



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y
COMPUTACIÓN.**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN
& AVIÓNICA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:**

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

**TEMA: “CONTROL DE UN MOTOR TRIFÁSICO UTILIZANDO
UN PLC S7 1200 Y UN MÓDULO SM 1232-AQ EN EL
LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL”.**

AUTOR: MOLINA ZAPATA, DARWIN HUMBERTO

DIRECTOR: Ing. Pilatasig Pablo.

LATACUNGA

2015

CERTIFICADO

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **MOLINA ZAPATA DARWIN HUMBERTO**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIONICA**.

SR. ING. PABLO PILATASIG
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

Latacunga, Junio 2015.

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Molina Zapata Darwin Humberto

DECLARO QUE:

El trabajo de grado denominado “**CONTROL DE UN MOTOR TRIFÁSICO UTILIZANDO UN PLC S7 1200 Y UN MÓDULO SM 1232-AQ EN EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL**”, ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de trabajo de grado en mención.

Latacunga, Junio 2015.

Darwin Humberto Zapata Molina.

C.I: 050298523-7

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por regalarme lo más preciado que son mis padres mis hermanos, los cuales son la cumbre de mi vida, por el gran valor sentimental en mi corazón, porque con su esfuerzo, valor, confianza y sobre todo amor estoy culminando un peldaño más de mi vida.

De manera especial a mis Padres Hernán y Lourdes, que con muestra de dedicación y esfuerzo me enseñaron que todos los objetivos trazados en la vida se pueden alcanzar, gracias por ser ante todo mis grandes amigos y por brindarme su apoyo en todo momento.

A todas las personas que estuvieron a mi lado tanto en la vida universitaria como fuera de ella, que realmente representan un motor importante en mi vida, gracias Mercedes y Stalin por brindarme su amistad, consejos, cariño, paciencia, a mis amigos de toda la vida, que han estado en las buenas, en malas y así me enseñaron lo que es la verdadera amistad.

Darwin

AGRADECIMIENTO

A todas las personas especiales en mi vida que estuvieron en las tristezas y alegrías que se presentan y sobre todo por la paciencia que han tenido conmigo.

A la UNIVERSIDAD DE LAS FUERFAS ARMADAS (ESPE) por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

De manera especial a mi profesor y amigo al Ing. Pablo Pilatasig por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, y en especial a mis profesores la Ing. Jessy Espinosa, Ing. Lucia Guerrero, Ing. Wilson Vinuesa, Ing. Eduardo Pasochoa, Sub. Cristóbal Medina por sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

Darwin

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	2
1.4.1 Objetivo general.....	2
1.4.2 Objetivos específicos.....	2
1.5 Alcance.....	2
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Motores Trifásicos de Inducción.....	4
2.2 PLC S7 1200	6
2.2.1 Partes del PLC S7 1200.....	6
2.2.2 Signal Board	7
2.2.3 Módulo de señal.....	8

2.2.4	Módulo de comunicación.....	9
2.2.5	Almacenamiento de datos, áreas de memoria	9
2.2.6	Acceso a los datos en las áreas de memoria de la CPU.....	10
2.3	PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY	12
2.4	LabView.....	13
2.4.1	Herramientas	14
2.5	OPC	17
2.5.1	Fundación estándar OPC	18
2.5.2	Arquitectura OPC.....	18
2.5.3	Comunicación LabView – OPC.....	19
2.5.4	LabView como cliente OPC	19
2.5.5	LabView como servidor OPC	20
2.5.6	National Instruments OPC servers	21
2.5.7	Configuración NI OPC servers	21
2.5.8	Quick Client OPC.....	23
2.6	TIA PORTAL.....	23
2.6.1	Apariencia homogénea.....	24
2.6.2	Inteligencia integrada	24
2.6.3	Máxima transparencia de datos	25
2.6.4	Soluciones reutilizables	25
2.7	Variadores de velocidad	25
2.8	Variadores de velocidad Sinamics G110	26
2.8.1	Beneficios	26
2.8.2	Accesorios	27
2.8.3	Gama de aplicaciones	27
2.9	Módulo de señales SM 1232 AQ.....	27

CAPÍTULO III	29
IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE UN MOTOR TRIFASICO	29
3.1 Preliminares	29
3.2 Conexiones físicas de los dispositivos	29
3.3 Generación de voltaje en el canal cero del SM 1232 AQ	31
3.4 Conexión OPC entre PLC S7 1200 y LabView	36
3.5 Control de velocidad de un motor trifásico	50
CAPÍTULO IV	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
4.1 Conclusiones	55
4.2 Recomendaciones	55
GLOSARIO DE TÉRMINOS	56
REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Memoria del proceso de las entradas	11
Tabla 2. Memoria del proceso de salidas	11
Tabla 3. Área de marcas.....	12
Tabla 4. Descripción de terminales usados para el proyecto	30
Tabla 5. Parámetros variador G110	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Polos salientes	4
Figura 2. Polos no salientes.....	5
Figura 3. Partes del PLC S7 1200	7
Figura 4. Signal Board	8
Figura 5. Partes de un módulo de señal.....	8
Figura 6. Partes de un módulo de comunicación.....	9
Figura 7. Panel frontal.....	14
Figura 8. Diagrama de bloques	15
Figura 9. Paleta de herramientas.....	15
Figura 10. Paleta de controles.....	16
Figura 11. Paleta de funciones.....	17
Figura 12. Motor de variable compartida	19
Figura 13. Cliente OPC.....	20
Figura 14. Servidor OPC	21
Figura 15. NI OPC Servers	22
Figura 16. Módulo SM 1232 AQ.....	28
Figura 17. Terminales SM 1232 AQ	28
Figura 18. Conexión física para alimentación del PLC	29
Figura 19. Conexión física entre el módulo y el PLC.....	30
Figura 20. Conexión final entre PLC y módulo SM 1232 AQ	30
Figura 21. Terminales del variador de velocidad G110.....	30
Figura 22. Conexiones salidas digitales del PLC y terminales del G110	31
Figura 23. Conexiones salida SM 1232 AQ y terminales del G110	31
Figura 24. Agregar PLC en TIA Portal	32
Figura 25. Agregar módulo de salidas analógicas en TIA Portal.....	32
Figura 26. Configuración de la dirección IP	33
Figura 27. Selección del PLC para cargar.....	33
Figura 28. Ventana de carga avanzada	34
Figura 29. Dirección del canal 0.....	34
Figura 30. Generación de – 10 V	35
Figura 31. Generacion de +10V	35

Figura 32. Creación de variable para vincular con LabView	36
Figura 33. Ventana NI OPC	36
Figura 34. Ventana Nuevo OPC	37
Figura 35. Nombre del Canal OPC	37
Figura 36. Ventana Device Driver	38
Figura 37. Ventana Network Interface	38
Figura 38. Ventana Write Optimizations	39
Figura 39. Ventana Non-Normalized Float Handling	39
Figura 40. Ventana Summary.....	40
Figura 41. Ventana Name	40
Figura 42. Ventana Model.....	41
Figura 43. Ventana ID	41
Figura 44. Ventana Scan Mode.....	42
Figura 45. Ventana Timing	42
Figura 46. Ventana Auto Demotion	43
Figura 47. Ventana Communications Parameters	43
Figura 48. Ventana S7 Comm Parameters	44
Figura 49. Ventana Addressing Options	44
Figura 50. Ventana Summary.....	45
Figura 51. Creación de Tag	45
Figura 52. Proceso OPC finalizado	46
Figura 53. Creación del control numérico en LabView.....	47
Figura 54. Definiendo valor máximo del control numérico.....	47
Figura 55. Selección de DataSocket	48
Figura 56. Selección del Tag OPC en LabView	48
Figura 57. Prueba en LabView de comunicación OPC	49
Figura 58. Comunicación entre LabView y PLC S7 1200 mediante OPC	49
Figura 59. Placas de características del motor.....	50
Figura 60. Segmento de encendido y apagado del motor	51
Figura 61. Segmento para inversión de giro del motor	51
Figura 62. Tags en NI OPC Servers.....	52
Figura 63. Programación en Labview.....	53

Figura 64. Interface de usuario54

RESUMEN

El presente trabajo de graduación tiene como objetivo controlar la velocidad, encendido/apagado e inversión de giro de un motor trifásico desde LabView, empleando un PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY, un módulo de señales SM 1232 AQ y un variador de velocidad de marca siemens G110. El PLC se comunica con LabView mediante NI OPC Servers que es un servidor OPC propio de National Instruments. Para realizar este proyecto se utiliza TIA portal que es una aplicación de software que permite aumentar la productividad y la eficiencia del proceso, en este se definió primero que las salidas digitales del PLC servirán para encender/apagar el motor e invertir el giro, la salida Q0.0 es para encender el motor y la salida Q0.1 es para invertir el giro. Las dos salidas del PLC conjuntamente con la salida cero del SM 1232 AQ, se conectan a los terminales que corresponde en el variador de velocidad, el mismo que está configurado para realizar el control del motor mediante consigna analógica, este se logra al colocar un valor de 2 en los parámetros P0700 y P1000 del G110. Se crearon 3 Tags en el NI OPC Servers, una de tipo Word y dos de tipo booleano. La de tipo Word sirve para enviar un valor entero desde Labview al PLC el mismo que servirá para controlar la velocidad del motor a través del módulo SM 1232 AQ y el variador de velocidad G110. Las Tags de tipo booleano sirven para el encendido e inversión de giro del motor. En Labview se creó un programa que mediante una perilla manipule la velocidad del motor del 0 al 100 %.

PALABRAS CLAVES

MÓDULO DE SEÑAL

VARIADOR DE VELOCIDAD

PLC

LABVIEW

OPC

ABSTRACT

This graduate work aims to control the speed, power on / off and reverse rotation of a three phase motor from LabView using an S7 PLC 1200 CPU 1214C AC / DC / RLY, a signal module SM 1232 AQ and a variable Siemens speed G110. The PLC communicates with LabView using NI OPC Servers that is a proper OPC server National Instruments. To make this project site TIA is a software application that increases the productivity and efficiency of the process, this was defined first digital PLC outputs used to turn on / off the engine and reverse rotation is used, the output Q0.0 is to start the engine and the output Q0.1 is to reverse the rotation. The two outputs of the PLC together with the zero output of SM 1232 AQ, are connected to the terminals corresponding to the variable speed drive, the same that is configured to control the motor via analog setpoint, this is achieved by placing a value 2 P0700 and P1000 in the G110 parameters. 3 Tags NI OPC Servers in a Word type Boolean and two were created. The Word type is for sending an integer value from the PLC Labview which will serve to control the motor speed through the SM 1232 AQ and the variable speed G110. The Boolean tags are used for power and reverse rotation of the motor. A program with a knob handle the engine speed from 0 to 100% was created in Labview.

KEYWORDS

SIGNAL MODULE

VARIABLE SPEED

PLC

LABVIEW

OPC

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

CONTROL DE UN MOTOR TRIFÁSICO UTILIZANDO UN PLC S7 1200 Y UN MÓDULO SM 1232-AQ EN EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL.

1.1 ANTECEDENTES.

El Laboratorio de Instrumentación Virtual localizado en las instalaciones de la Unidad de Tecnologías de la Universidad de FF.AA-ESPE es un Centro Académico de Formación Tecnológica Superior situado en la provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga; en la Calle Xavier Espinoza y Av. Amazonas.

En el Laboratorio de Instrumentación Virtual existe un módulo para el control de un motor trifásico implementado por el señor Zumba Álvarez Wilson Abrahán, este módulo consta de un Motor Trifásico de 1 HP marca Siemens, un variador de velocidad Micromaster 440 y un Encoder.

También existe otro módulo para el control de un Motor Trifásico implementado por el señor Llumigusin Yambay Christian Vinicio, este módulo consta de un Motor Trifásico de 1 HP, un variador de velocidad G110 marca Siemens y un encoder.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El Laboratorio de Instrumentación Virtual de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de Fuerzas Armadas – ESPE, cuenta con 3 PLCs S7 1200 y 1 módulo SM 1232-AQ, es decir, solo se puede desarrollar prácticas de generación de señales analógicas con un solo PLC, por lo que se genera un problema con los estudiantes que deben estar esperando su turno para poder realizar sus prácticas referente a este tema.

Al no contar con más módulos SM 1232-AQ se está limitando a los señores estudiantes a que desarrollen prácticas en espera de su turno provocando molestias entre compañeros.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los Motores Eléctricos son muy empleados en procesos industriales donde forman parte bombas, ventiladores, bandas transportadoras, entre otras. Por este motivo los estudiantes de la Carrera de Electrónica deben conocer cómo se puede controlar este dispositivo empleando variadores de velocidad y PLC.

Con la implementación de 2 Módulos SM 1232-AQ, se tendrá 3 grupos completos de trabajo formado por un PLC y un módulo SM 1232-AQ, mejorando la didáctica de aprendizaje debido a que un mayor número de estudiantes podrán desarrollar las prácticas de laboratorio de manera simultánea.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivo general.

Controlar un motor trifásico utilizando un PLC S7 1200 y un módulo SM 1232-AQ en el laboratorio de Instrumentación Virtual para prácticas de control de procesos.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Investigar cómo controlar un motor trifásico empleando un variador de velocidad.
- Realizar las configuraciones y conexiones necesarias entre el PLC S7 1200 y el variador de velocidad para control de velocidad mediante consigna analógica.
- Realizar el control de un motor trifásico empleando el PLC S7 1200, el módulo SM 1232-AQ y un variador de velocidad

1.5 Alcance.

Este proyecto está dirigido a la carrera de Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica de la Universidad de Fuerzas Armadas-ESPE, para la asignatura de Automatización y Control de Procesos, brindando a los

estudiantes los equipos necesarios donde puedan desarrollar prácticas y aplicar los conocimientos adquiridos en el aula, lo que permitirá obtener mayor experiencia en el campo práctico para posteriormente desempeñarse de mejor manera en el ámbito laboral, logrando contar con profesionales altamente capacitados y competitivos, capaces de contribuir con el desarrollo de nuestro país.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.

