



# Title: Desarrollo de una HMI tipo arquitectura abierta para la comunicación Ethernet con PLCs de la marca Allen Bradley

Author: Luis Alberto, CARMONA-MARTÍNEZ, Jorge Alberto, SOTO-CAJIGA, Noé Amir1, RODRÍGUEZ-OLIVARES, Tania Judith, ORTÍZ-ORTÍZ

Editorial label ECORFAN: 607-8534  
BCIERMMI Control Number: 2018-03  
BCIERMMI Classification (2018): 251018-0301

Pages: 15  
RNA: 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**  
244 – 2 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 | 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: contacto@ecorfan.org  
Facebook: ECORFAN-México S. C.  
Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

### Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic Republic
Spain	El Salvador	Republic of Congo
Ecuador	Taiwan	
Peru	Paraguay	Nicaragua

*Objetivo: Desarrollar una HMI tipo arquitectura abierta para comunicar PLCs (AB), protocolo Ethernet/IP.*

El objetivo de la interfaz es contar con una alternativa libre y de código abierto capaz de extraer, modificar y visualizar la información de las variables creadas en los PLCs de la marca Allen Bradley de las familias ControlLogix, CompactLogix, MicroLogix y SLC 500. La comunicación fue realizada utilizando sockets TCP/IP en conjunto con una serie de librerías de comunicación que facilitan la interacción entre el PLC y la HMI por medio del protocolo CIP.

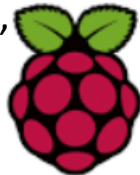


## Propuesta Técnica (Hardware y Software)

*La estructura de la HMI desarrollada en este trabajo se basa en una minicomputadora Raspberry Pi 3, una pantalla táctil y para el desarrollo del protocolo y el entorno gráfico se desarrollaron utilizando el lenguaje de programación Python 2.*

### Características Hardware:

- Chip de tipo SoC con arquitectura ARM fabricado por Broadcom.
- El procesador incluye, memoria RAM, una GPU,
- Puertos USB, HDMI, Ethernet, WiFi,
- 40 pines GPIO y un puerto DSI para la cámara (Raspberry Pi, s.f.).
- El sistema operativo utilizado es una versión adaptada de Debian, denominada Raspbian.



### Características Software:

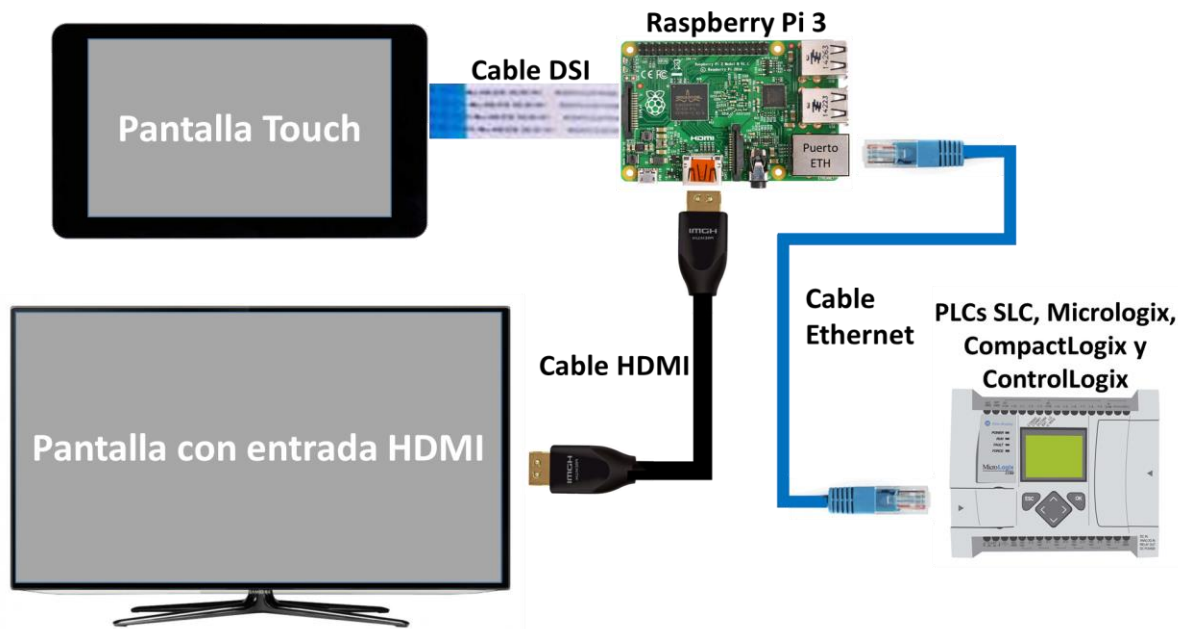
- Libre
- Simple
- Propósito General
- Open Source
- Lenguaje Orientado a Objetos
- Lenguaje de Alto Nivel
- Incrustable
- Extensas Librería:
- Sintaxis clara



