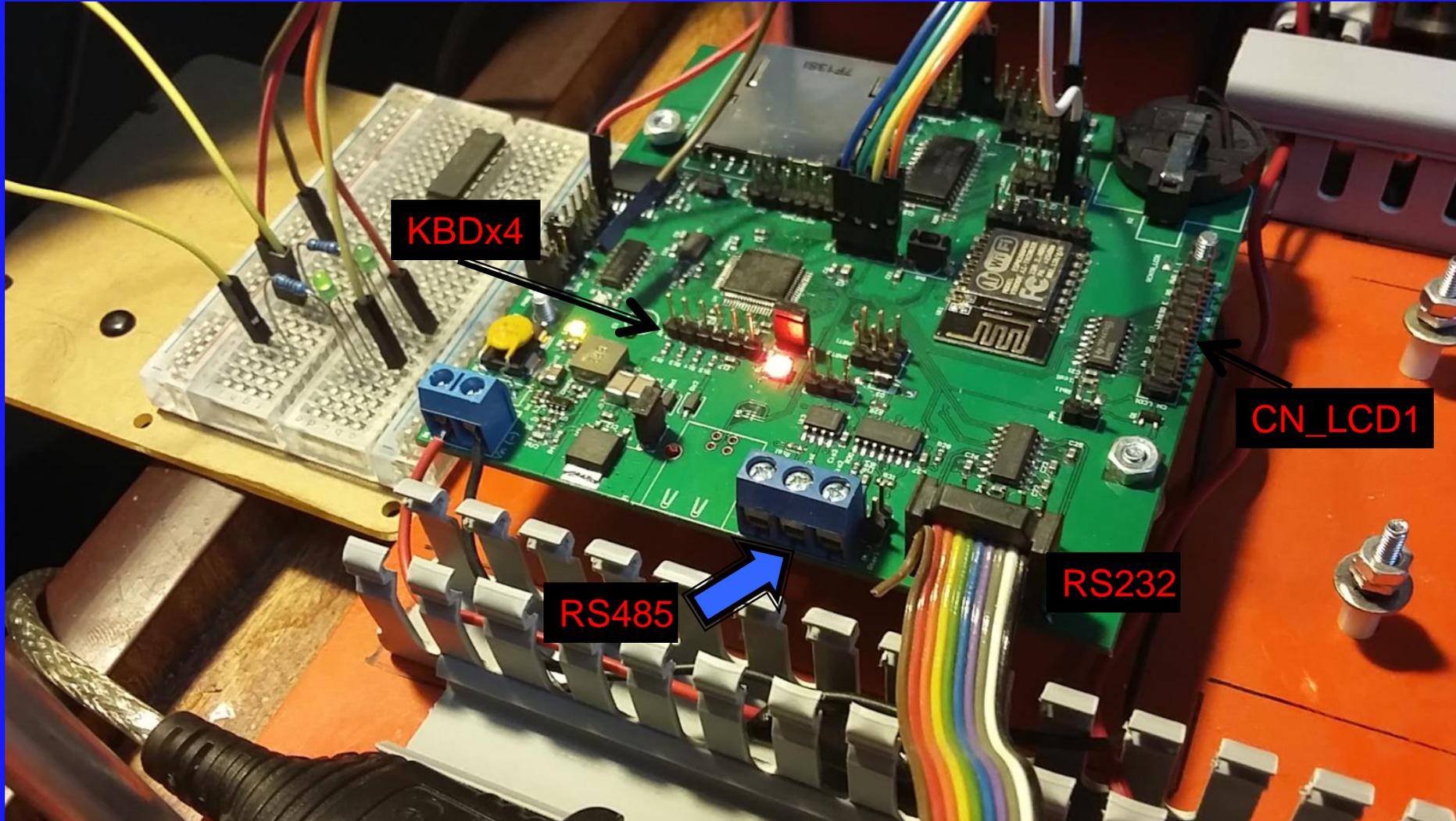
Acceso WIFI Chacra UASJ
05-2023



Acceso Web basado en RBPi4
(05-2023)