2.1 Motores Trifásicos de Inducción

Un motor trifásico de inducción produce un campo rotatorio con el mismo método básico que el motor bifásico de inducción. Las fases se desplazan 120° entre sí por medios mecánicos (dos polos por fase) y las corrientes de devanado están desplazadas 120° en sus fases. Esta estructura se ve, con polos salientes, en la figura 1; el aspecto real del estator de polos no salientes se muestra en la figura 2. (Maloney, 2006)

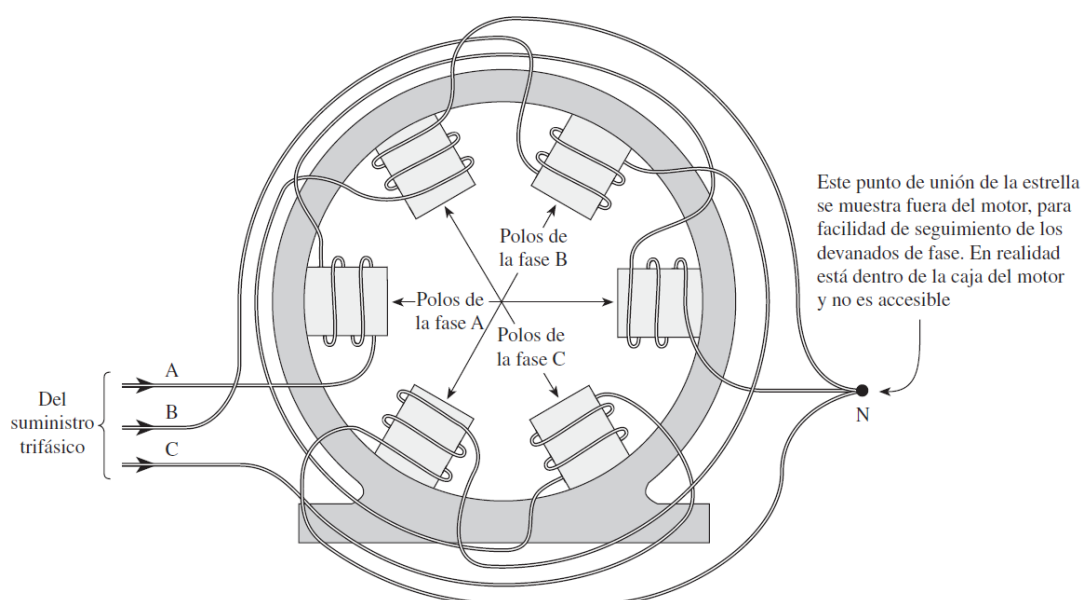


Figura 1. Polos salientes

Fuente: (Maloney, 2006)

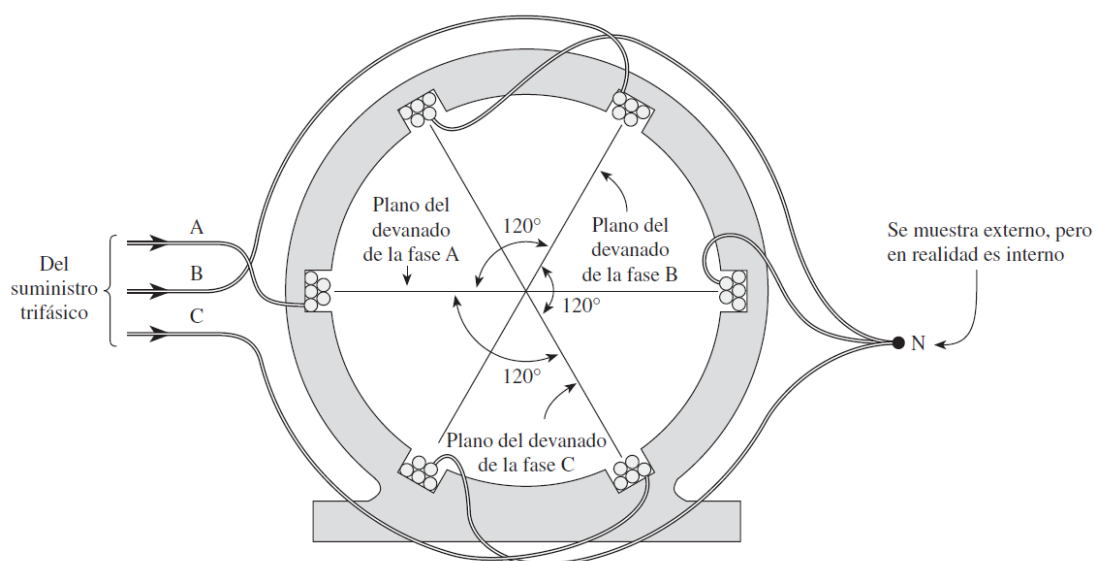


Figura 2. Polos no salientes

Fuente: (Maloney, 2006)

El motor de la figura 1 está configurado en estrella, por lo que el voltaje a través de cualquier devanado individual de fase es igual al voltaje de línea dividido entre $\sqrt{3}$. Por ejemplo, si el voltaje de línea es 480 V, entonces

$$V_{\text{fase (motor Y)}} = \frac{VL}{\sqrt{3}} = \frac{480}{\sqrt{3}} = 277 \text{ V} \quad (1)$$

El fabricante del motor, al diseñar ese motor configurado en estrella para funcionar con una línea de ca trifásica de 480 V, pondría los devanados con la cantidad correcta de vueltas y el calibre adecuado de alambre y espesor de aislamiento para que funcionara bien a 277 V.

Por otro lado, el fabricante podría optar por interconectar los devanados de fase en configuración delta. En ese caso, el voltaje en el devanado de las fases individuales sería todo el voltaje de línea. (Maloney, 2006)

2.2 PLC S7 1200

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización.

Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. (Siemens, 2009)

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC.

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232.

2.2.1 Partes del PLC S7 1200

Los diferentes modelos de CPUs ofrecen una gran variedad de funciones y prestaciones que permiten crear soluciones efectivas destinadas a numerosas aplicaciones.

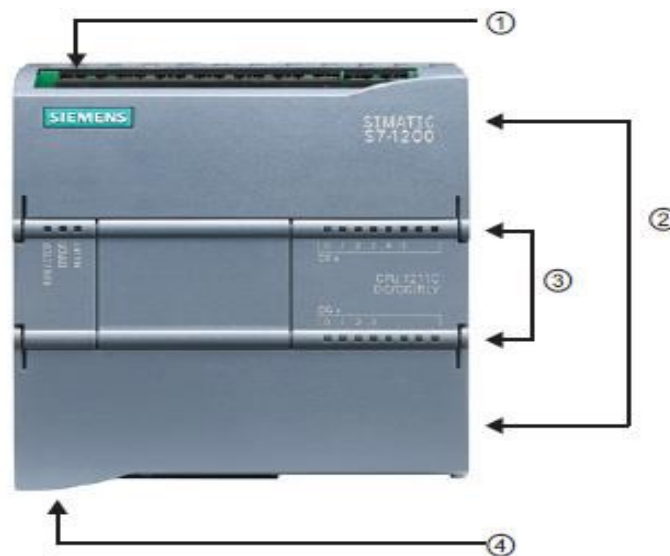


Figura 3. Partes del PLC S7 1200

Fuente: (Siemens, 2009)

- ① Conector de corriente
- ② Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas)
- ② Ranura para Memory Card (debajo de la tapa superior)
- ③ LEDs de estado para las E/S integradas
- ④ Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU)

2.2.2 Signal Board

Una Signal Board (SB) permite agregar E/S a la CPU. Es posible agregar una SB con E/S digitales o analógicas. Una SB se conecta en el frente de la CPU.

- SB con 4 E/S digitales (2 entradas DC y 2 salidas DC)
- SB con 1 entrada analógica

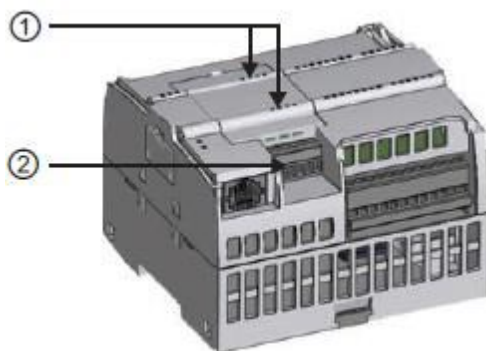


Figura 4. Signal Board

Fuente: (Siemens, 2009)

① LEDs de estado en la SB

② Conector extraíble para el cableado de usuario

2.2.3 Módulo de señal

Los módulos de señales se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU, se conectan a la derecha de la CPU.

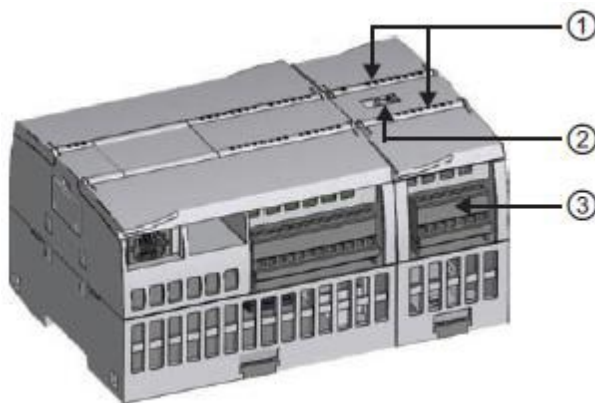


Figura 5. Partes de un módulo de señal

Fuente: (Siemens, 2009)

① LEDs de estado para las E/S del módulo de señales

② Conector de bus

③ Conector extraíble para el cableado de usuario

2.2.4 Módulo de comunicación

La gama S7-1200 provee módulos de comunicación (CMs) que ofrecen funciones adicionales para el sistema. Hay dos módulos de comunicación, a saber: RS232 y RS485.

- La CPU soporta como máximo 3 módulos de comunicación
- Todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU (o en lado izquierdo de otro CM)

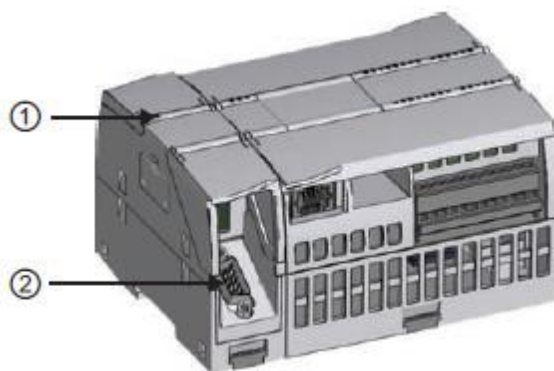


Figura 6. Partes de un módulo de comunicación

Fuente: (Siemens, 2009)

- ① LEDs de estado del módulo de comunicación
- ② Conector de comunicación

2.2.5 Almacenamiento de datos, áreas de memoria y direccionamiento

La CPU ofrece varias opciones para almacenar datos durante la ejecución del programa de usuario:

Memoria Global: La CPU ofrece distintas áreas de memoria, incluyendo entradas (I), salidas (Q) y marcas (M). Todos los bloques lógicos pueden acceder sin restricción alguna a esta memoria.

Bloque de Datos (DB): Es posible incluir DBs en el programa de usuario para almacenar los datos de los bloques lógicos. Los datos almacenados se conservan cuando finaliza la ejecución del bloque lógico asociado. Un DB "global" almacena datos que pueden ser utilizados por todos los bloques

lógicos, mientras que un DB instancia almacena datos para un bloque de función (FB) específico y está estructurado según los parámetros del FB.

Memoria temporal: Cada vez que se llama un bloque lógico, el sistema operativo de la CPU asigna la memoria temporal o local (L) que debe utilizarse durante la ejecución del bloque. Cuando finaliza la ejecución del bloque lógico, la CPU reasigna la memoria local para la ejecución de otros bloques lógicos.

A los datos de la mayoría de las áreas de memoria (I, Q, M, DB y L) se puede acceder como bytes, palabras o palabras dobles utilizando el formato "dirección de byte". Para acceder a un byte, una palabra o una palabra doble de datos en la memoria, la dirección debe especificarse de forma similar a la dirección de un bit. Esto incluye un identificador de área, el tamaño de los datos y la dirección de byte inicial del valor de byte, palabra o palabra doble. Los designadores de tamaño son B (byte), W (palabra) y D (palabra doble), p. ej. IB0, MW20 ó QD8. Las direcciones tales como I0.3 y Q1.7 acceden a la memoria imagen de proceso. Para acceder a la entrada o salida física es preciso añadir ":P" a la dirección (p. ej. I0.3:P, Q1.7:P o "Stop:P"). (Siemens, 2009)

2.2.6 Acceso a los datos en las áreas de memoria de la CPU

I (memoria imagen de proceso de las entradas): La CPU consulta las entradas de periferia (físicas) inmediatamente antes de ejecutar el OB de ciclo en cada ciclo y escribe estos valores en la memoria imagen de proceso de las entradas. A la memoria imagen de proceso de las entradas se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble. Aunque se permiten accesos de lectura y escritura, generalmente sólo se leen las entradas de la memoria imagen de proceso.

Tabla 1.

Memoria del proceso de las entradas

Bit	M[dirección de byte][dirección de bit]	I0.1
Byte, palabra, palabra doble	M[tamaño][dirección de byte inicial]	IB4, IW5, ID12

Q (memoria imagen de proceso de las salidas): La CPU copia los valores almacenados en la imagen de proceso de las salidas en las salidas físicas. A la memoria imagen de proceso de las salidas se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble. Se permiten accesos de lectura y escritura a la memoria imagen de proceso de las salidas.

Tabla 2.

Memoria del proceso de salidas

Bit	Q[dirección de byte][dirección de bit]	Q1.1
Byte, palabra, palabra doble	M[tamaño][dirección de byte inicial]	QB5, QW10, QD40

M (área de marcas): El área de marcas (memoria M) puede utilizarse para relés de control y datos para almacenar el estado intermedio de una operación u otra información de control. Al área de marcas se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble. Se permiten accesos de lectura y escritura al área de marcas.

Tabla 3.

Área de marcas

Bit	M[dirección de byte][dirección de bit]	M26.7
Byte, palabra, palabra doble	M[tamaño][dirección de byte inicial]	MB20,MW30,MD50

Temp (memoria temporal): La CPU asigna la memoria temporal según sea necesario. La CPU asigna la memoria temporal al bloque lógico cuando éste se inicia (en caso de un OB) o se llama (en caso de una FC o un FB). La asignación de la memoria temporal a un bloque lógico puede reutilizar las mismas posiciones de memoria temporal usadas anteriormente por un OB, FC o FB diferente. La CPU no inicializa la memoria temporal durante la asignación. Por lo que esta memoria puede contener un valor cualquiera. La memoria temporal es similar al área de marcas, con una excepción importante: el área de marcas tiene un alcance "global", en tanto que la memoria temporal tiene un alcance "local".

DB (bloque de datos): Los bloques de datos se utilizan para almacenar diferentes tipos de datos, incluyendo el estado intermedio de una operación u otros parámetros de control de FBs, así como estructuras de datos requeridas para numerosas instrucciones, p. ej. Temporizadores y contadores. Es posible determinar que un bloque de datos sea de lectura/escritura o de sólo lectura. A los bloques de datos se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble. A los bloques de datos que se pueden leer y escribir se permiten accesos de lectura y escritura. A los bloques de datos de sólo lectura se permiten sólo los accesos de lectura.

2.3 PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY

Es una CPU compacta cuyo número de serie es 6ES7 214-1BG31-0XB0, viene incorporado un socket que puede ser utilizado para conectar Tarjetas

de Señales (SB) o Módulos de Comunicación (CM), el mismo que puede entregar una corriente máxima de 1600 mA y un voltaje de 5VDC.

Posee una fuente de 24VDC para alimentar sensores o para ser empleada en las entradas digitales con una corriente máxima de 400mA.

La leyenda AC/DC/Relay, significa que la CPU se alimenta con corriente alterna, las entradas digitales necesitan de un voltaje DC para que se activen y las salidas digitales son a relé.

Vienen incorporadas 14 entradas digitales y 10 salidas digitales. Cuando una entrada digital es usada existe un consumo de 4mA. También existe como parte de la CPU 2 entradas de voltaje con un rango de 0 a 10VDC.

Soporta hasta un máximo de 8 módulos de expansión de señales (SM).

2.4 LabView

Acrónimo de Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench. LabView constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos.

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques.

Para el empleo de LabVIEW no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales.

LabVIEW también proporciona potentes herramientas que facilitan la depuración de los programas.

2.4.1 Herramientas

Los programas desarrollados mediante LabVIEW se denominan Instrumentos Virtuales (VIs), porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real. Todos los VIs tienen un panel frontal y un diagrama de bloques.

2.4.1.1 Panel Frontal

Se trata de la interfaz gráfica del VI con el usuario. Esta interfaz recoge las entradas procedentes del usuario y representa las salidas proporcionadas por el programa.