### Características Pantalla:

- Táctil de 7 in.
- Conexión vía puerto DSI de la Raspberry Pi 3.
- Conexiónr vía HDMI hacia cualquier tamaño de pantalla
- Resoluciones desde 640x480 pixeles hasta 1920x1080 pixeles.

## Arquitectura propuesta del HMI



*Fuente: Elaboración propia.*

## Características Protocolo Ethernet/IP

ODVA y ControlNet introdujeron el empaquetado de mensajes con TCP/IP (ControlNet sobre Ethernet). El EtherNet/IP usa el Protocolo CIP, el cual define el encapsulamiento en las capas de transporte, sesión, presentación y aplicación del modelo OSI, también compartidas por ControlNet y DeviceNet.

Aplicación	Capa de aplicación CIP. Biblioteca de objetos de aplicación.
Presentación	Servicios de gestión de datos CIP. Mensajes explícitos, mensajes de E/S.
Sesión	CIP enrutamiento de mensajes, gestión de conexión.
Transporte	Encapsulación CIP. TCP/UDP.
Red	IP.
Enlace de datos	Ethernet.
Física	Punto a punto, multicast, unicast.

*Fuente: Elaboración propia.*

## Método de mensajes explícitos cliente-servidor

Todo el mensaje explícito es enviado a través del puerto TCP 44818 y es estructurado de manera por un encabezado de 24 bytes seguido de una porción de datos que varían dependiendo del comando utilizado

Estructura	Nombre del campo	Tipo de dato
<b>Encabezado</b>	Comando	UINT
	Tamaño	UINT
	Número de sesión	UINT
	Estatus	UDINT
	Contexto del remitente	Arreglo DE 8 BYTES
	Opciones	UDINT
<b>Datos específicos del comando</b>	Datos encapsulados	Arreglo de 0 a 65511 USINT

*Fuente: (Prado, 2005).*

## Solicitud de sección entre el HMI y PLC

Comando RegisterSession:

Estructura	Nombre del campo	Tipo de dato
<b>Encabezado</b>	Comando	UINT
	Tamaño	UINT
	Número de sesión	UINT
	Estatus	UDINT
	Contexto del remitente	Arreglo DE 8 BYTES
	Opciones	UDINT
<b>Datos específicos del comando</b>	Versión del protocolo	UINT
	Banderas de opciones	UINT

Fuente: (Prado, 2005).



## entre el HMI y PLC

Respuesta del comando RegisterSession:

Estructura	Nombre del campo	Tipo de dato
<b>Encabezado</b>	Comando	UINT
	Tamaño	UINT
	Número de sesión	UINT
	Estatus	UDINT
	Contexto del remitente	Arreglo DE 8 BYTES
	Opciones	UDINT
<b>Datos específicos del comando</b>	Versión del protocolo	UINT
	Banderas de opciones	UINT

Fuente: (Prado, 2005).



## Respuesta a la solicitud de sección entre el HMI y PLC

Respuesta del comando RegisterSession:

Estructura	Nombre del campo	Tipo de dato
<b>Encabezado</b>	Comando	UINT
	Tamaño	UINT
	Número de sesión	UINT
	Estatus	UDINT
	Contexto del remitente	Arreglo DE 8 BYTES
	Opciones	UDINT
<b>Datos específicos del comando</b>	Versión del protocolo	UINT
	Banderas de opciones	UINT

Fuente: (Prado, 2005).