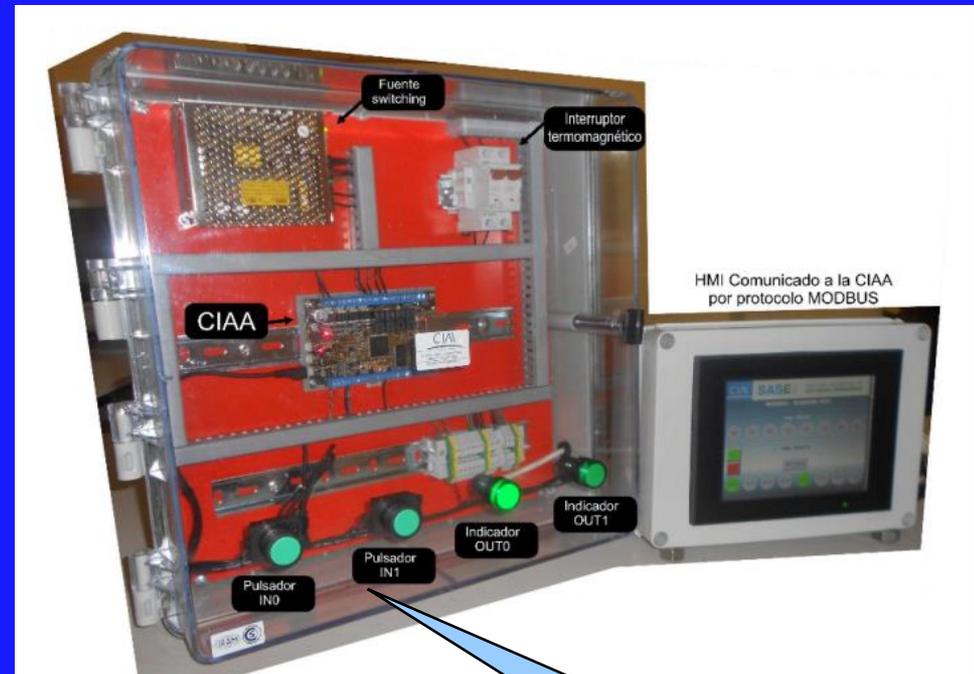
Desarrollo de nueva placa CL3 (2018)



ORIGENES DE LA CIAA

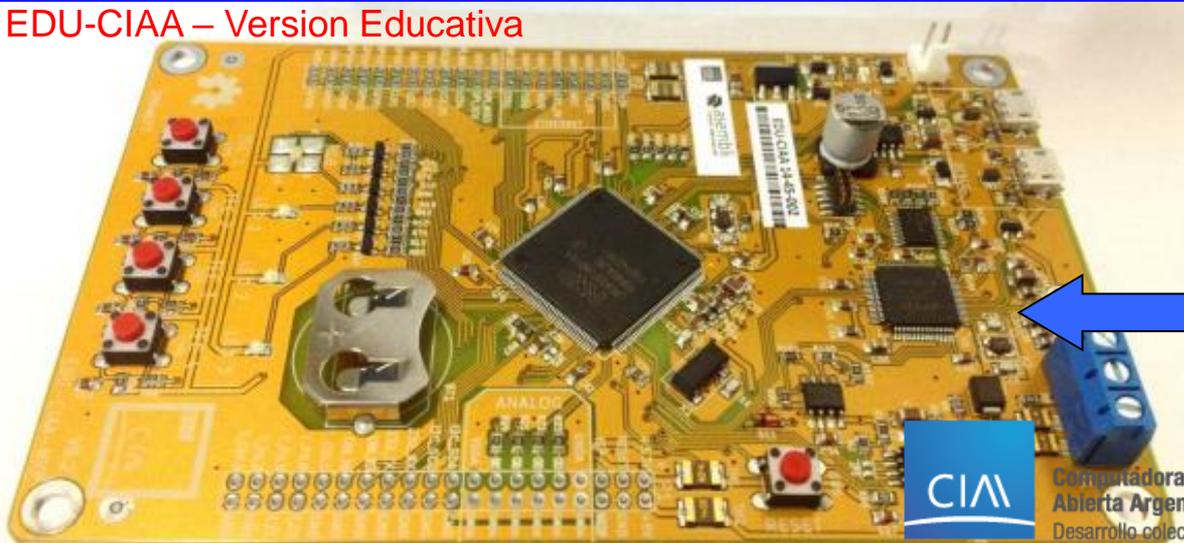
La Computadora Industrial Abierta Argentina (CIAA) se comenzó a gestar en julio de 2013, cuando el Ministerio de Industria de la Nación y la SPU convocaron a la Asociación Civil para la Investigación, Promoción y Desarrollo de los Sistemas Electrónicos Embebidos (ACSE) y a la Cámara de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas (CADIEEL) a participar en un plan para incorporar tecnología nacional en la cadena de producción, específicamente en los puntos en que se importa casi todo (PLCs, Controladores especiales).