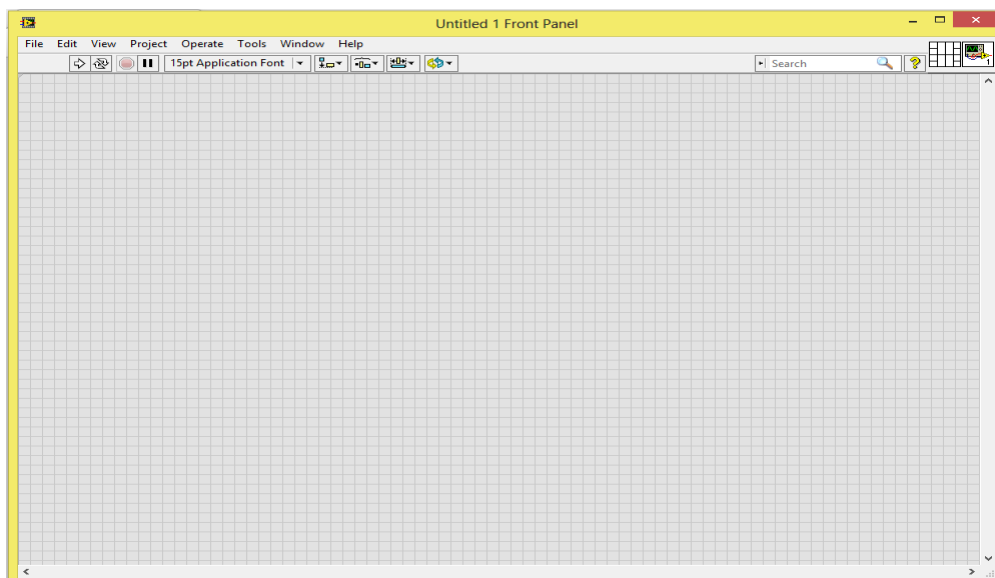







Figura 7. Panel frontal

Fuente: (National Instruments, LabView, 2014)

2.4.1.2 Diagrama de bloques

El diagrama de bloques constituye el código fuente del VI. En el diagrama de bloques es donde se realiza la implementación del programa del VI para controlar o realizar cualquier procesado de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal.

-  Operating tool – Cambia el valor de los controles.
-  Labeling tool – Edita texto y crea etiquetas.
-  Labeling tool – Edita texto y crea etiquetas.
-  Wiring tool – Une los objetos en el diagrama de bloques.
-  Color tool – Establece el color de fondo y el de los objetos

2.4.1.4 Paleta de controles

Se utiliza únicamente en el panel frontal. Contiene todos los controles e indicadores que se emplean para crear la interfaz del VI con el usuario.

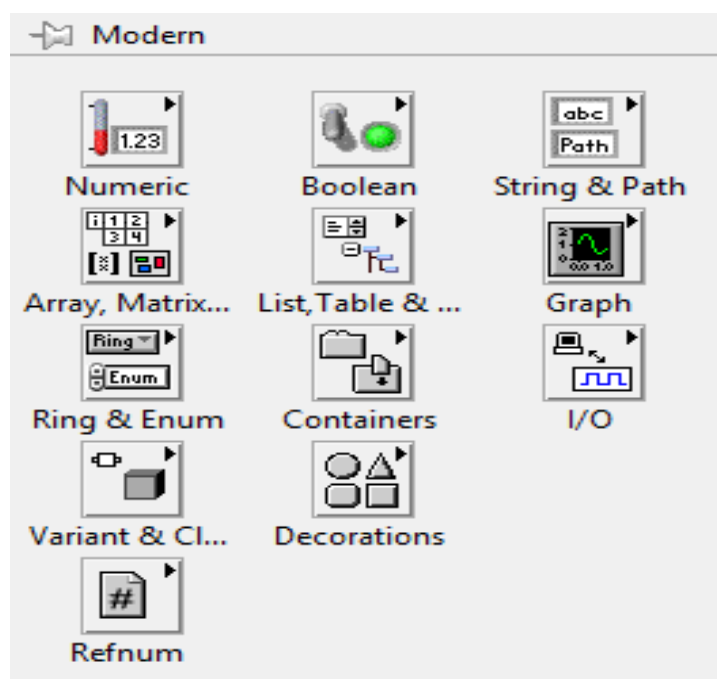


Figura 10. Paleta de controles

Fuente: (National Instruments, LabView, 2014)

2.4.1.5 Paleta de funciones

Se emplea en el diseño del diagrama de bloques. La paleta de funciones contiene todos los objetos que se emplean en la implementación del programa del VI, ya sean funciones aritméticas, de entrada/salida de señales, entrada/salida de datos a fichero, adquisición de señales, temporización de la ejecución del programa etc.

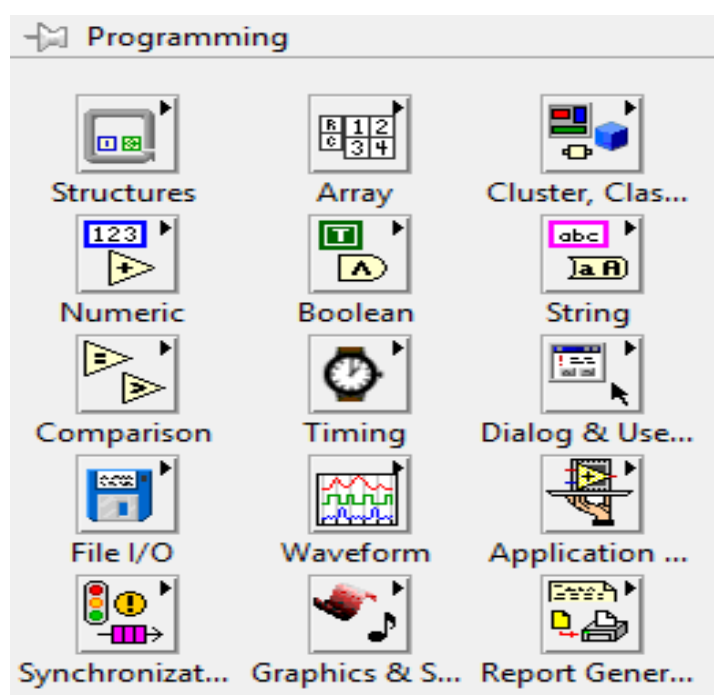


Figura 11. Paleta de funciones

Fuente: (National Instruments, LabView, 2014)

2.5 OPC

OLE for Process Control de Microsoft es un interfaz con componentes de automatización, proporcionando un acceso simple a los datos.

Las aplicaciones que requieren servicios, es decir datos, desde el nivel de automatización para procesar sus tareas, los piden como clientes desde los componentes de automatización, quienes a la vez proveen la información requerida como servidores. La idea básica del OPC está en normalizar la interfaz entre el servidor OPC y el cliente OPC independientemente de cualquier fabricante particular.

Los servicios prestados por los servidores OPC para clientes OPC por medio de la interface OPC típicamente implican la lectura, cambio y verificación de variables de proceso. Mediante estos servicios es posible operar y controlar un proceso. Los servidores OPC apoyan el nexo de tales aplicaciones a cualquier componente de automatización que esté en red por medio de un bus de campo o Ethernet Industrial. (Carlos de Castro Lozano, 2014)

2.5.1 Fundación estándar OPC

La define un conjunto de interfaces estándar que permiten a cualquier cliente acceder a cualquier OPC- dispositivo compatible. La mayoría de los proveedores de dispositivos de adquisición de datos industriales y de control, tales como controladores lógicos programables (PLC) y controladores programables de automatización (PAC), están diseñados para funcionar con el estándar OPC Fundación.

La Fundación OPC está formada por: Siemens, Fisher, Intuitive, OPTO 22, Intellution, Rockwell, etc.

2.5.2 Arquitectura OPC

OPC permite aplicaciones cliente y servidor para comunicarse entre sí. OPC está diseñado para ser una capa de abstracción entre las redes industriales y los controladores PLC propietarios. El estándar OPC especifica el comportamiento que se espera que las interfaces para proporcionar a sus clientes; y los clientes reciben los datos de las interfaces mediante llamadas a funciones estándar y métodos. En consecuencia, siempre que un análisis de ordenador o programa de adquisición de datos contiene un protocolo de cliente OPC, y un controlador de dispositivo industrial tiene una interfaz OPC asociado, el programa puede comunicarse con el dispositivo.

El software de cliente también especifica la velocidad a la que el servidor proporciona nuevos datos al cliente debido a que el servidor es responsable de la publicación de datos. (National Instruments, 2012)

2.5.3 Comunicación LabVIEW – OPC

LabVIEW permite a los desarrolladores integrar con los sistemas de OPC, conecta tanto a los clientes y servidores OPC para aplicaciones de LabVIEW para compartir datos. El componente principal que permite LabVIEW para realizar esta acción es el motor Variable Compartida (SVE). El SVE se instala como un servicio en el equipo cuando se instala LabVIEW. Utilizando una tecnología patentada llamada NI publicación-suscripción Protocolo (NI-PSP), el SVE administra las actualizaciones de las variables compartidas. Una vez que se implementa variables compartidas en el SVE, el SVE funciona como un proceso independiente que se ejecuta en el equipo.

Para OPC, el SVE actúa como el intermediario entre los elementos de datos NI-PSP y otras aplicaciones. Puede configurar los servidores de E / S para ser clientes OPC.

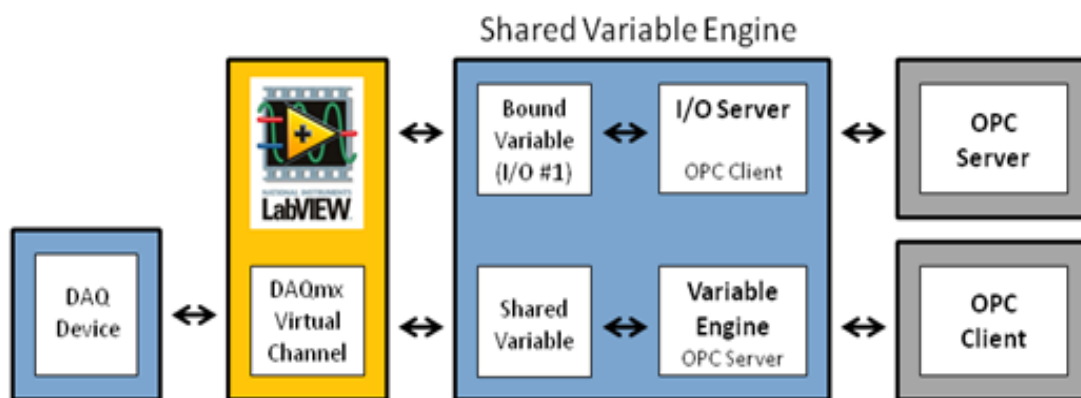


Figura 12. Motor de variable compartida

Fuente: (National Instruments, 2012)

2.5.4 LabView como cliente OPC

LabVIEW proporciona servidores OPC Cliente de E / S para comunicarse con cualquier servidor de la aplicación de la interfaz de servidor OPC de la fundación OPC. Esto permite LabVIEW comunicarse con cualquier PLC que

está interactuando con un servidor OPC. Un servidor OPC Cliente I / O contiene una lista de todos los servidores OPC disponibles que se instalan y ejecutan en un equipo PC. La Figura 2.20 muestra la relación de los componentes implicados en la comunicación entre LabVIEW y un PLC.

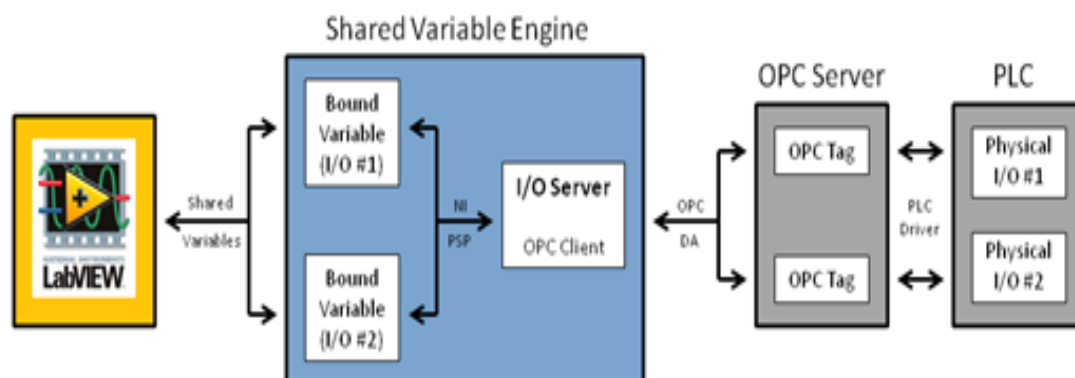


Figura 13. Cliente OPC

Fuente: (National Instruments, 2012)

PLCs publican datos a la red. Un programa OPC Server utiliza driver propietario del PLC para crear etiquetas del OPC para cada E / S física en el PLC.

National Instruments proporciona NI OPC. Servidores NI OPC contiene una lista de controladores para muchos de los PLC de la industria.

Una vez que se implementan los variables compartidas en el SVE y las variables compartidas recibe valores, LabVIEW puede fácilmente leer y escribir en las variables compartidas utilizando un VI.

2.5.5 LabView como servidor OPC

El SVE puede actuar como un servidor OPC. Sin embargo, el SVE como servidor OPC no debe confundirse con los Servidores NI OPC, ya que el SVE no contiene controladores PLC propietarias esenciales. El SVE puede tomar una variable compartida de red publicada y crear etiquetas del OPC que un cliente OPC puede conectarse. Esto permite LabVIEW VIs para comunicarse fácilmente con otro software de cliente OPC.

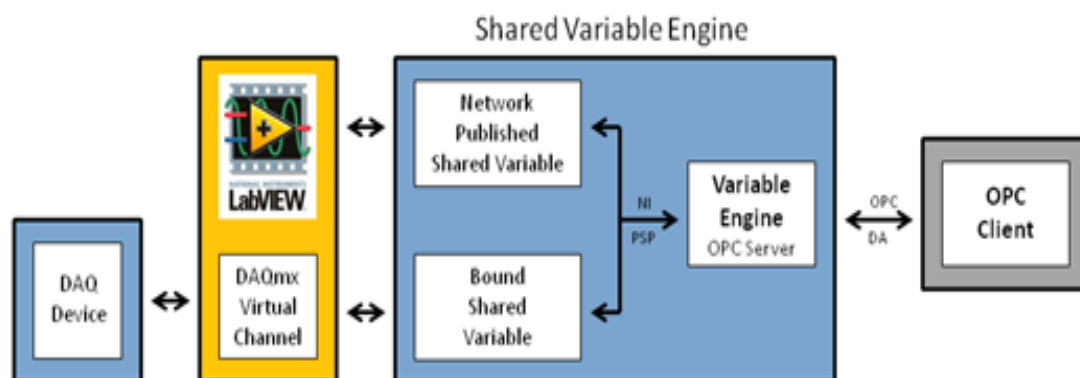


Figura 14. Servidor OPC

Fuente: (National Instruments, 2012)

2.5.6 National Instruments OPC servers

NI OPC Servers es estándar en las redes industriales y buses de campo que gracias a los avances tecnológicos, cada vez son más software que reemplazan a otros, es así que aparece NI OPC (National Instruments Ole Process Control) que reemplaza los sistemas dueños de drivers de control y automatización, por sistemas que consten de plataformas abiertas de sistemas operativos es así LabVIEW puede integrar y crear compatibilidad para operar con múltiples sistemas disminuyendo los costos de Software y Hardware industrial.

