Servidor y cliente OPC UA usando software libre: Aplicación a un sistema fotovoltaico

Ricardo R. Peña, Roberto D. Fernández, Marcelo A. Lorenc

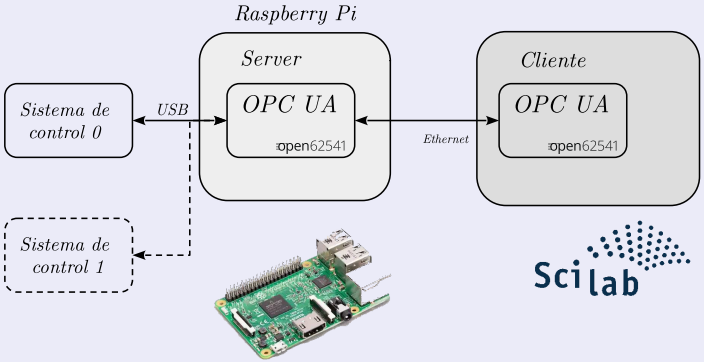
Institución:
Lab. de Automatización y Control, Facultad de Ingeniería, UNPSJB, Comodoro Rivadavia, Argentina.

Contacto: ramirop@unpata.edu.ar

Índice

Desarrollo

Esquema del sistema



Herramientas (Software Libre)

- Slackware Linux
  http://www.slackware.com/
- Librería de código abierto (Open62541)
  https://www.open62541.org/
- Scilab/Xcos https://www.scilab.org/

Hardware

- Raspberry pi 3b
- Microcontroladores dsPIC33FJ32MC204.
- Convertidores electrónicos de potencia, paneles solares, baterías, etc.

Desarrollo del servidor OPC UA

Herramientas

- Compilador gcc.
- Librerías open62541,etc.

Servidor OPC UA

1: Declaración de librerías y variables.
2: Configuración del puerto serie $0 - n$.
3: Creación de variables OPC UA.
4: Creación de $hlusb0 - n$.
5: **procedure** PRINCIPAL
6: Ejecuta hlusb0 a n.
7: **while** (running) **do**
8: Ejecuta el servidor OPC UA.
9: Actualiza variables.
10: **end while**
11: Cierra 4,3,2 y finaliza.
12: **Return**

Hilo 0

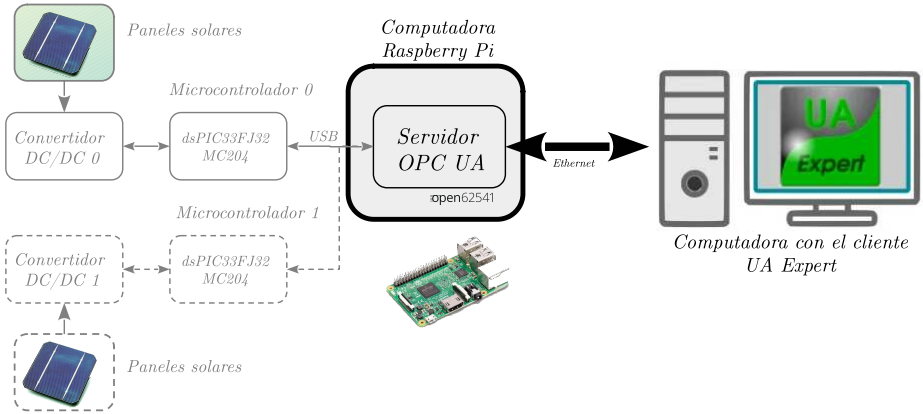
1: **procedure** HLUSB0
2: Creación de variables
3: **while** **do**
4: carácter$\leftarrow$ *leepuertoserie*.
5: **if** carácter==10 **then**
6: $n_1 \cdots n_4 \leftarrow buffer$
7: $buffer_{pos} = 0$;
8: **else**
9: $buffer_{pos} = buffer_{pos} + 1$.
10: $buffer(buffer_{pos}) \leftarrow$carácter
11: **end if**
12: **/dev/ttyUSB0** $\leftarrow V_{Pref}$
13: **end While**
14: **Return**

Verificaciones con el servidor OPC UA

Verificaciones

- Servidor-Cliente
- Consumo de recursos del servidor.