Características: Diseño colaborativo, Licencia abierta en hardware y software, participación de Universidades e Instituciones Técnicas de todo el país.



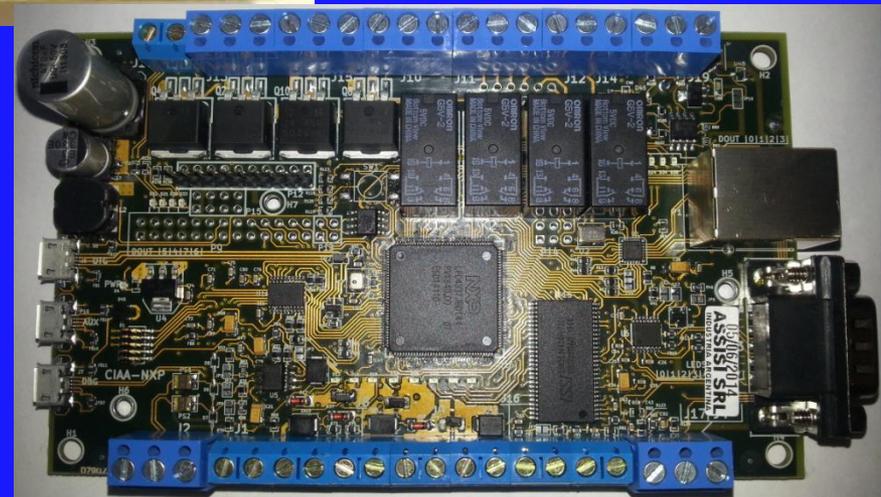
Prototipo en
funcionamiento
hacia fines de
2014