El software de cliente LabVIEW se puede conectar a casi todos los dispositivos de proveedores disponibles. (National Instruments, 2012)

2.5.7 Configuración NI OPC servers

Para realizar una configuración en NI OPC Servers se debe tomar en cuenta sus tres componentes importantes que son:

- Canal
- Dispositivo
- Etiqueta (TAG)

Estos tres componentes se los debe realizar en la ventana principal de configuración como la de la figura 15

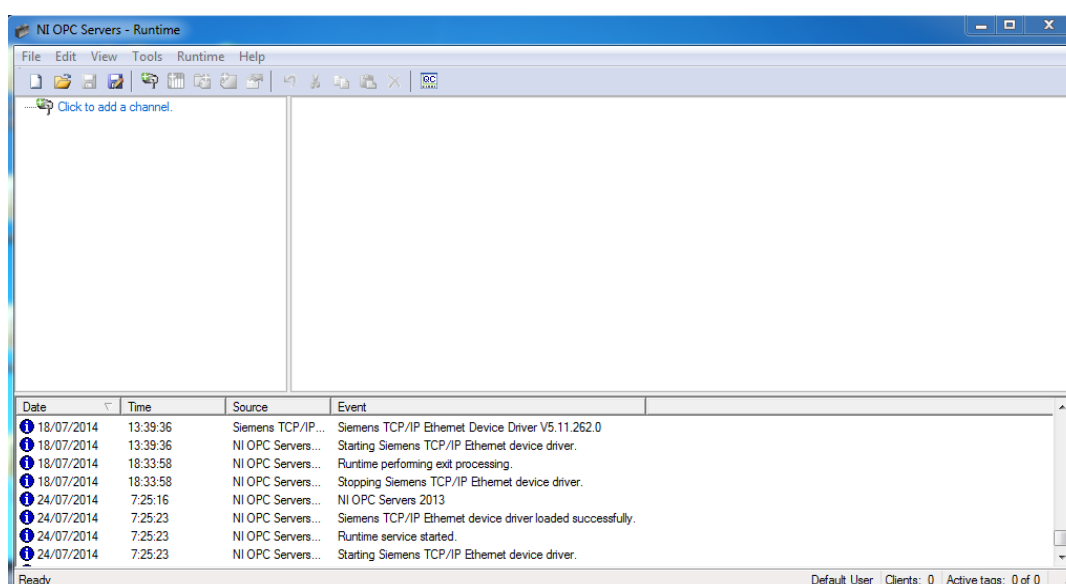


Figura 15. NI OPC Servers

Fuente: (OPC Servers, 2013)

2.5.7.1 Canal

Al canal se lo debe identificar con un nombre referente a la aplicación que se vaya a realizar y puede tener entre 1 y 256 caracteres y no puede tener puntos signos de puntuación o empezar con un carácter desconocido.

Aquí se almacena el tipo de dispositivo controlador, contiene una lista con una gran variedad de marcas de dispositivos controladores y el tipo que comunicación que utilizan. Todos pertenecientes a la familia OPC, ejemplo Siemens TCP/IP Ethernet.

2.5.7.2 Dispositivo

Luego de determinar el canal se debe configurar el dispositivo asignándole un nombre referente a la aplicación, puede tener entre 1 y 256 caracteres y no puede tener puntos signos de puntuación o empezar con un carácter desconocido.

El dispositivo almacena todos modelos de los dispositivos controladores pertenecientes a cada marca de fabricantes todos de la familia OPC, ejemplo PLC S7-1200 de la familia Siemens.

El dispositivo que se está definiendo puede ser vinculado como parte de una red de dispositivos. Para tratar de comunicar con el dispositivo se debe asignar una ID única, esta dirección se la obtiene del mismo dispositivo que se pretende vincular.

2.5.7.3 Etiqueta (TAGS)

En una aplicación OPC, los sistemas HMI basados en LabVIEW y OPC Server utilizan etiquetas denominadas TAGs para identificar puntos de entradas y salidas I/O en el sistema de medida y control. Cada variable que se desea medir, controlar y supervisar está representada por un identificador o TAG.

Basado en la especificación OPC, el cliente o software de servidor es el responsable de nombrar las etiquetas (TAGs). El software puede nombrar mediante programación las etiquetas o especificar que las etiquetas de nombre de usuario.

Las tareas que ejecutan las etiquetas TAG son:

- Establecer la comunicación con los dispositivos del sistema.
- Escalar e inicializar los datos.

2.5.8 Quick Client OPC

Para obtener información de todos los TAGs y si los datos de las I/O se están receptando de forma correcta en el sistema HMI se utiliza OPC Quick Client que se accede directamente en NI OPC Servers haciendo clic en el icono .

Este se encarga de leer e indicar todos los datos en todos los puntos de I/O que se hayan definido siendo muy útil para realizar pruebas funcionales del sistema.

2.6 TIA PORTAL

Tía portal V11 realiza conversiones implícitas de tipos de datos en las instrucciones en las que tipos de datos más pequeños (como SInt o Byte) se

convierten automáticamente a tipos de datos más grandes (como DInt, DWord, Real o LReal).

Por ejemplo, un valor entero (Int) se convertirá automáticamente a entero doble (DInt) o a Real por una instrucción que esté configurada para utilizar DInt o Real. No hace falta utilizar una instrucción adicional de conversión para convertir el valor.

Para la ingeniería de un sistema de automatización se ha popularizado varias herramientas de configuración. Gracias al framework de ingeniería que ofrece el Portal de Totally Integrated Automation (TIA Portal) prácticamente desaparecen las fronteras entre estos productos de software. En el futuro, este framework será la base de todos los sistemas de ingeniería para la configuración, programación y puesta en marcha de autómatas/controladores (PLC), sistemas de supervisión / pantallas y accionamientos incluidos en Totally Integrated Automation. Un auténtico hito Totally Integrated Automation Portal reúne todas las herramientas de software de automatización dentro de un único entorno de desarrollo. Con el primer software de la industria con un solo entorno de ingeniería, TIA Portal supone un hito en el desarrollo de software. Un proyecto de software único para todas las tareas de automatización. (SUNTAXI LLUMIQUINGA, 2014)

2.6.1 Apariencia homogénea

El framework de ingeniería común en el que están integrados los productos de Software unifica todas las funciones comunes, incluso en lo relativo a su representación en la pantalla. La unificación del manejo de distintos editores facilita la tarea de aprendizaje y permite al usuario concentrarse en lo esencial de su trabajo.

2.6.2 Inteligencia integrada

Editores inteligentes muestran de modo contextualizado justo lo que el usuario necesita en el momento para la tarea que esté realizando: funciones, propiedades, librerías, etc. El método de la pantalla partida permite tener abiertos varios editores a la vez e intercambiar datos entre ellos. Este

intercambio de datos se ejecuta con facilidad mediante la función “Arrastrar y colocar”.

2.6.3 Máxima transparencia de datos

Sólo es necesario introducir una vez los datos cuando se utilizan en distintos editores y para sistemas de destino diferentes. Gracias a la gestión de datos centralizada y orientada al objeto que ofrece el TIA Portal, los datos de aplicación modificados se actualizan automáticamente para todos los equipos (PLC y HMI) implicados en el proyecto. La base de datos compartida garantiza una consistencia absoluta en todo el proyecto de automatización.

2.6.4 Soluciones reutilizables

En librerías claramente estructuradas se administran bloques de programa incluidos en el suministro o creados por el propio usuario, así como equipos y módulos ya configurados.

En el TIA Portal también se pueden reutilizar bloques o proyectos enteros, creados con versiones anteriores de los productos de software integrados en el TIA Portal. La reutilización reduce el trabajo de ingeniería y, al mismo tiempo, incrementa la calidad del sistema de automatización.

2.7 Variadores de velocidad

Los variadores de velocidad (drivers) son dispositivos que permiten variar la velocidad en un motor controlando electrónicamente el voltaje y la frecuencia entregada al motor, manteniendo el torque constante (hasta la velocidad nominal)

La instalación de los drivers en una industria nace de dos motivos principales:

- El mejoramiento en el proceso productivo
- El ahorro de energía eléctrica

2.8 Variadores de velocidad Sinamics G110

SINAMICS G110 es un convertidor de frecuencia que ofrece funcionalidad básica para la mayor parte de las aplicaciones industriales de velocidad variable. (Siemens, Variadores de Velocidad SINAMICS G110 , 2009)

El convertidor SINAMICS G110, especialmente compacto, trabaja con control de tensión- frecuencia conectado a redes monofásicas de 200 V a 240 V.

2.8.1 Beneficios

- Instalación, parametrización y puesta en servicio simples.
- Diseñado para máxima compatibilidad electromagnética.
- Extenso rango de parámetros que permiten configurarlo para una amplia gama de aplicaciones.
- Simple conexión por cable.
- Funcionalidad adaptada gracias a variantes analógicas y USS.
- Funcionamiento silencioso del motor gracias a altas frecuencias de pulsación
- Información de estado y avisos de alarma a través de panel de operador BOP (Basic Operator Panel) opcional.
- Posibilidad de copiar rápidamente parámetros usados en el panel BOP opcional.
- Opciones externas para comunicación con PC así como BOP.
- Actuación rápida y reproducible de las entradas digitales para aplicaciones de alta velocidad.
- Entrada precisa de consigna gracias a una entrada analógica de 10 bits de alta resolución (solo variantes analógicas).
- LED para información de estado.
- Variante con filtro CEM integrado de clase A o B.
- Interruptor DIP para adaptación rápida de aplicaciones de 50 Hz ó 60 Hz.

- Interruptor DIP para cierre del bus en la variante USS (RS485). Puerto serie RS485 (sólo variante USS) para su integración en sistemas de accionamiento conectados en red.

2.8.2 Accesorios

- Filtro CEM de clase B con bajas corrientes de derivación.
- Filtro CEM de clase B adicional. Bobinas de red. Panel de operador BOP.
- Adaptador para fijación de un perfil DIN (tamaños (frame size) A y B). Juego para conexión a PC.
- Herramienta de puesta de marcha STARTER.

2.8.3 Gama de aplicaciones

Los SINAMICS G110 son especialmente adecuados para aplicaciones de variación de velocidad con bombas y ventiladores en diversos sectores, p. ej. Alimentación, textil, embalaje, en sistemas de manutención, en accionamiento de puertas de fábricas, garajes, como variador universal para paneles publicitarios y similares móviles.

2.9 Módulo de señales SM 1232 AQ

Para generar estas señales se usa un módulo SM 1232 AQ 2x14 bits. Este módulo dispone de dos salidas analógicas con una resolución de 14 bits y que entrega señales de 0-20 mA o +/- 10 V.

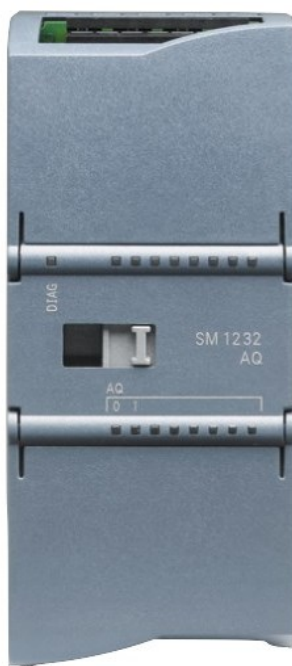


Figura 16. Módulo SM 1232 AQ

Fuente: (Siemens, Controlador Programable S7 1200, 2009)

SM 1232 AQ 2 x 14 bit

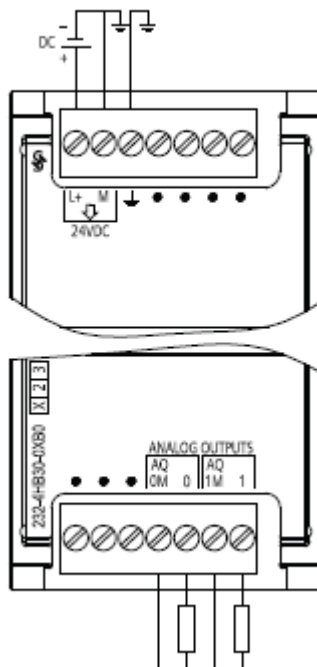


Figura 17. Terminales SM 1232 AQ

Fuente: (Siemens, Controlador Programable S7 1200, 2009)

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE UN MOTOR TRIFASICO

3.1 Preliminares

En este capítulo se explica la manera de controlar la velocidad un motor trifásico, empleando un variador de velocidad G110, un PLC S7 1200, un módulo de señales SM 1232 AQ y LabView.

3.2 Conexiones físicas de los dispositivos

Para alimentar el PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY, con un voltaje de 110 VAC, es necesario conectar el terminal L1 del PLC a fase y el terminal N a neutro.

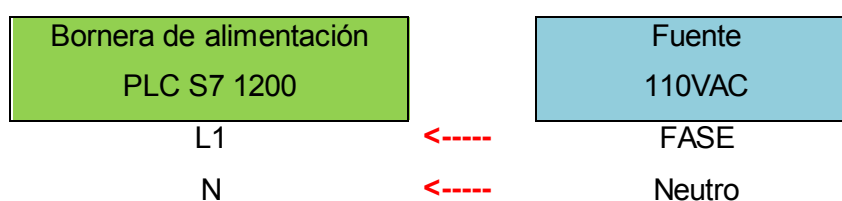


Figura 18. Conexión física para alimentación del PLC

Una vez realizadas las conexiones para el funcionamiento del PLC, es necesario conectar el PLC S7 1200 y el módulo SM 1232 AQ mediante el bus SM, además alimentar al módulo con la fuente de 24 VDC para sensores que tiene el PLC.

El terminal etiquetado como L+ de la fuente, se conecta al terminal L+ del módulo y el terminal M de la fuente, se conecta al terminal M del módulo.

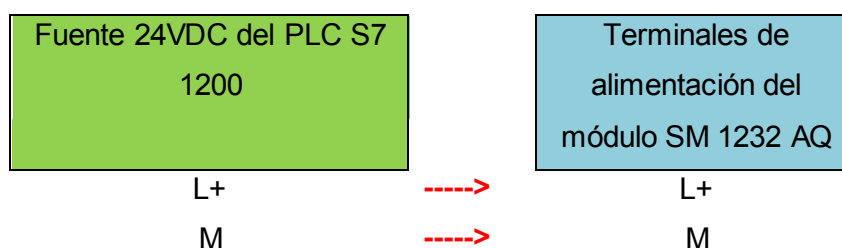


Figura 19. Conexión física entre el módulo y el PLC

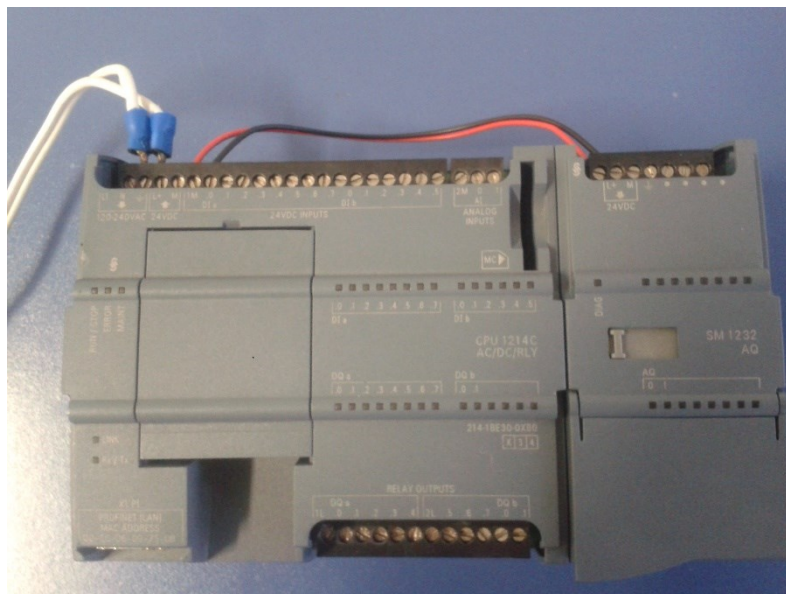


Figura 20. Conexión final entre PLC y módulo SM 1232 AQ

Los terminales del variador de velocidad G110, que se emplean para el control de velocidad mediante el módulo de señales SM 1232 AQ, se pueden observar en la figura 21.

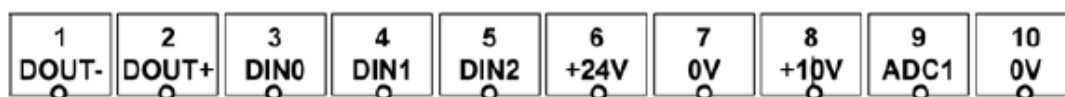


Figura 21. Terminales del variador de velocidad G110

Fuente: (Siemens, Sinamics G110, 2003)

Tabla 4.