Servidor-Cliente OPC UA



Servidor

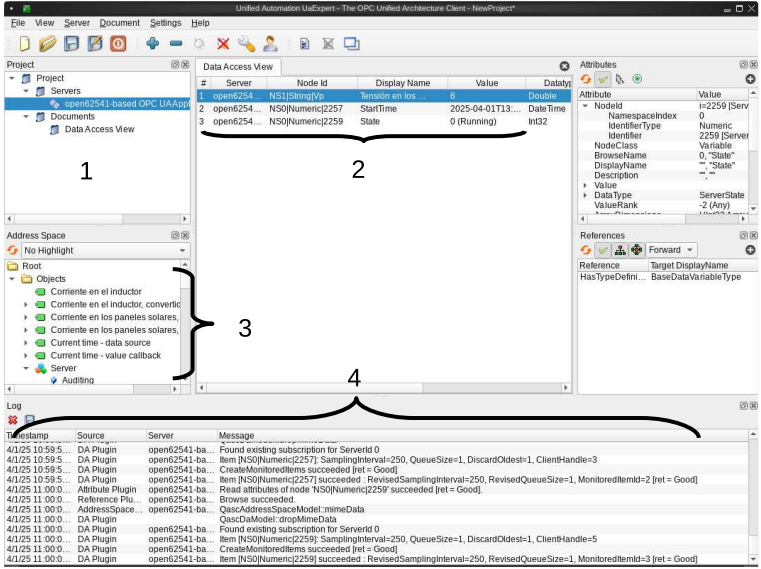
```
Servidor OPC UA. Versión 5.0

[2025-04-01 17:03:12.806 (UTC-0300)] info/eventloop     Starting the EventLoop
[2025-04-01 17:03:12.807 (UTC-0300)] warn/server        AccessControl: Unconfigured AccessControl. Users have all permissions.
[2025-04-01 17:03:12.807 (UTC-0300)] info/server        AccessControl: Anonymous login is enabled
[2025-04-01 17:03:12.807 (UTC-0300)] warn/server        x509 Certificate Authentication configured, but no encrypting SecurityPolicy. This ca
n leak credentials on the network.
[2025-04-01 17:03:12.818 (UTC-0300)] info/session       TCP 0   | SC 0  | Session "Administrator"       | AddNode (i=15303): No TypeDefinitio
n. Use the default TypeDefinition for the Variable/Object
[2025-04-01 17:03:12.844 (UTC-0300)] info/session       TCP 0   | SC 0  | Session "Administrator"       | AddNode (i=25451): No TypeDefinitio
n. Use the default TypeDefinition for the Variable/Object
[2025-04-01 17:03:12.938 (UTC-0300)] warn/userland      ServerUrls already set. Overriding.
[2025-04-01 17:03:12.938 (UTC-0300)] warn/server        AccessControl: Unconfigured AccessControl. Users have all permissions.
[2025-04-01 17:03:12.938 (UTC-0300)] info/server        AccessControl: Anonymous login is enabled
[2025-04-01 17:03:12.938 (UTC-0300)] warn/server        x509 Certificate Authentication configured, but no encrypting SecurityPolicy. This ca
n leak credentials on the network.
[2025-04-01 17:03:12.938 (UTC-0300)] warn/server        x509 Certificate Authentication configured, but no encrypting SecurityPolicy. This ca
n leak credentials on the network.
[2025-04-01 17:03:12.940 (UTC-0300)] info/network       TCP     | Listening on all interfaces
[2025-04-01 17:03:12.942 (UTC-0300)] info/network       TCP 6   | Creating listen socket for "0.0.0.0" (with local hostname "rpi3") on port 4
840
[2025-04-01 17:03:12.942 (UTC-0300)] info/server        New DiscoveryUrl added: opc.tcp://rpi3:4840
[2025-04-01 17:03:12.942 (UTC-0300)] info/network       TCP 7   | Creating listen socket for "::" (with local hostname "rpi3") on port 4840
[2025-04-01 17:03:13.507 (UTC-0300)] info/network       TCP 8   | Connection opened from "192.168.10.173" via the server socket 6
[2025-04-01 17:03:13.507 (UTC-0300)] info/channel       TCP 8   | SC 1  | SecureChannel created
[2025-04-01 17:03:13.607 (UTC-0300)] info/channel       TCP 8   | SC 1  | SecureChannel opened with SecurityPolicy http://opcfoundation.org/U
A/SecurityPolicy#None and a revised lifetime of 600.00s
[2025-04-01 17:03:13.707 (UTC-0300)] warn/channel       TCP 8   | SC 1  | ActivateSession: Session not found
[2025-04-01 17:03:13.838 (UTC-0300)] info/session       TCP 8   | SC 1  | Session "urn:Ramiro.unp.edu.ar:UnifiedAutomation:UaExpert"    | Ses
sion created
[2025-04-01 17:03:13.907 (UTC-0300)] info/session       TCP 8   | SC 1  | Session "urn:Ramiro.unp.edu.ar:UnifiedAutomation:UaExpert"    | Act
ivateSession: Session activated with ClientUserId ""
[2025-04-01 17:03:14.120 (UTC-0300)] info/session       TCP 8   | SC 1  | Session "urn:Ramiro.unp.edu.ar:UnifiedAutomation:UaExpert"    | Sub
scription 1 | Subscription created (Publishing interval 100.00ms, max 1000 notifications per publish)
[2025-04-01 17:03:14.208 (UTC-0300)] info/session       TCP 8   | SC 1  | Session "urn:Ramiro.unp.edu.ar:UnifiedAutomation:UaExpert"    | Sub
scription 1 | MonitoredItem 1 | Created the MonitoredItem (Sampling Interval: 0.00ms, Queue Size: 100)
[2025-04-01 17:03:14.232 (UTC-0300)] info/session       TCP 8   | SC 1  | Session "urn:Ramiro.unp.edu.ar:UnifiedAutomation:UaExpert"    | Sub
scription 2 | Subscription created (Publishing interval 500.00ms, max 1000 notifications per publish)
[2025-04-01 17:03:14.307 (UTC-0300)] info/session       TCP 8   | SC 1  | Session "urn:Ramiro.unp.edu.ar:UnifiedAutomation:UaExpert"    | Sub
```