EDU-CIAA – Version Educativa

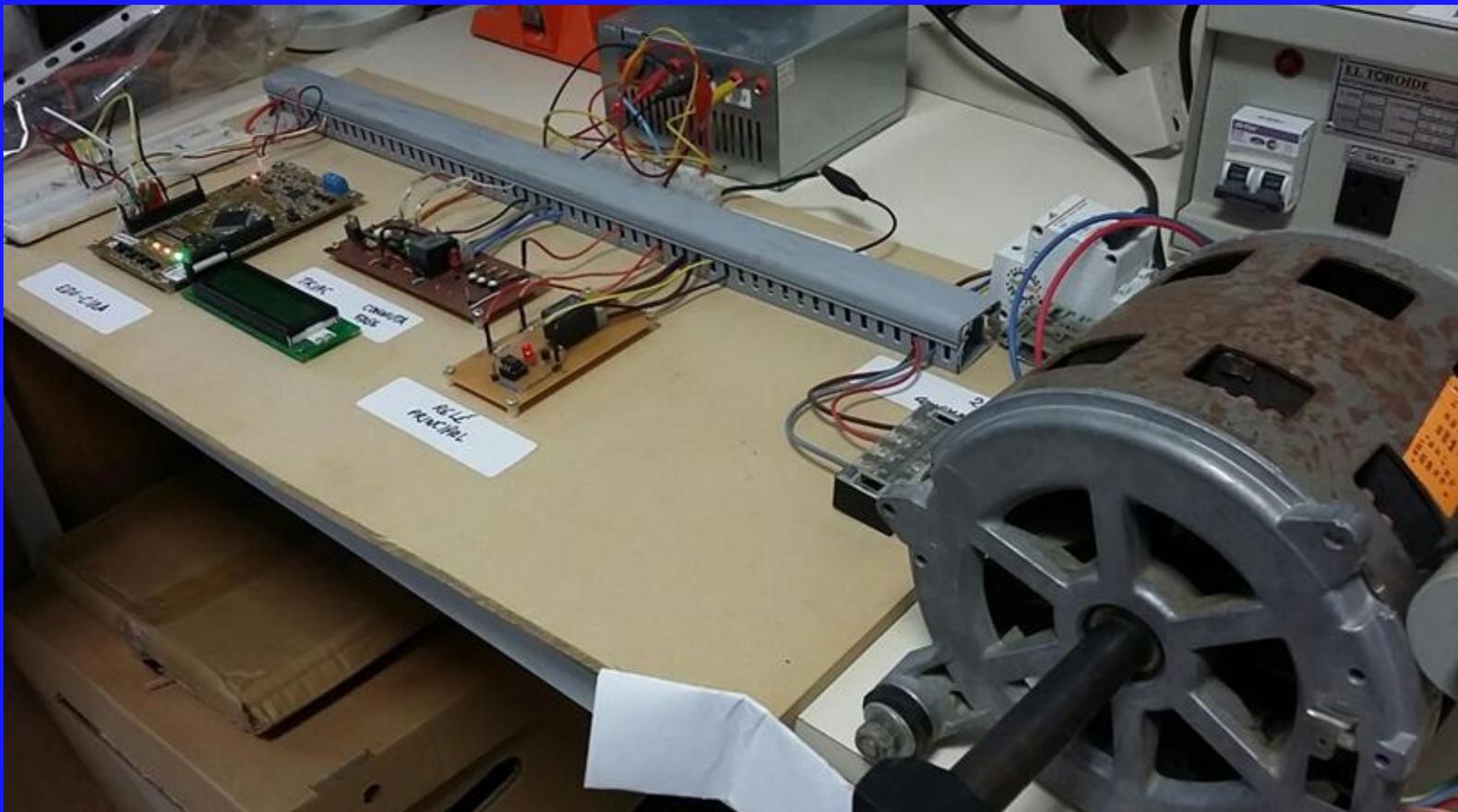


Primeras versiones:
CIAA y EDU-CIAA-NXP
(LPC4337 – NXP ARM
Cortex M4/M0)
EDU-CIAA: VERSION
EDUCATIVA DE BAJO
COSTO