Descripción de terminales usados para el proyecto

Número del Pin	Descripción
3	Unido con el pin 6 se enciende el variador
4	Unido con el pin 6 invierte el sentido de giro del motor
6	Terminal positivo de una fuente de 24 V

9	Terminal positivo la consigna analógica
10	Terminal negativo de la consigna analógica

Los terminales consigna analógica son donde se ingresará la salida de voltaje que entrega el módulo de señales SM 1232 AQ, para que cuando exista un voltaje de 0V el motor este detenido y cuando exista una valor de 10 V el motor alcance su máxima velocidad.

Las conexiones entre la salida cero del módulo SM 1232 AQ, la salida digital cero, la salida uno del PLC S7 1200 y la salida cero del módulo SM 1232 AQ, se explican en las siguientes figuras.

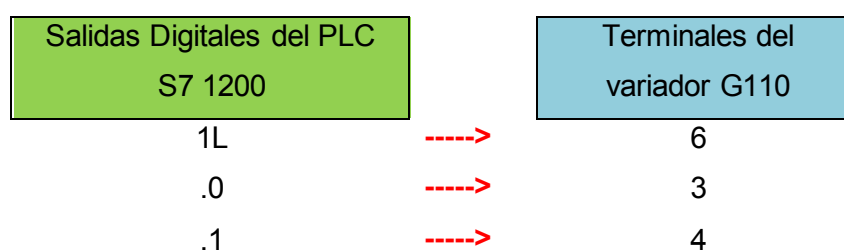


Figura 22. Conexiones salidas digitales del PLC y terminales del G110

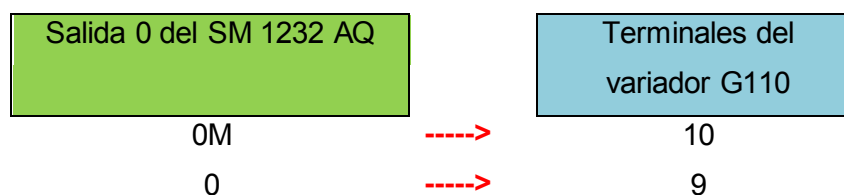


Figura 23. Conexiones salida SM 1232 AQ y terminales del G110

3.3 Generación de voltaje en el canal cero del SM 1232 AQ

Para generar voltaje mediante la salida cero del módulo SM 1232 AQ, es necesario utilizar el software TIA Portal, de la siguiente forma

Se crea un proyecto nuevo y se selecciona el modelo del PLC que se utiliza por el ejemplo PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY.

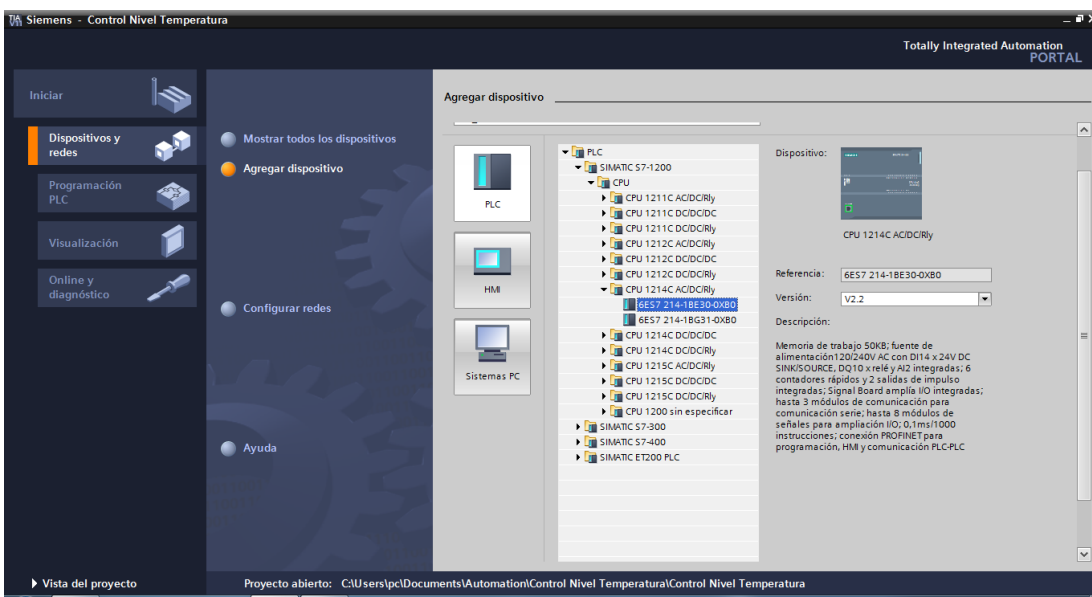


Figura 24. Agregar PLC en TIA Portal

Fuente: (Siemens, TIA Porta, 2011)

Una vez seleccionado el dispositivo y abierto al interfaz de TIA Portal, del catálogo de hardware, se selecciona el módulo de 2 salidas analógicas, SM 1232 AQ.

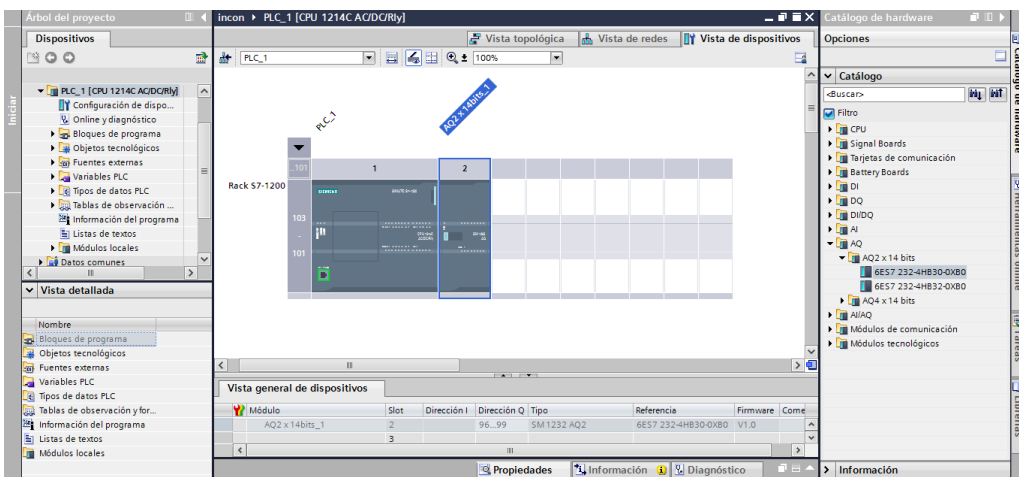


Figura 25. Agregar módulo de salidas analógicas en TIA Portal

Fuente: (Siemens, TIA Porta, 2011)

Para configurar la subred y la dirección IP que corresponde al PLC, se debe dar doble clic en la interfaz Profinet del PLC. Para el ejemplo, la subred es PN/IE_1 y la dirección IP es la 192.168.0.1

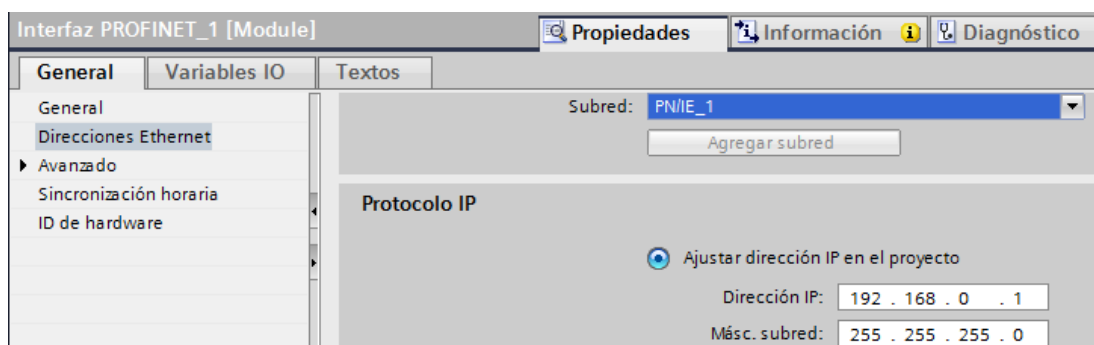


Figura 26. Configuración de la dirección IP

Fuente: (Siemens, TIA Porta, 2011)

Configurada la dirección IP, se selecciona la carpeta PLC_1 del Árbol del Proyecto y se da un clic en el icono cargar dispositivo.

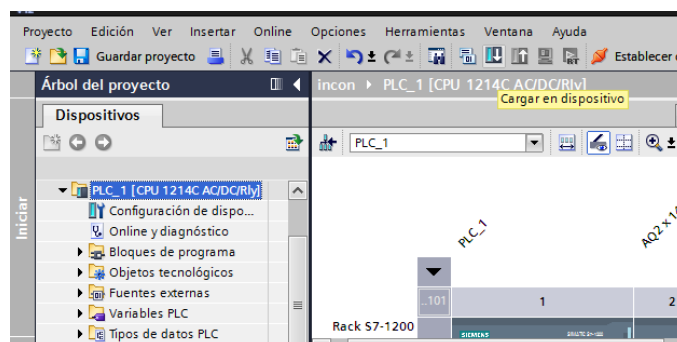


Figura 27. Selección del PLC para cargar

Fuente: (Siemens, TIA Porta, 2011)

Una vez pulsado el icono de carga, aparece la siguiente ventana, donde se pulsa en el botón cargar y se configura al PLC para se trabaje con el módulo de señales analógicas de salida.

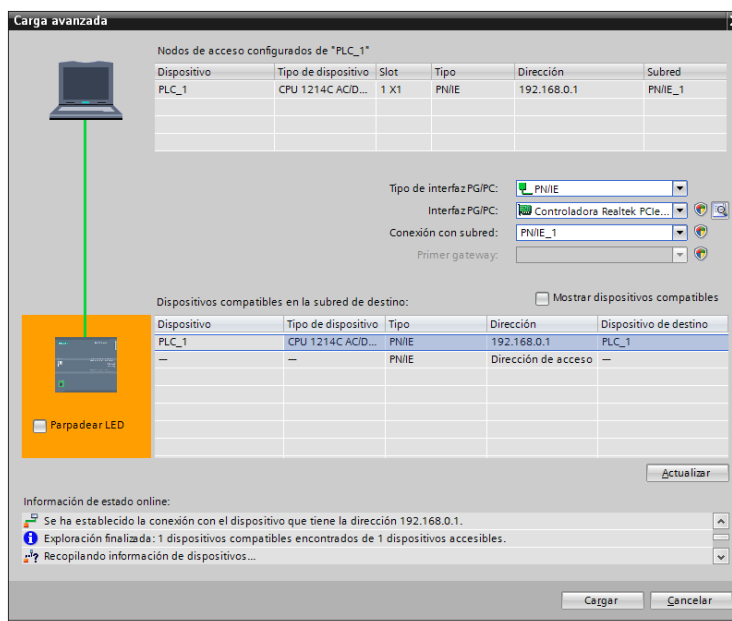


Figura 28. Ventana de carga avanzada

Fuente: (Siemens, TIA Porta, 2011)

El canal cero del módulo de señales SM 1232 AQ, tiene la dirección QW96

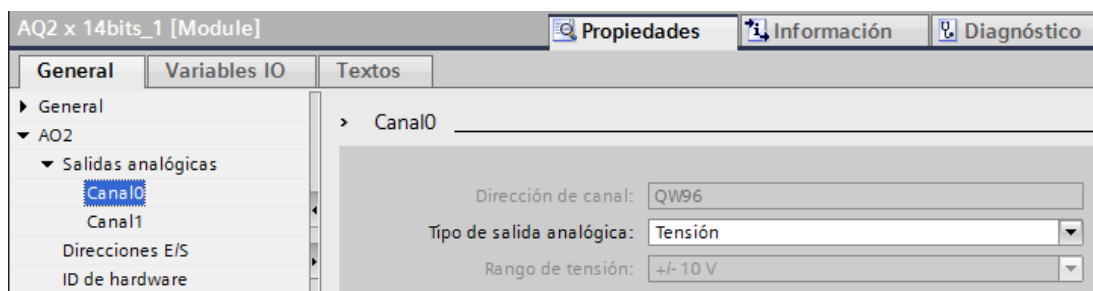


Figura 29. Dirección del canal 0

Fuente: (Siemens, TIA Porta, 2011)

Este canal está configurado como tipo de salida de tensión. El rango de -10V a +10V. Para obtener en los terminales 0M y 0 del módulo SM 1232 AQ, que corresponde al canal 0, un voltaje de -10V, se debe realizar una transferencia a la dirección QW96 de un valor de -27648. Para obtener

+10V, se debe realizar una transferencia a la dirección QW96 de un valor de 27648.

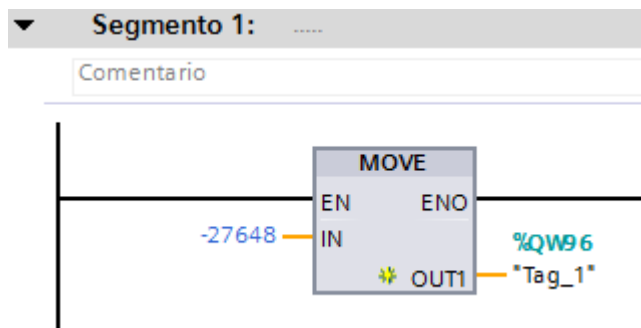


Figura 30. Generación de - 10 V

Fuente: (Siemens, TIA Porta, 2011)

Para medir el voltaje generado de -10 V, se debe conectar el terminal negativo del voltímetro al terminal 0M del módulo SM 1232 AQ y el terminal positivo del voltímetro al terminal 0 del módulo SM 1232 AQ. El valor medido fue de -9,95 voltios.

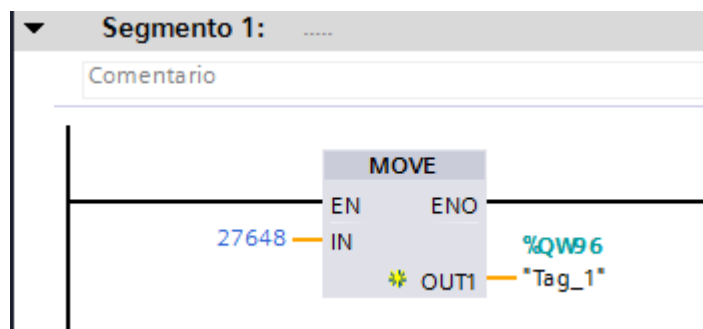


Figura 31.Generacion de +10V

Fuente: (Siemens, TIA Porta, 2011)

Para medir el voltaje generado de +10 V, se debe conectar el terminal negativo del voltímetro al terminal 0M del módulo SM 1232 AQ y el terminal positivo del voltímetro al terminal 0 del módulo SM 1232 AQ. El valor medido fue de +9,95 voltios.

3.4 Conexión OPC entre PLC S7 1200 y LabView

En esta parte se explica la forma como desde LabView mediante un control numérico se puede variar el voltaje en los terminales del canal 0 del módulo SM 1232 AQ.

En lugar de colocar una constante en el terminal de entrada de la función de transferencia, se crea una variable MW30 por ejemplo, la misma que se vinculara con el control numérico en LabView mediante OPC.

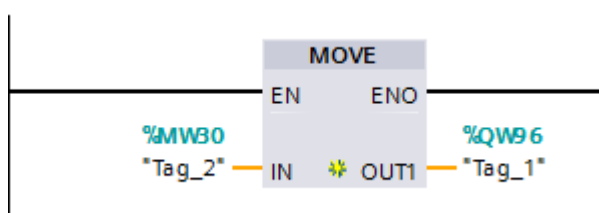


Figura 32. Creación de variable para vincular con LabView

Fuente: (Siemens, TIA Porta, 2011)

A continuación se explica los pasos para crear un tag en OPC.