1

2

3

Cliente OPC UA, Ua Expert



Consumo de recursos del servidor OPC UA

```
root@rpi3:/home/ramiro# pgrep shyps45b_raspi
960
root@rpi3:/home/ramiro# pidstat -p 960 -t 10
Linux 6.6.16-v7-sarpi3 (rpi3)   06/04/2025      _armv7l_        (4 CPU)

05:27:35 PM   UID      TGID       TID    %usr %system  %guest   %wait    %CPU   CPU  Command
05:27:45 PM     0       960         -    0.40    0.70    0.00    0.00    1.10     2  shyps45b_raspi
05:27:45 PM     0         -       960    1.00    0.00    0.00    0.00    1.00     2  |__shyps45b_raspi
05:27:45 PM     0         -       961    0.00    0.20    0.00    0.00    0.20     2  |__shyps45b_raspi
05:27:55 PM     0       960         -    0.50    0.80    0.00    0.00    1.30     2  shyps45b_raspi
05:27:55 PM     0         -       960    0.90    0.10    0.00    0.00    1.00     2  |__shyps45b_raspi
05:27:55 PM     0         -       961    0.10    0.20    0.00    0.10    0.30     2  |__shyps45b_raspi
05:28:05 PM     0       960         -    1.10    0.50    0.00    0.00    1.60     2  shyps45b_raspi
05:28:05 PM     0         -       960    1.30    0.00    0.00    0.00    1.30     2  |__shyps45b_raspi
05:28:05 PM     0         -       961    0.00    0.20    0.00    0.10    0.20     1  |__shyps45b_raspi
05:28:15 PM     0       960         -    0.00    1.20    0.00    0.00    1.20     2  shyps45b_raspi
05:28:15 PM     0         -       960    1.00    0.00    0.00    0.00    1.00     2  |__shyps45b_raspi
05:28:15 PM     0         -       961    0.00    0.20    0.00    0.10    0.20     2  |__shyps45b_raspi
05:28:25 PM     0       960         -    0.10    1.10    0.00    0.00    1.20     2  shyps45b_raspi
05:28:25 PM     0         -       960    1.00    0.10    0.00    0.00    1.10     2  |__shyps45b_raspi
05:28:25 PM     0         -       961    0.00    0.30    0.00    0.20    0.30     2  |__shyps45b_raspi
^C
Average:        0       960         -    0.42    0.86    0.00    0.00    1.28     -  shyps45b_raspi
Average:        0         -       960    1.04    0.04    0.00    0.00    1.08     -  |__shyps45b_raspi
Average:        0         -       961    0.02    0.22    0.00    0.10    0.24     -  |__shyps45b_raspi
root@rpi3:/home/ramiro#
```