## Operación de lectura y escritura entre el HMI y PLC

Las operaciones de lectura y escritura entre la HMI y el PLC se realizan a través del comando **SendRRData**, y debe ser enviado a través de un mensaje sin conexión UCMM encapsulado en el campo “paquete de solicitud”

Estructura	Nombre del campo	Tipo de dato
<b>Encabezado</b>	Comando	UINT
	Tamaño	UINT
	Número de sesión	UINT
	Estatus	UDINT
	Contexto del remitente	Arreglo DE 8 BYTES
	Opciones	UDINT
<b>Datos específicos del comando</b>	Tipo de interfaz	UDINT
	Timeout	UINT
	Conteo de elementos	UINT
	ID del tipo de dirección	UINT
	Longitud de la dirección	UINT
	ID del tipo de dato	UINT
	Longitud de los datos	UINT
Paquete de solicitud	Arreglo de UINT	

Fuente: (Prado, 2005).

## Respuesta del comando SendRRData

Al ser enviada la solicitud, el PLC responderá con base en el protocolo encapsulado en el comando **SendRRData**, el cual será utilizado para extraer la información de la variable en caso de una solicitud de lectura.

Estructura	Nombre del campo	Tipo de dato
<b>Encabezado</b>	Comando	UINT
	Tamaño	UINT
	Número de sesión	UINT
	Estatus	UDINT
	Contexto del remitente	Arreglo DE 8 BYTES
	Opciones	UDINT
<b>Datos específicos del comando</b>	Tipo de interfaz	UDINT
	Timeout	UINT
	Conteo de elementos	UINT
	ID del tipo de dirección	UINT
	Longitud de la dirección	UINT
	ID del tipo de dato	UINT
	Longitud de los datos	UINT
	Paquete de solicitud	Arreglo de UINT

Fuente: (Prado, 2005).

## Aplicación del código con software Python 2

El programa está compuesto de dos partes: una parte de comunicación y una parte de interfaz gráfica. La parte de comunicación utiliza una librería desarrollada exclusivamente para comunicarse con los PLCs de Allen-Bradley. La librería está compuesta por 4 funciones: 2 para leer y 2 para escribir sobre las variables del PLC, siguiendo la estructura del protocolo EtherNet/IP.

*Ejemplo de funciones de lectura y escritura:*

```
#Lectura PLCs ControlLogix y CompactLogix
Dato=C_ReadPLC('192.168.0.10', 0, 'variable00')

#escritura PLCs ControlLogix y CompactLogix
C_WritePLC('192.168.0.10', 0, 'variable01', dato)

#Lectura PLCs Micrologix y SLC
Dato=M_ReadPLC('192.168.0.10', 'B3:0')

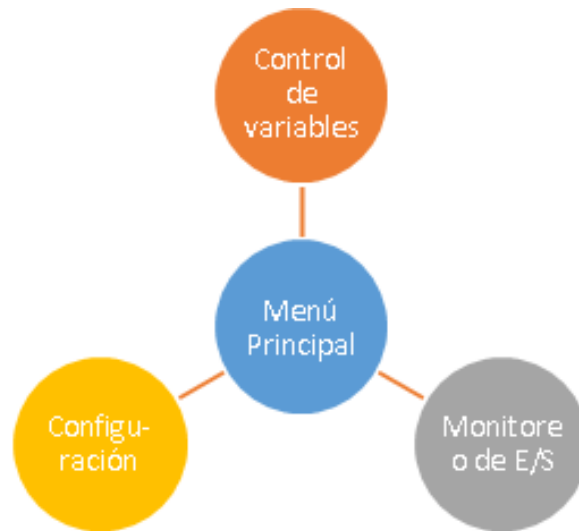
#escritura PLCs Micrologix y SLC
M_WritePLC('192.168.0.10', 'B3:1', dato)
```

*Fuente: Elaboración propia.*

## Interface Gráfica

La parte gráfica fue desarrollada mediante la librería Tkinter de Python para la creación de ventanas, controles e indicadores que están vinculados con las variables del PLC a través de las funciones de lectura y escritura. La interfaz gráfica permite moverse entre 4 paneles.

Diagrama de interconexión de los paneles.