- Abrir OPC Servers Configuration desde Windows.
- Aparece la ventana NI OPC Servers - RunTime

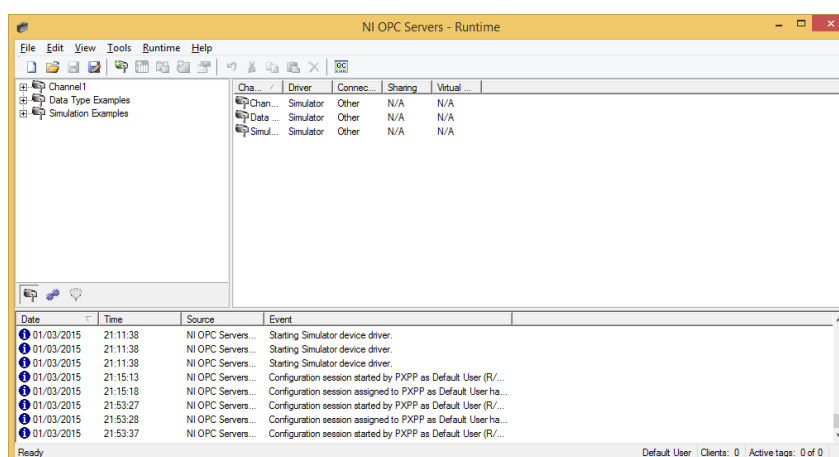


Figura 33. Ventana NI OPC

Fuente: (National Instruments, 2013)

- Desde el Menu File seleccione New.

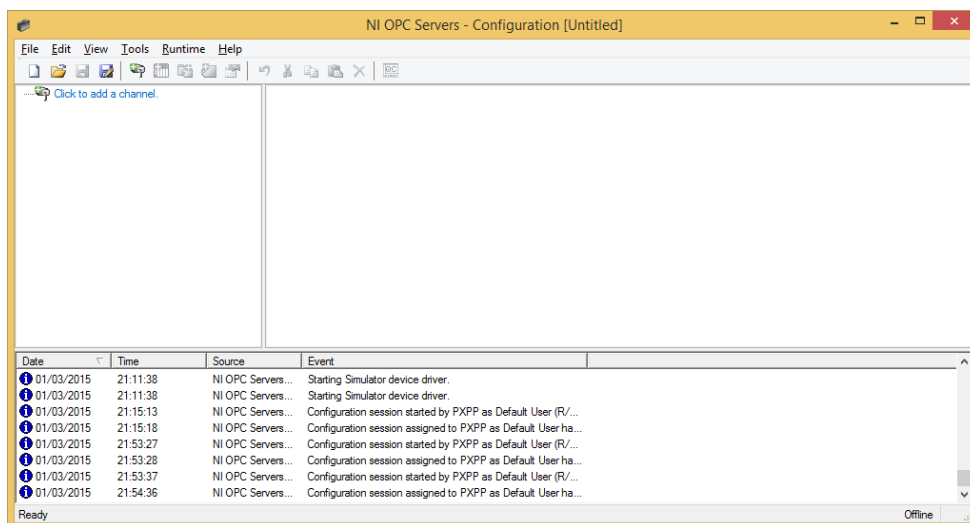


Figura 34. Ventana Nuevo OPC

Fuente: (National Instruments, 2013)

- Dar clic en Add a Channel y de un nombre por ejemplo OPC y pulse siguiente.

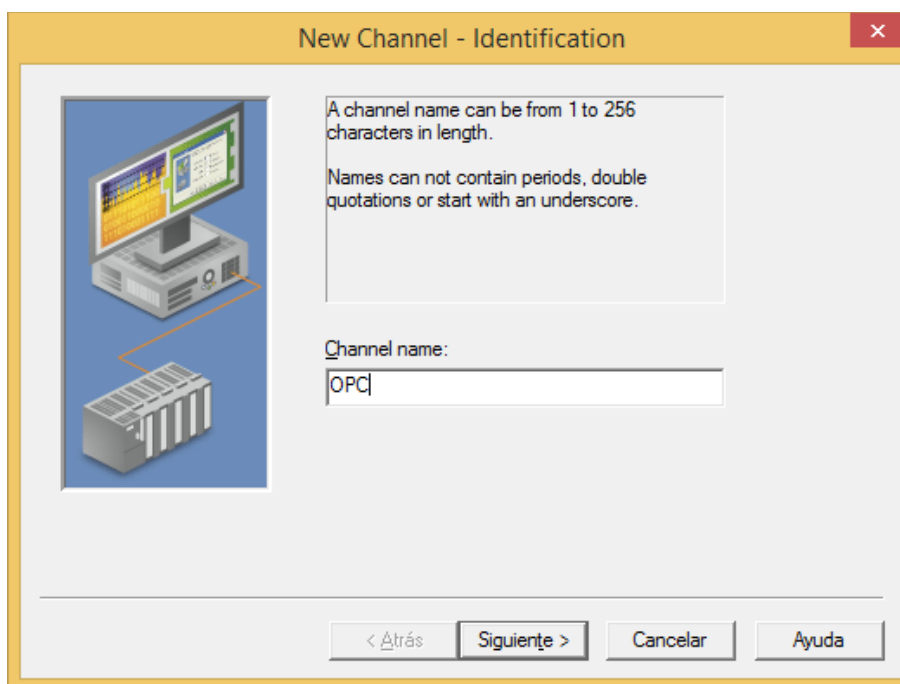


Figura 35. Nombre del Canal OPC

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la opción Device driver, seleccione Siemens TCP/IP Ethernet y pulse siguiente.

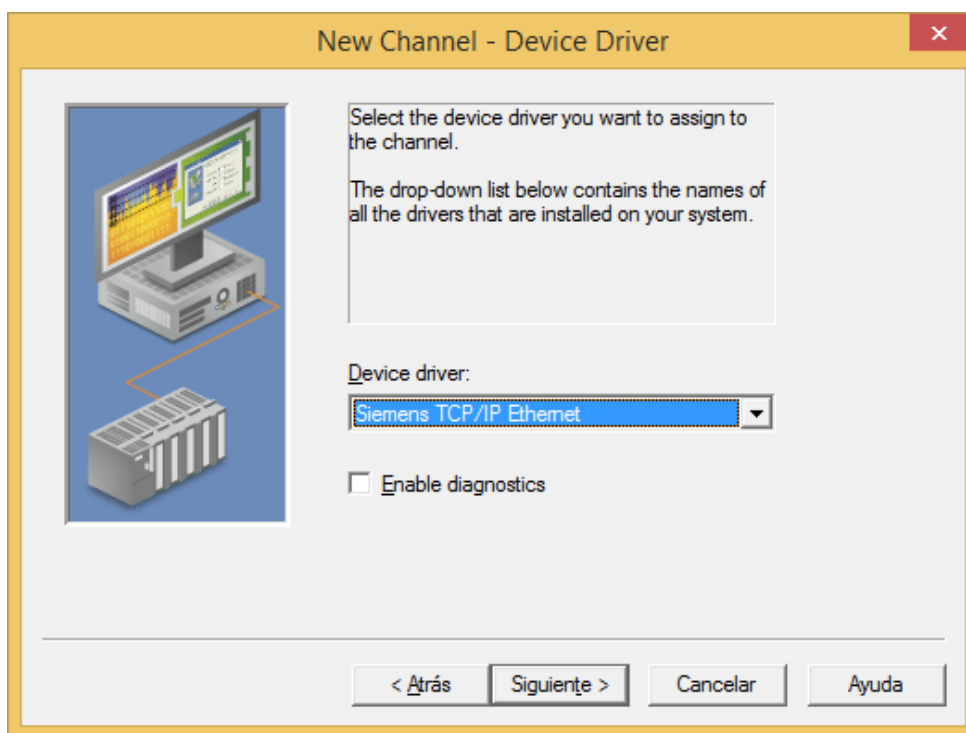


Figura 36. Ventana Device Driver

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la ventana Network Interface pulsar siguiente.

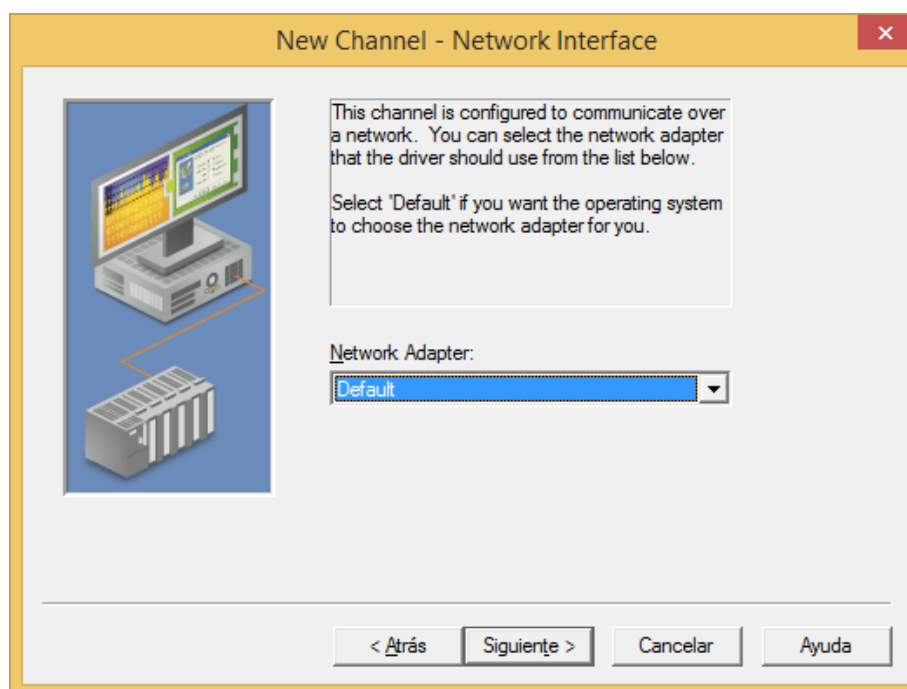


Figura 37. Ventana Network Interface

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la ventana Write Optimizations pulsar siguiente

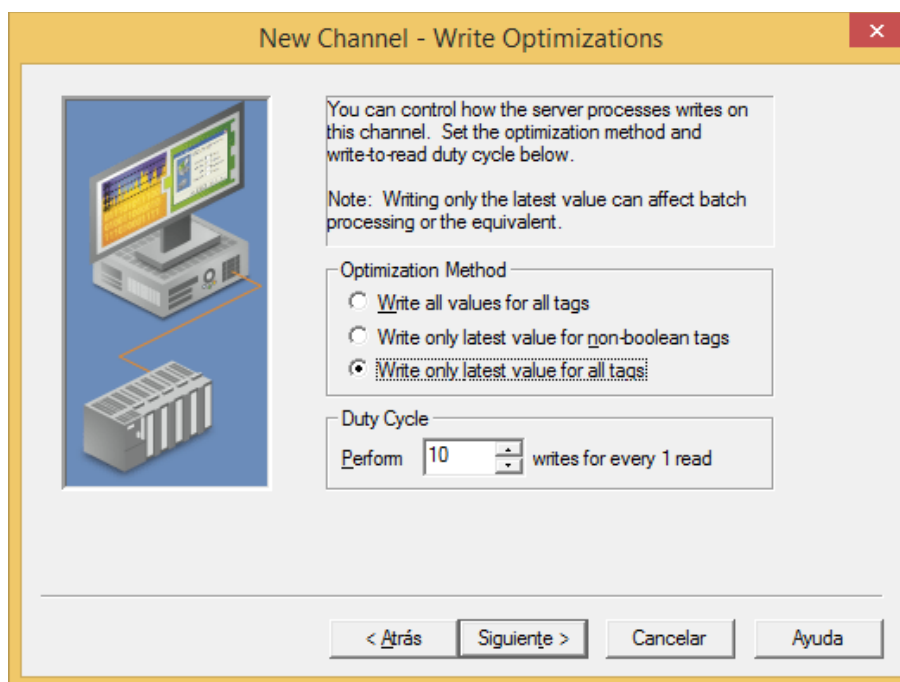


Figura 38. Ventana Write Optimizations

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la ventana Non-Normalized Float Handling pulsar siguiente.

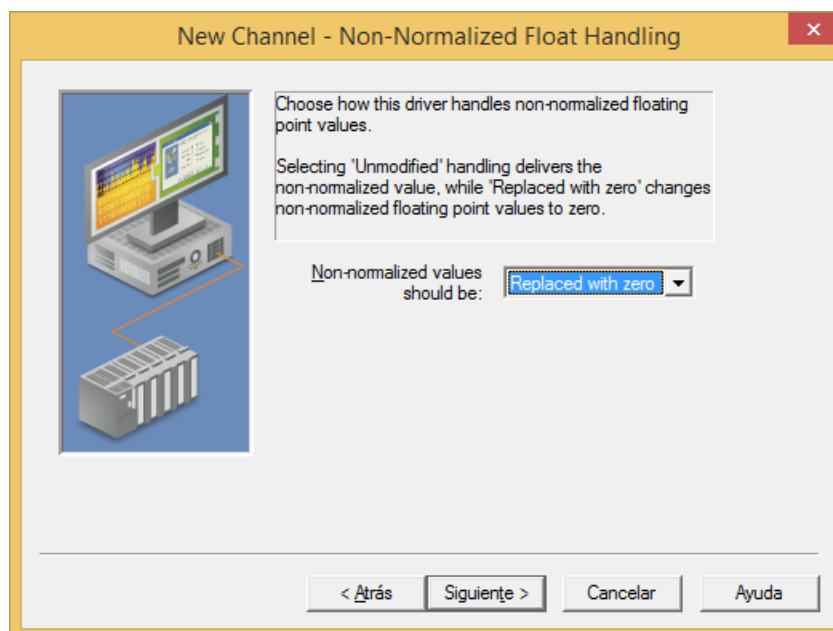


Figura 39. Ventana Non-Normalized Float Handling

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la ventana Summary pulsar Finalizar y se creará el canal OPC.

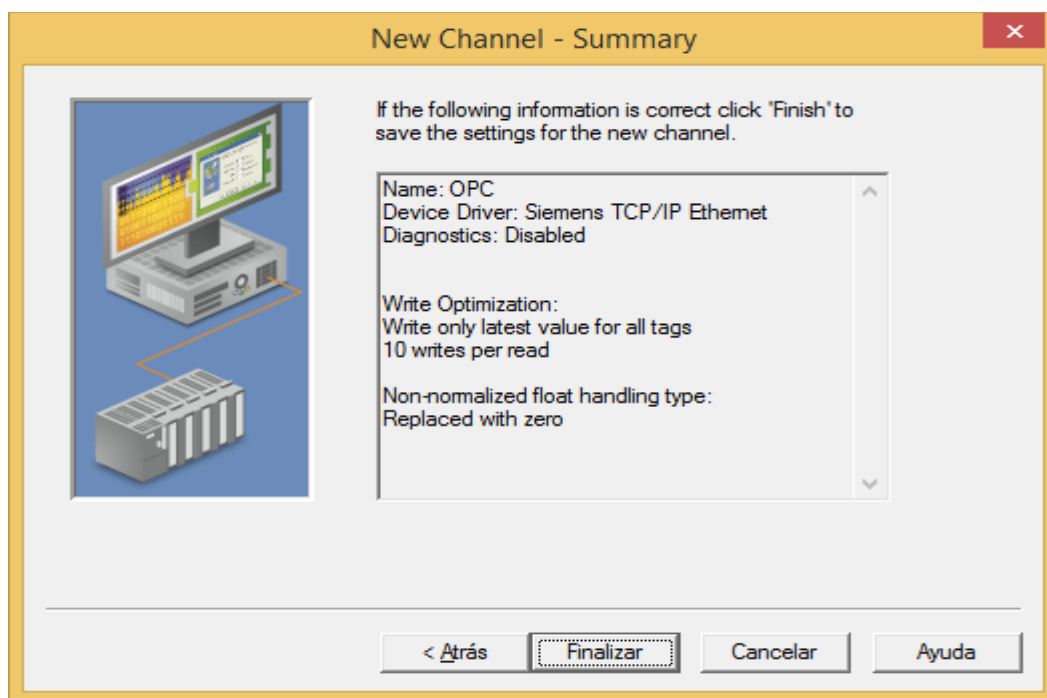


Figura 40. Ventana Summary

Fuente: (National Instruments, 2013)

- Dar clic en add a device, entonces aparece la ventana Name, escriba un nombre al dispositivo por ejemplo PLC1 y pulse siguiente.