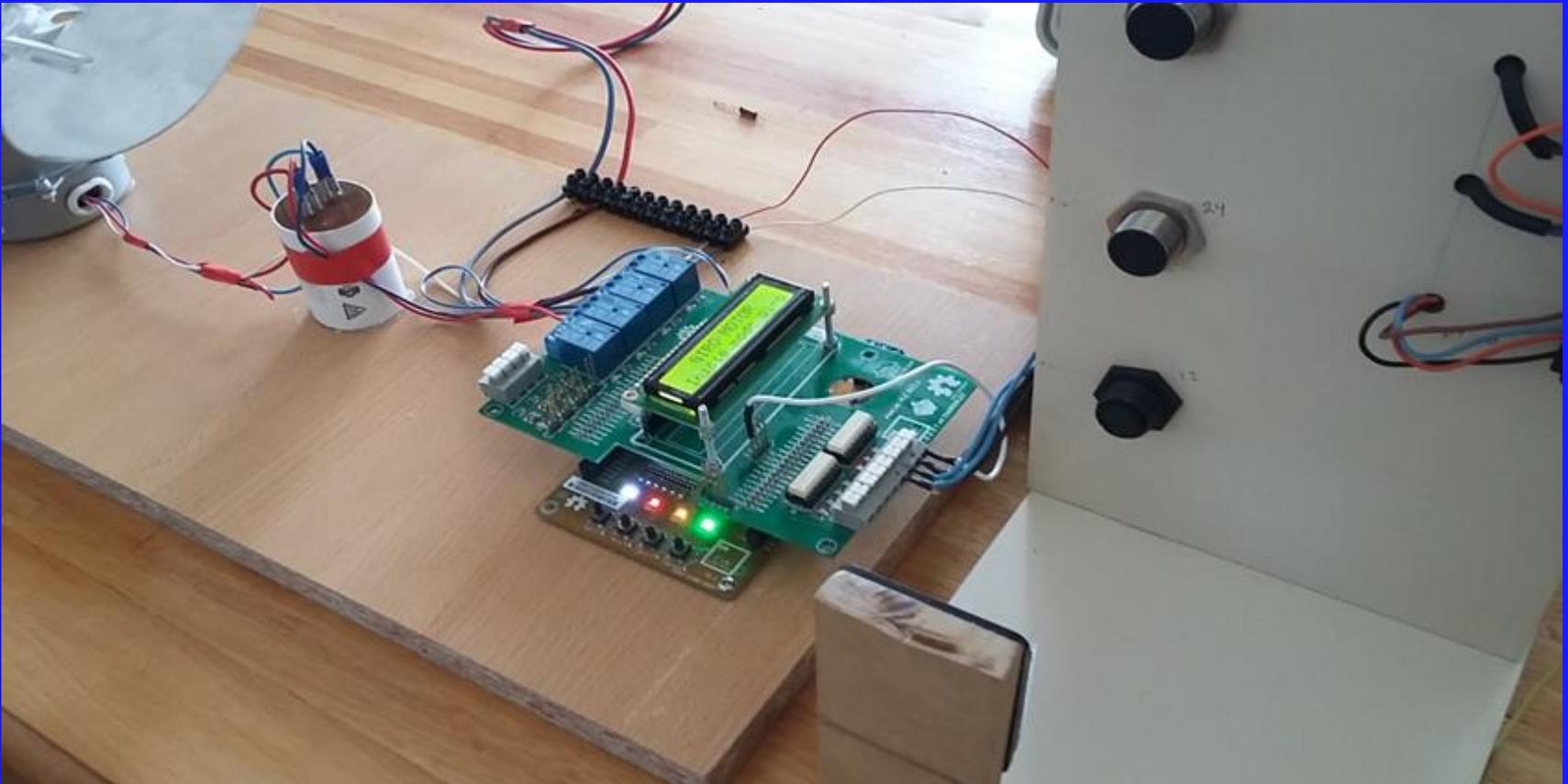
- Procesador dual core ARM-Cortex M4/M0
- Orientado a aplicaciones de control
- Se han adquirido varias EDU-CIAA entre docentes e Investigadores UNPA