Promedio

Proceso	% usr	% system	% CPU
960	1,04	0,04	1,08
961	0,02	0,22	0,24

Desarrollo del cliente OPC UA para Scilab/Xcos

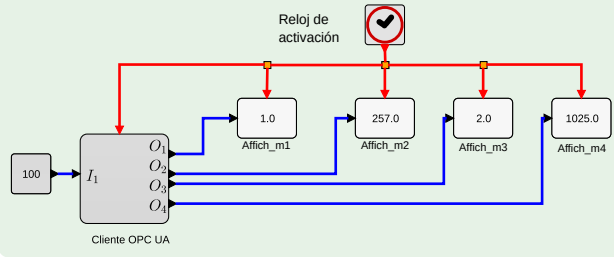
Función computacional (Cliente OPC UA)

```
1:  procedure CLIENTEOPCUA(IP,PUERTO)
2:      Carga librerías.
3:      Definición de variables.
4:      if flag == 4 then                          ▷ Ini sim.
5:          Inicia conexión OPC UA.
6:      else if flag == 5 then                     ▷ final.
7:          Cierra la conexión OPC UA.
8:      else if flag == 1 then                     ▷ Calc. Salida.
9:          Lee y escribe variables OPC UA.
10:     end if.
11: Return
```

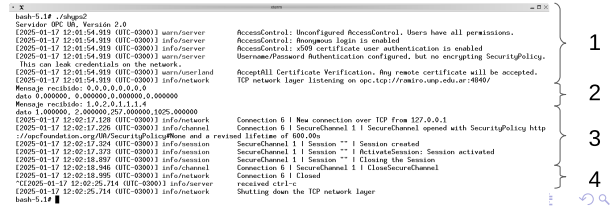
Implementación

- Compilación con gcc.
- Enlace de la función computacional a Scilab.
- Creación de una nueva paleta de componentes para Xcos con el bloque nuevo.

Esquema en Xcos con el cliente OPC UA diseñado

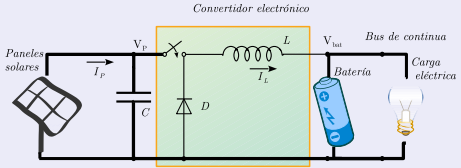


Ejecución del servidor OPC UA y el registro de mensajes.

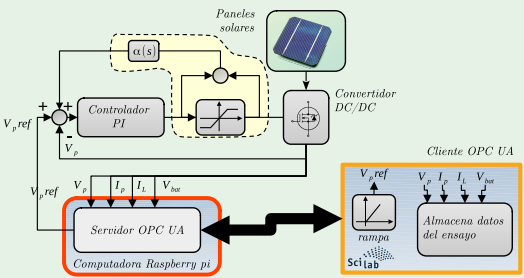


Aplicación a un sistema fotovoltaico

Circuito eléctrico del sistema fotovoltaico



Esquema del sistema fotovoltaico



Controlador PI

$$G_c(s) = kp\left(1 + \frac{1}{T_i s}\right). \qquad (1)$$

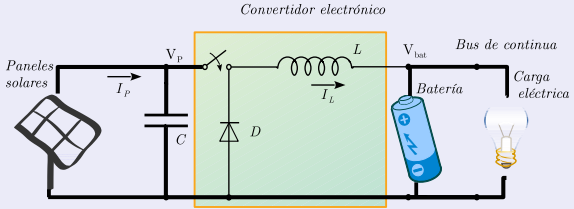
Fotografía del sistema.