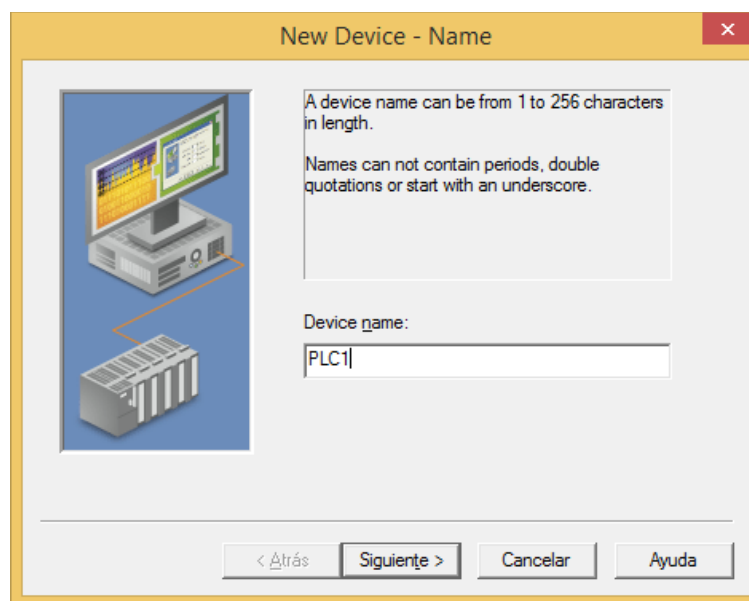


Figura 41. Ventana Name

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la ventana Model, selecciones S7-1200 y pulse siguiente.

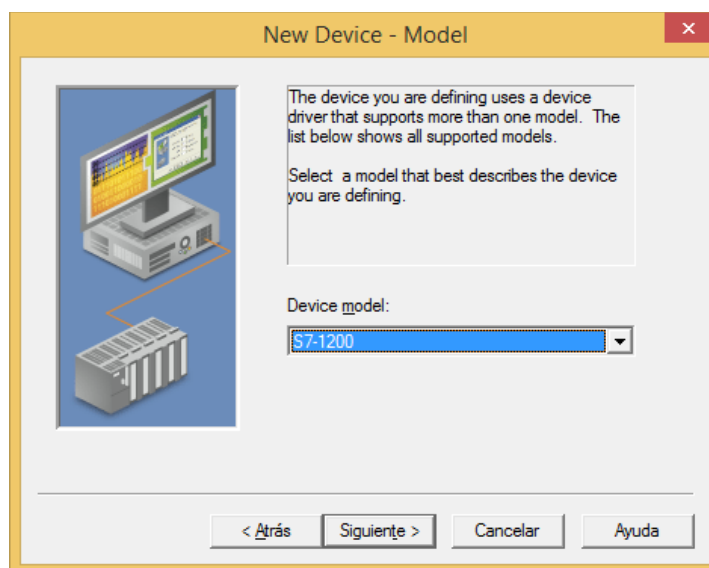


Figura 42. Ventana Model.

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la venta ID escriba la dirección IP del PLC en este caso 192.168.0.1 y pulse siguiente.

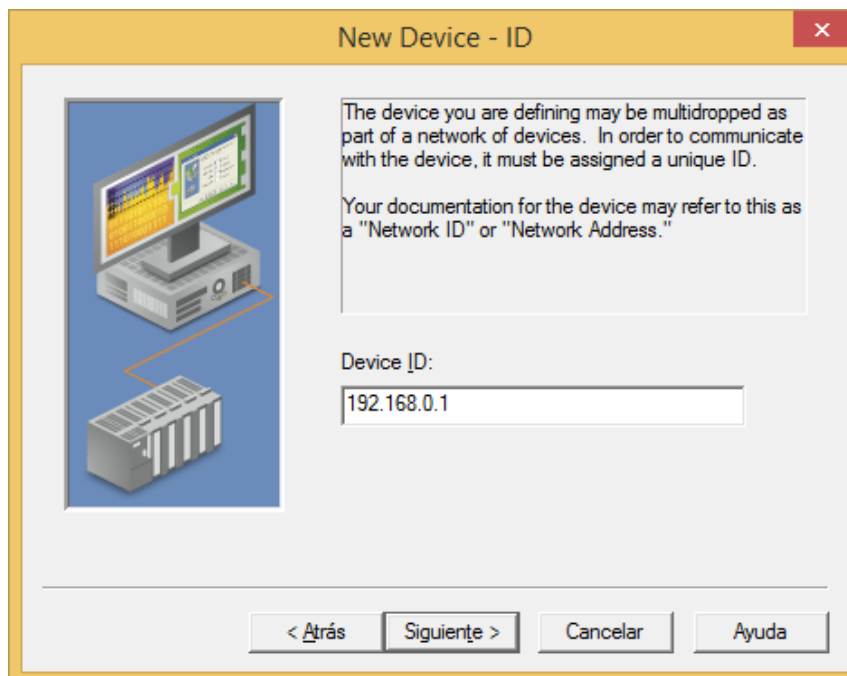


Figura 43. Ventana ID

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la ventana Scan Mode pulse siguiente

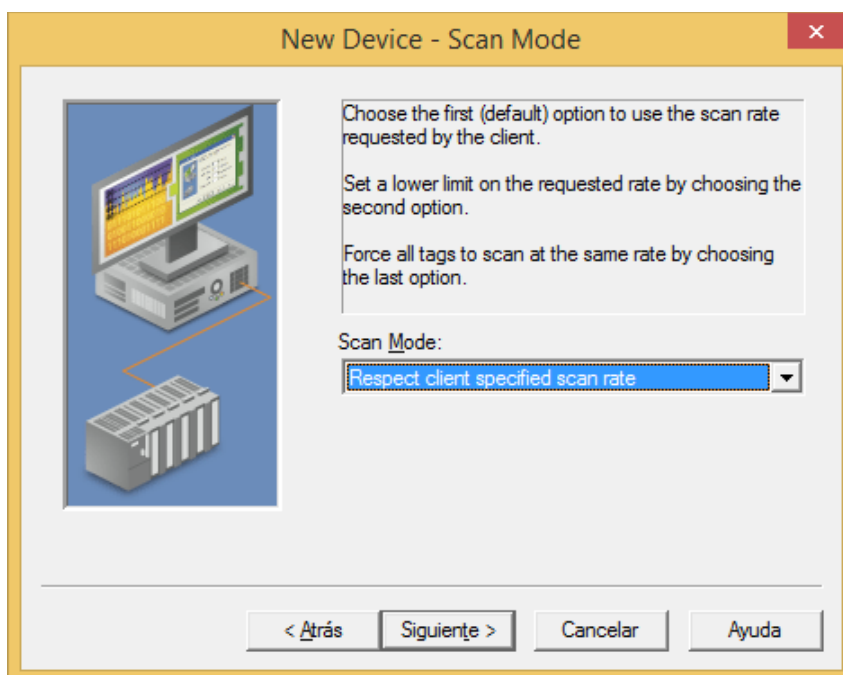


Figura 44. Ventana Scan Mode

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la ventana Timing pulse siguiente.

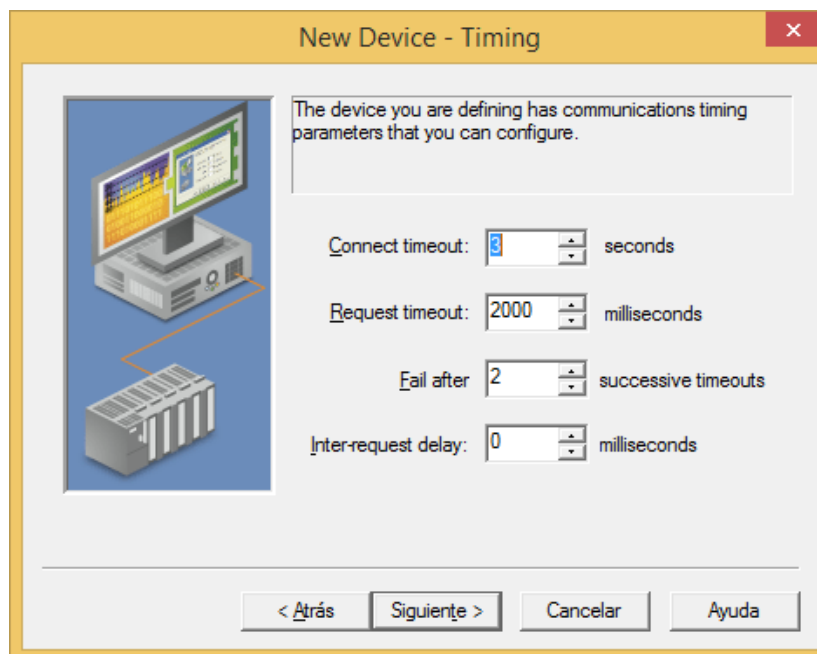


Figura 45. Ventana Timing

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la ventana Auto Demotion pulse siguiente

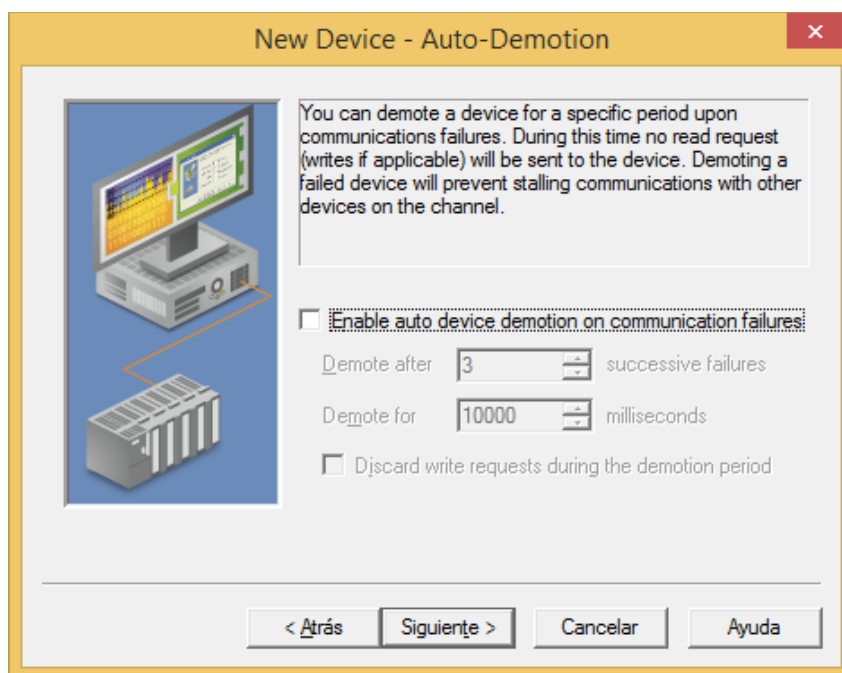


Figura 46. Ventana Auto Demotion

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la ventana Communications Parameters pulse siguiente

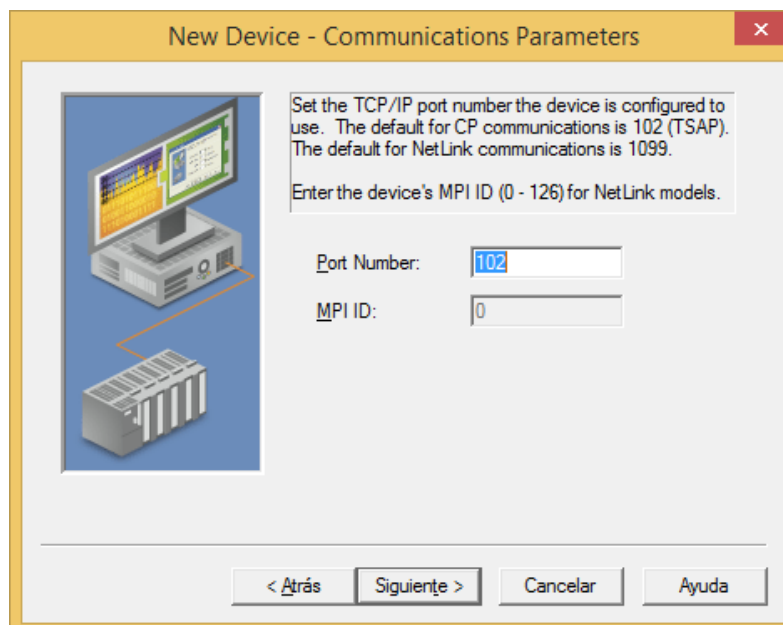


Figura 47. Ventana Communications Parameters

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la ventana S7 Comm Parameters pulse siguiente

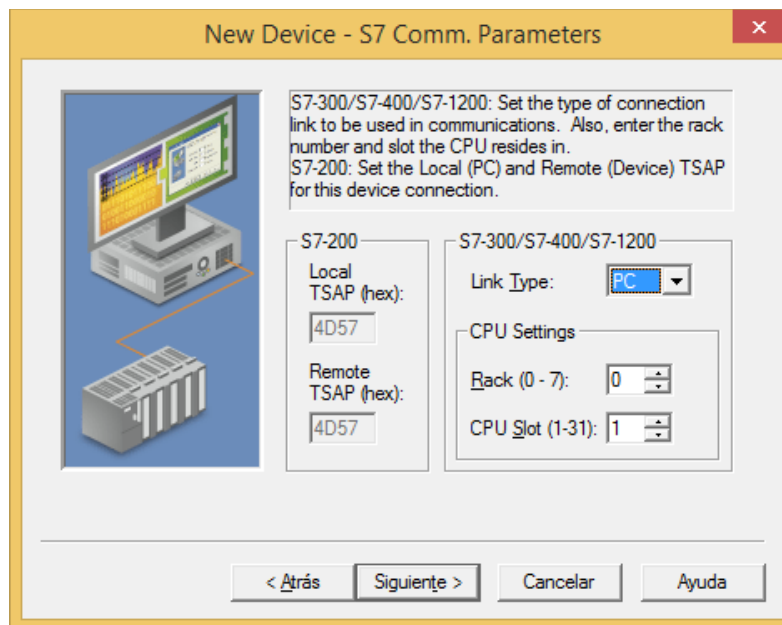


Figura 48. Ventana S7 Comm Parameters

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la ventana Addressing Options pulse siguiente

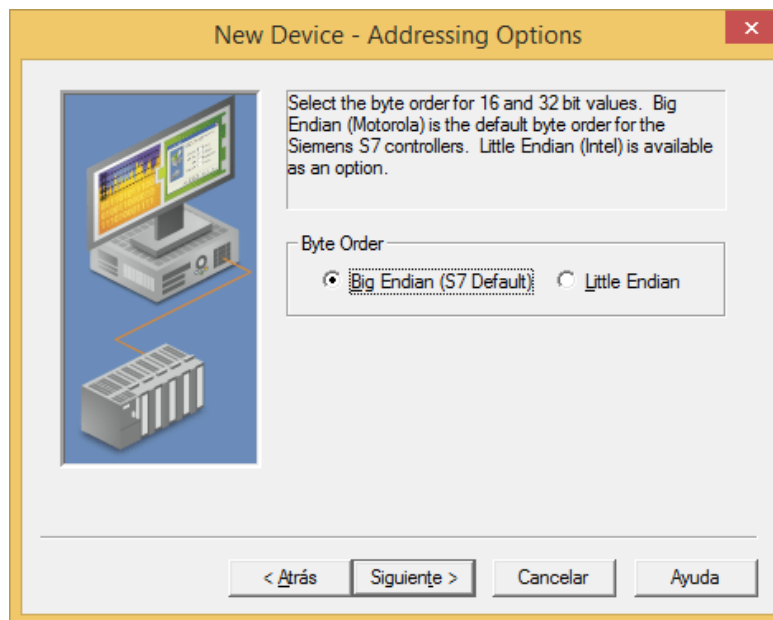


Figura 49. Ventana Addressing Options

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la ventana Summary pulse finalizar para crear el nuevo dispositivo.