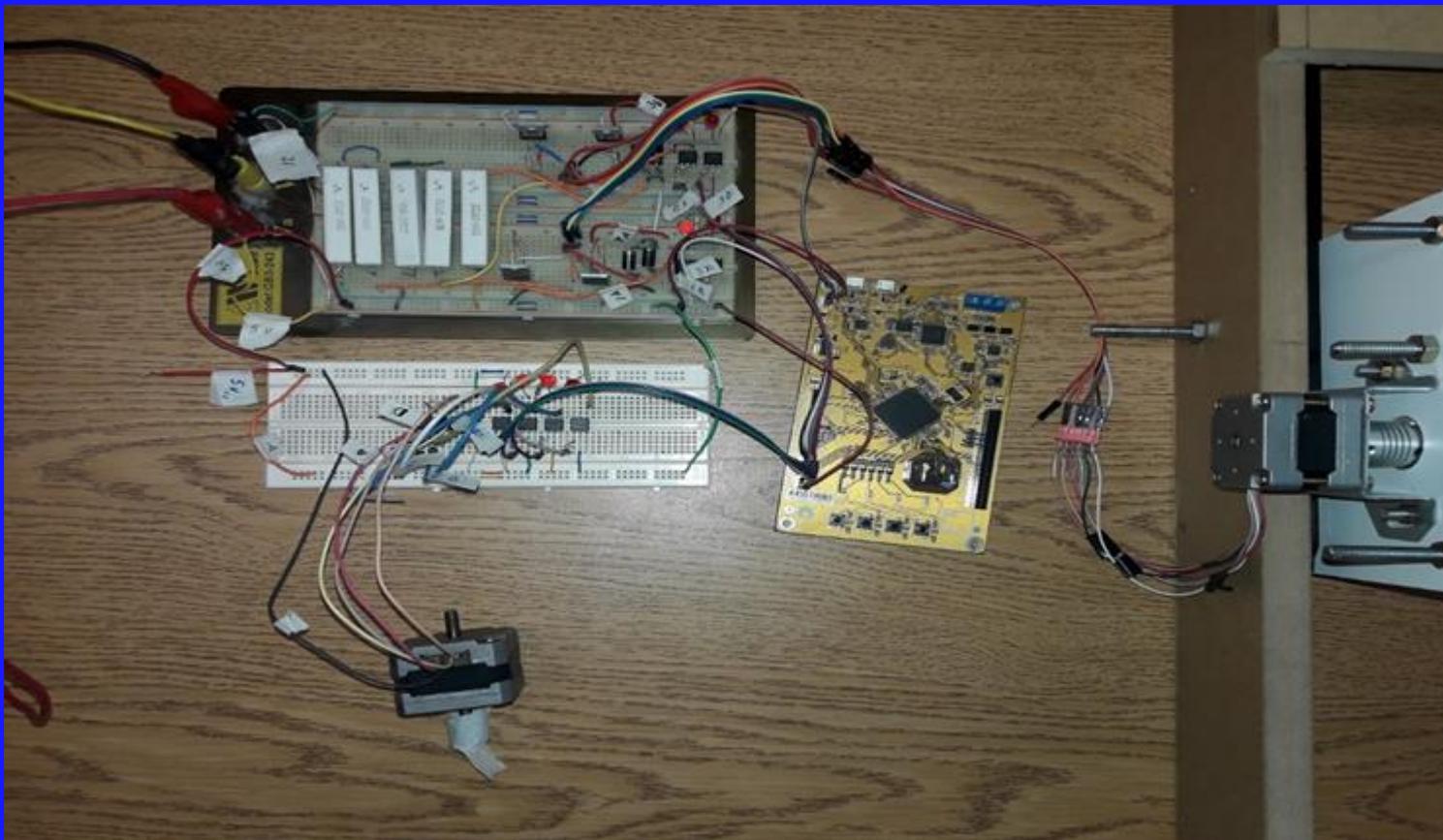
Ejemplo de aplicación 1: Inversor de giro motor monofásico (2019)