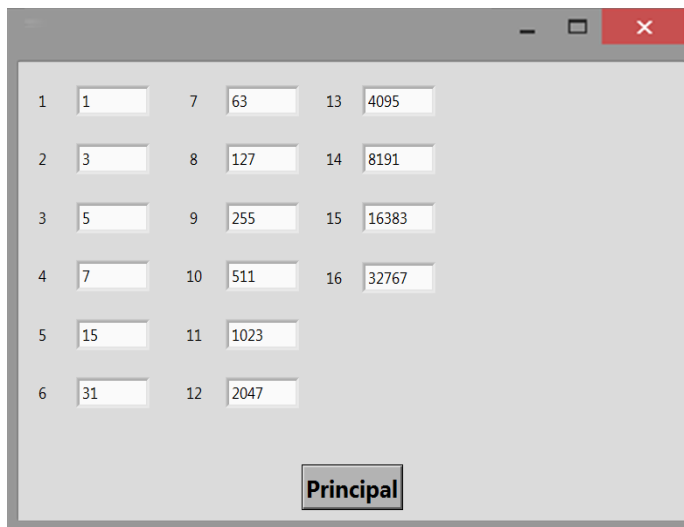


*Fuente: Elaboración propia.*

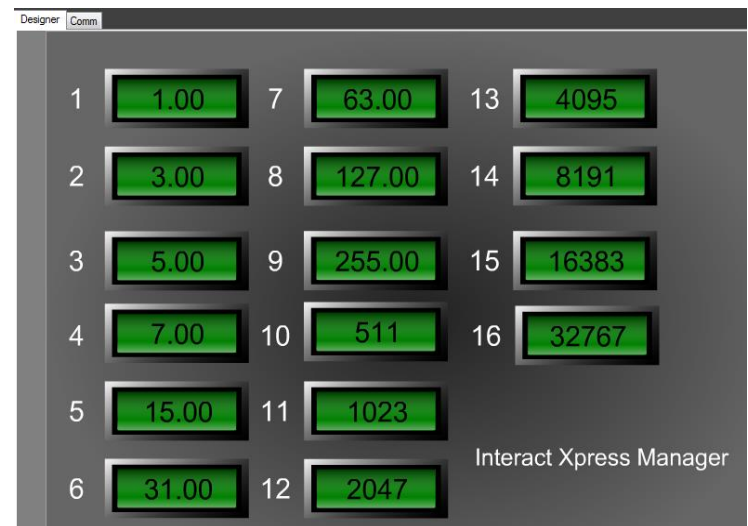
## Resultados

Las pruebas de lectura y escritura se realizaron con los PLCs Micrologix 1100 1763 serie B, CompactLogix 1769-L18ERM-BB1B y ControlLogix 1756-L71, se generaron 16 variables en cada PLC . Cada prueba consistió en leer y escribir datos desde la HMI sobre cada una de las 16 variables del PLC, utilizando las librerías .Todas las pruebas también se hicieron con el software comercial Interact Xpress Manager para tener un punto de comparación.

*Fuente:  
Elaboración  
propia.*



**Variables en la HMI de este trabajo**



**Variables en Interact Xpress Manager**

## Conclusiones

### Los resultados obtenidos:

- HMI de un costo aproximado de 3 mil pesos, equivalente a una quinta parte del precio de una HMI comercial, con la facilidad de comunicarse con varios modelos de PLCs de Allen Bradley.
- La estandarización e interoperabilidad de equipos que se comuniquen entre sí para el intercambio de información relevante para la toma inteligente de decisiones.
- Aplicación de la denominada IIoT (*Industrial Internet of Things*).
- Empleo de software libre como Python para el protocolo Ethernet/IP para un monitorio e intercambio de variables críticas del proceso en planta productiva vía alámbrica e inalámbrica.
- Equipo económicamente viable para las Pymes



## *Futuros Desarrollos*

### ***Continuidad del trabajo desarrollado:***

- Desarrollo para otros protocolos de comunicación industrial
- Desarrollo de pantallas para monitoreo, control, históricos, alarmas propias de un HMI comercial.
- Y aplicaciones alineadas a la industria 4.0 (cuarta revolución industrial), dándole así una mayor competitividad con los equipos industriales así, como:
- Apoyo en equipo económico con prestaciones que permitan la incorporación en los procesos de las Pymes para la digitalización de sus datos, conectividad segura entre equipos industriales y procesos a nivel local y/o remota.
- La continuación del presente trabajo se extiende con un mayor alcance tanto en protocolos industriales alineadas a la industria 4.0 (cuarta revolución industrial).



**ECORFAN®**

**© ECORFAN-Mexico, S.C.**

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)