Ensayos experimentales

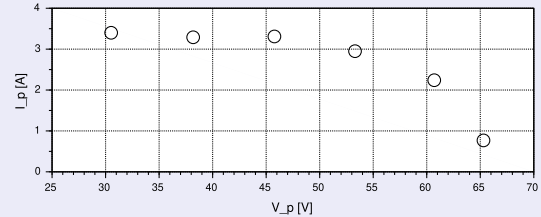
Ensayos

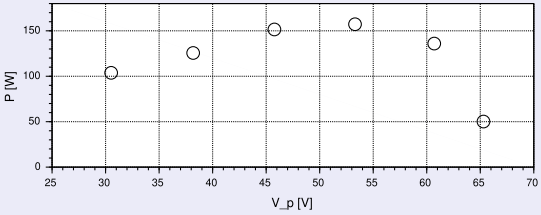
- Ensayos de las etapas de medición.
- Ensayos con Scilab/Xcos.

Sistema fotovoltaico



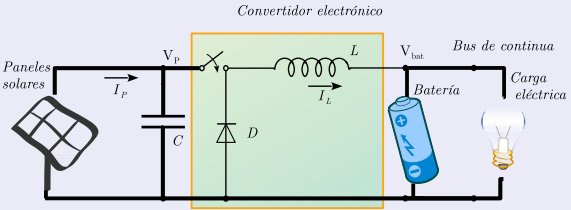
Esquema en Xcos y datos experimentales.



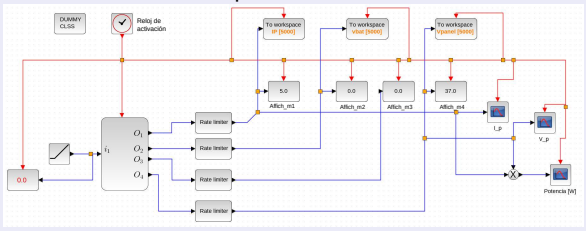


Ensayos experimentales

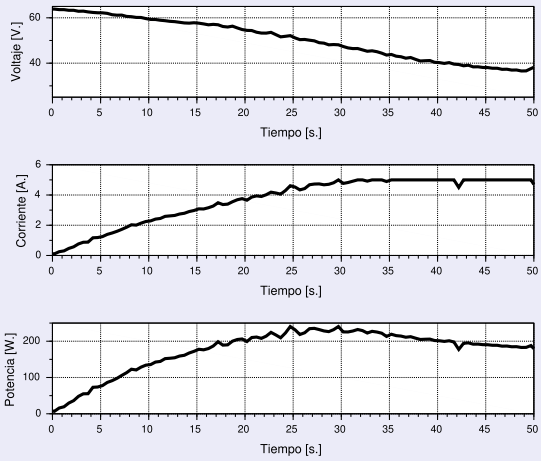
Sistema fotovoltaico y esquema en Xcos



Esquema en Xcos



Esquema en Xcos y datos experimentales.



Conclusiones

En este trabajo se presenta un servidor y un cliente para el protocolo de comunicación industrial OPC UA aplicado a un sistema fotovoltaico para la supervisión y control del sistema. El cliente OPC UA para el entorno gráfico Xcos puede tener múltiples aplicaciones, como por ejemplo la supervisión de sistemas, análisis de datos en tiempos real, etc. De esta forma, se agrega una nueva funcionalidad a Scilab/Xcos.
Por otra parte, el servidor OPC UA también está construido empleando la librería de código abierto open62541. Esto permite, una implementación económica del protocolo OPC UA en diferentes arquitecturas. Esto posibilita realizar la supervisión y control de más de un convertidor DC/DC conectado al sistema.
Los trabajos futuros incluyen la aplicación del cliente OPC UA en diferentes sistemas para tomar datos, implementación de algoritmos, aplicaciones en educación, etc.

¿Preguntas?

Servidor y cliente OPC UA usando software libre: Aplicación a un sistema fotovoltaico

Ricardo R. Peña, Roberto D. Fernández, Marcelo A. Lorenc

Institución:
Lab. de Automatización y Control, Facultad de Ingeniería, UNPSJB, Comodoro Rivadavia, Argentina.

Contacto: ramirop@unpata.edu.ar

¡Muchas gracias!