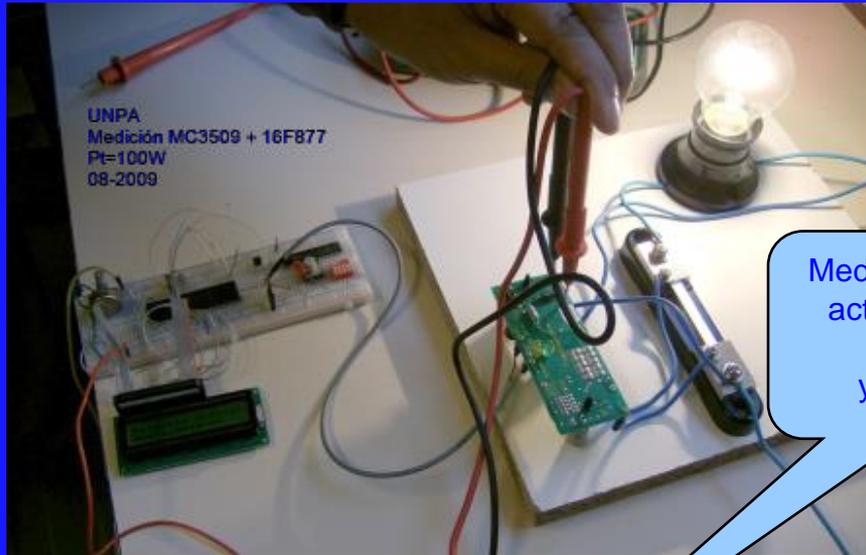
Ejemplo de aplicación 2: Control de ventilador con EDU-CIAA. sensores de proximidad y Poncho LCD



Ejemplo de aplicación 3: Control de motor PaP con EDU-CIAA.



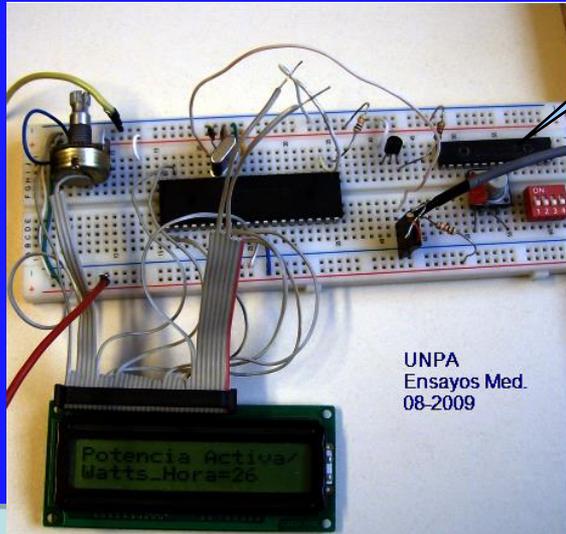
Sistemas Microchip (Ing. N.Cortez)



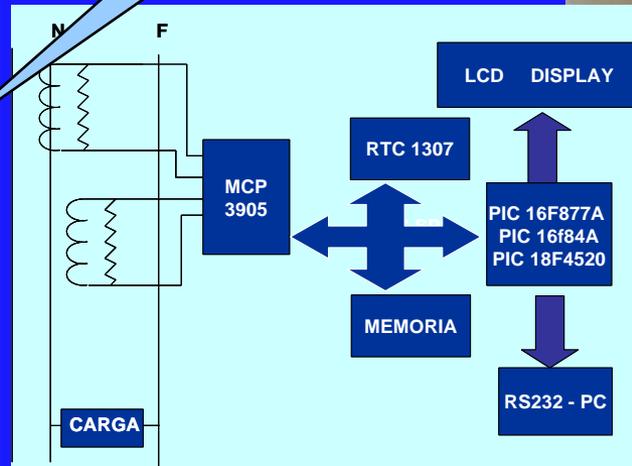
UNPA
Medición MC3509 + 16F877
Pt=100W
08-2009

Medidor presión manométrica con PIC 16F88

Medidor potencia activa con PIC 16F877 y MC3509



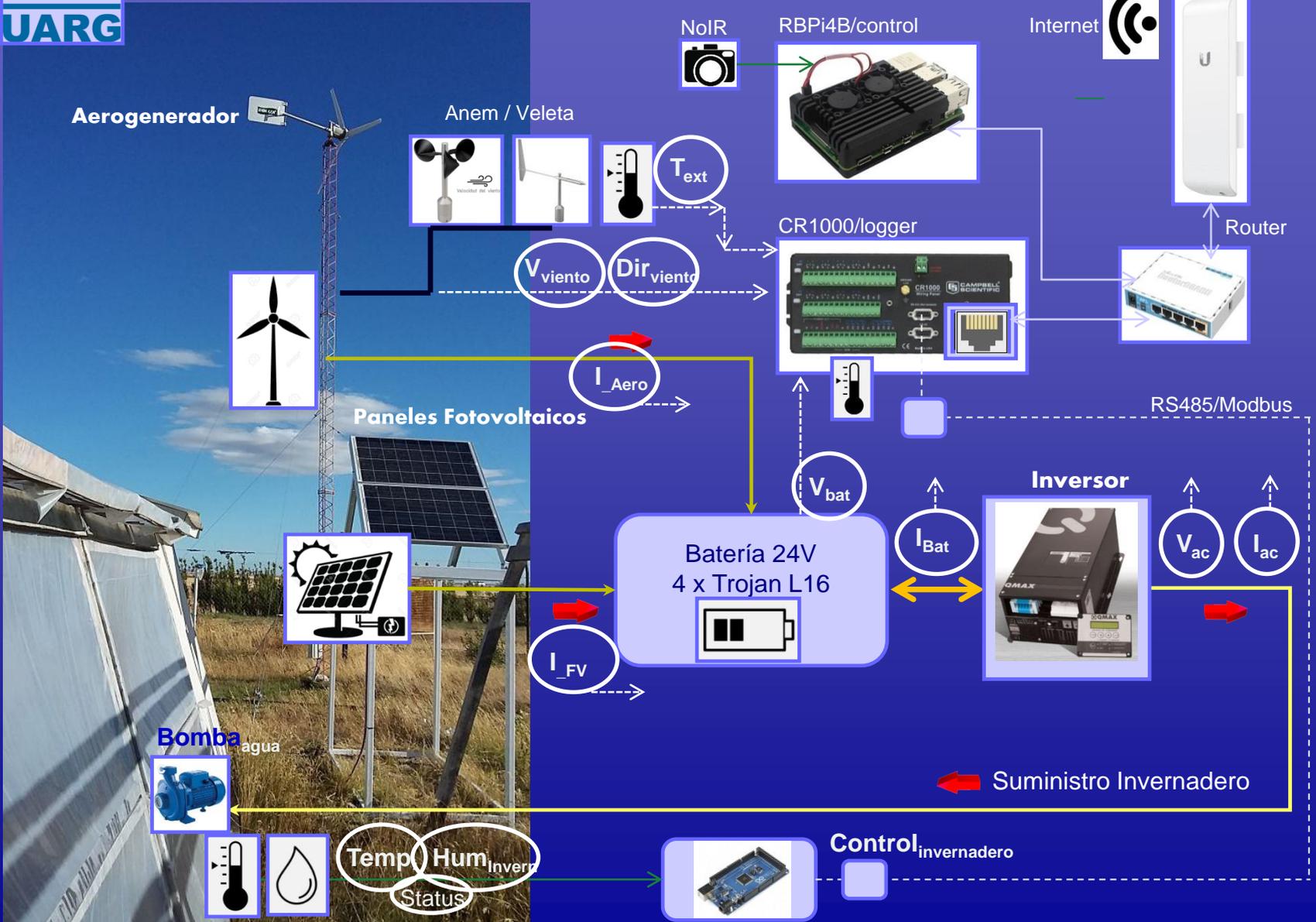
UNPA
Ensayos Med.
08-2009





Sistema Eolico/Solar AEA/UNPA-UARG

Suministro a Invernadero





SISTEMAS
EMBEBIDOS
2023



Computadora Industrial
Abierta Argentina
Desarrollo colectivo



Gracias por su atención! →
Continua Ing. Nestor Cortez

<https://www.energiasalternativas-unpa.net/>

<https://www.uarg.unpa.edu.ar/ita/index.php/investigacion-2/grupos-investigacion?showall=&start=1>