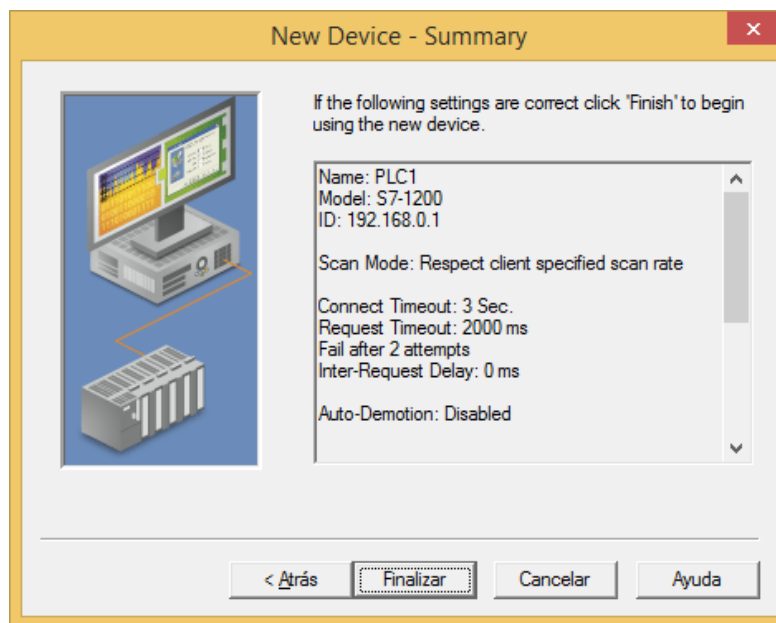


Figura 50. Ventana Summary

Fuente: (National Instruments, 2013)

- Dar clic en add a static tag, en Name escriba el nombre por ejemplo valor en Address escriba MW30 que corresponde a la variable creada en el PLC.

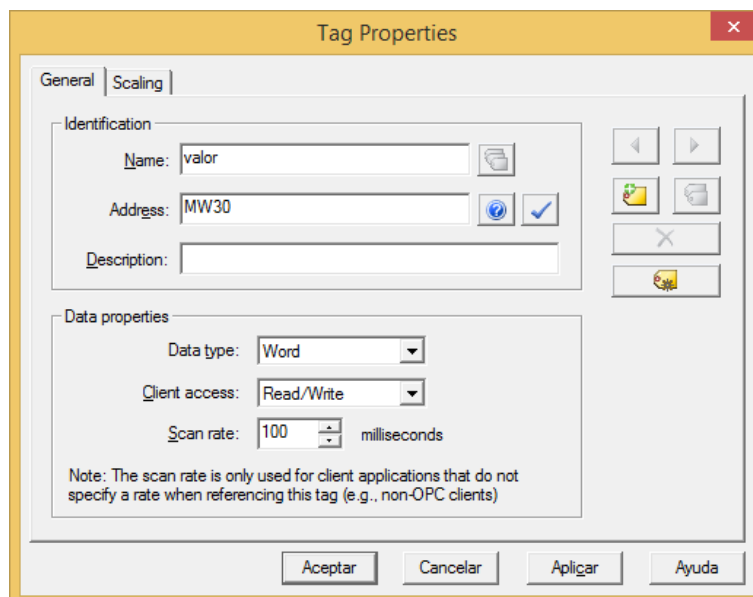


Figura 51. Creación de Tag

Fuente: (National Instruments, 2013)

Dar clic en Aplicar y luego en Aceptar para finalizar la conexión OPC.

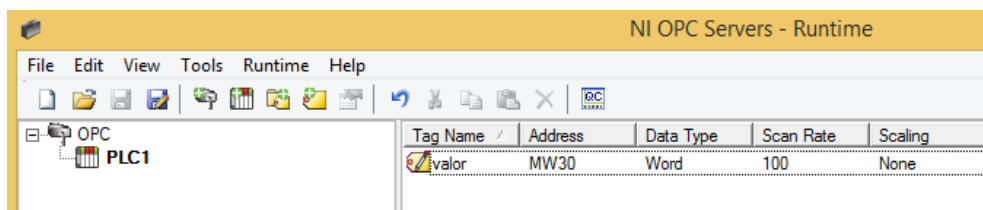
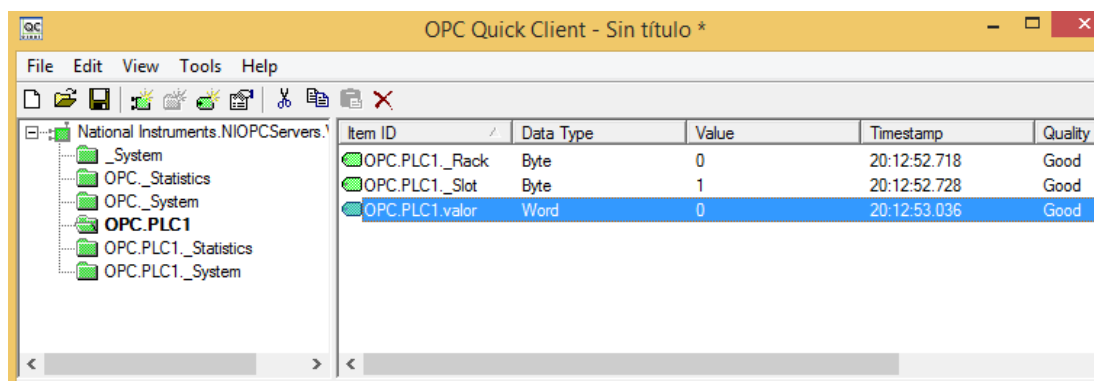


Figura 52. Proceso OPC finalizado

Fuente: (National Instruments, 2013)

Para comprobar la comunicación OPC entre el PLC y el OPC Server, se ejecuta OPC Quick Client, entonces se observa en la pestaña Quality el mensaje Good.



En LabView crear un nuevo VI, en panel frontal colocar un control numérico, a ese control representarlo como U16; es decir, entero sin signo de 16 bits, cuyo valor máximo es 65535. Pero solo es necesario enviar 27648, para lo cual se debe modificar el valor máximo reemplazando los 65535 por los 27648.

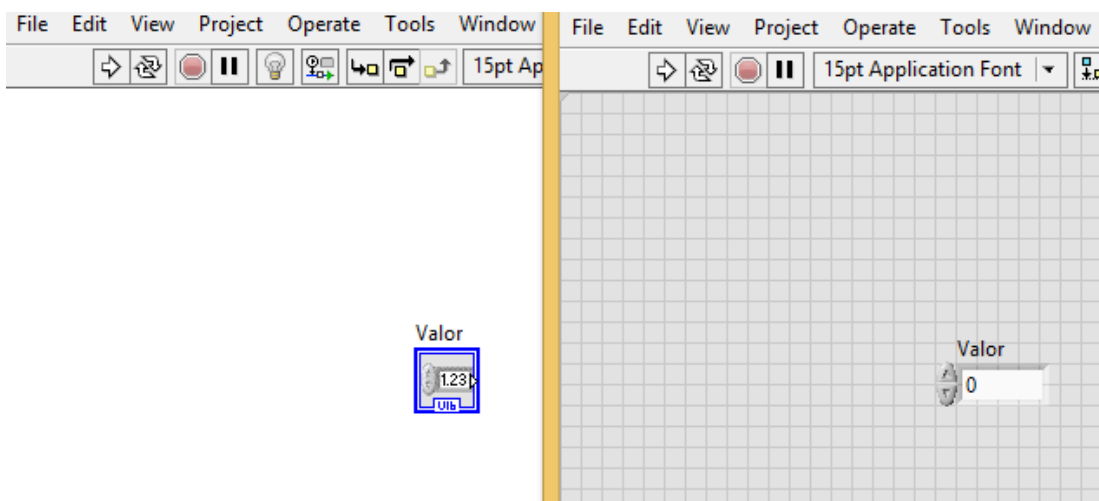


Figura 53. Creación del control numérico en LabView

Fuente: (National Instruments, LabView, 2014)

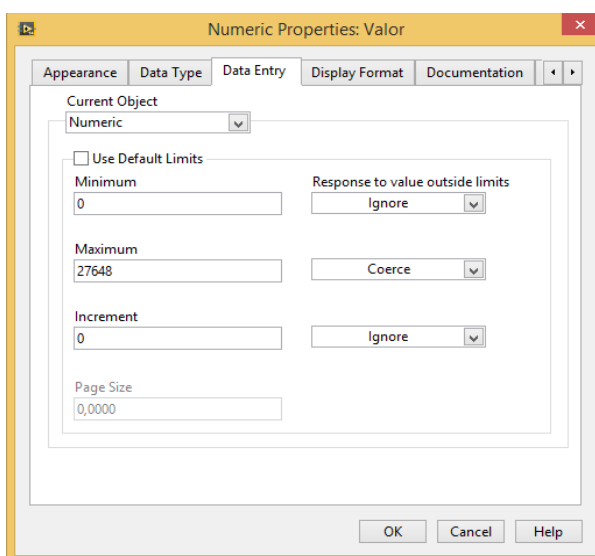


Figura 54. Definiendo valor máximo del control numérico

Fuente: (National Instruments, LabView, 2014)

En la ventana propiedades del control numérico, en la pestaña Data Binding, seleccionar DataSocket.

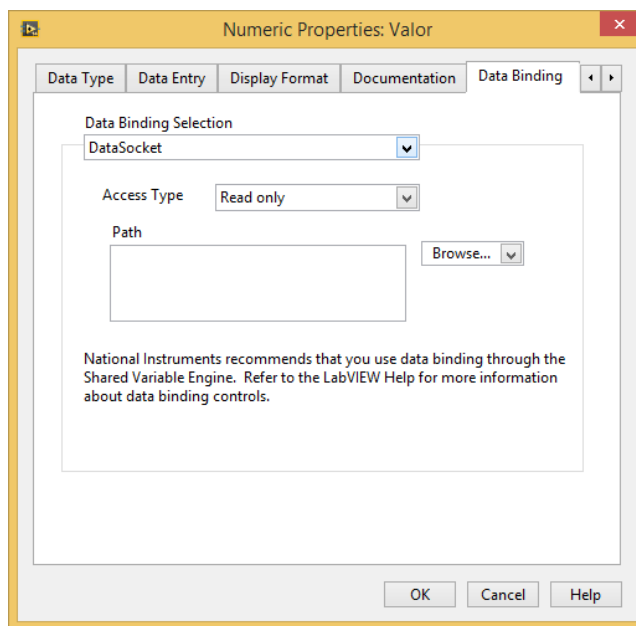


Figura 55. Selección de DataSocket

Fuente: (National Instruments, LabView, 2014)

En Access Type selecciones Write Only, pulse en Browse para seleccionar el path de la Tag OPC.

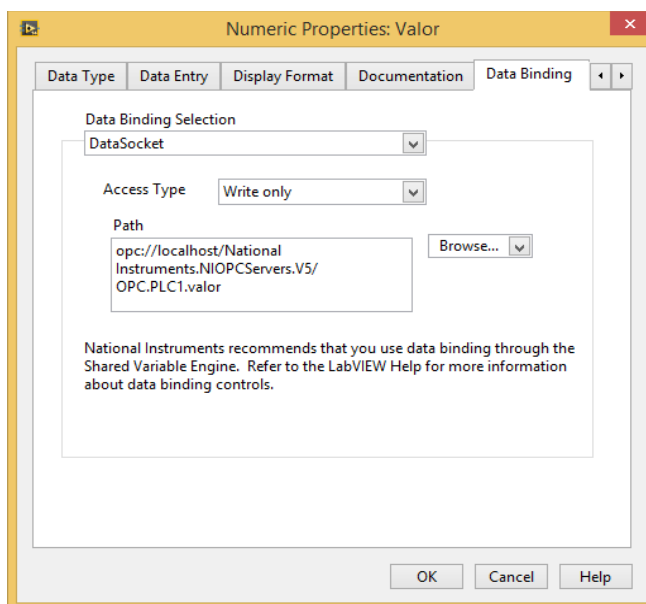


Figura 56. Selección del Tag OPC en LabView

Fuente: (National Instruments, LabView, 2014)

Pulse OK y ejecute en forma continua LabView, se observa que en la parte superior derecha del control numérico existe un rectángulo de color verde, esto indica que existe la comunicación OPC entre LabView y OPC Servers.

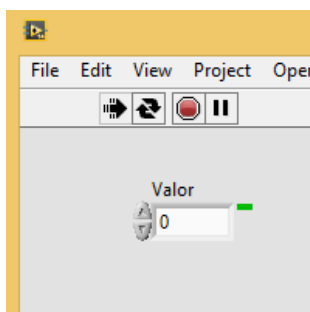


Figura 57. Prueba en LabView de comunicación OPC

Fuente: (National Instruments, LabView, 2014)

Para comprobar la generación del voltaje desde LabView, coloque en el control numérico el valor de 13824, que corresponde a un voltaje de 5 voltios, mida con el voltímetro en los terminales de salida del SM 1232 AQ.

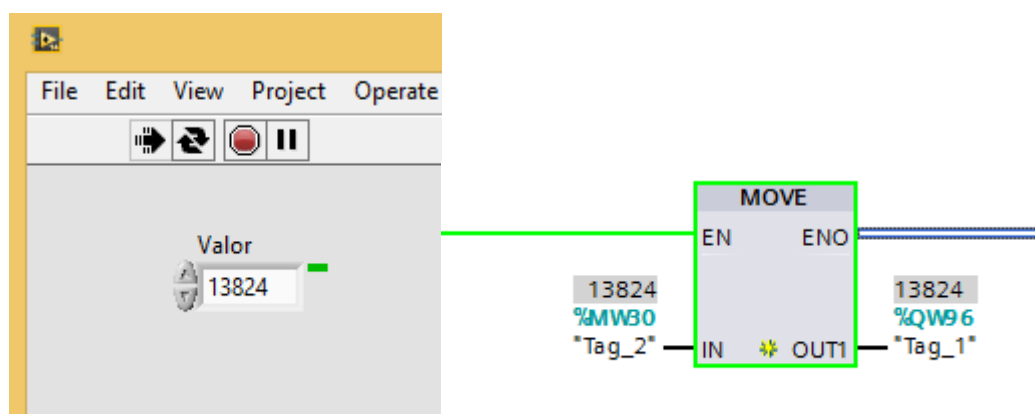


Figura 58. Comunicación entre LabView y PLC S7 1200 mediante OPC

Fuente: (National Instruments, LabView, 2014)

3.5 Control de velocidad de un motor trifásico

Para realizar el control de velocidad de un motor es necesario realizar las conexiones mencionadas en el punto 3.2.

Una vez realizas las conexiones se debe configurar el variador de velocidad de acuerdo a los parámetros indicados en la tabla 5

Tabla 5.

Parámetros variador G110

Parámetro	Valor	Descripción
P0003	1	Nivel de acceso
P0010	1	Puesta en servicio rápida
P0100	1	Potencia en HP
P0304	220	Tensión nominal del motor
P0305	3.5	Corriente nominal del motor
P0307	1	Potencial nominal del motor en HP
P0310	60	Frecuencia nominal del motor
P0311	1660	Velocidad nominal del motor
P0700	2	Comando mediante bornes terminales
P1000	2	Consigna analógica de frecuencia
P1080	0	Frecuencia mínima del motor
P1082	60	Frecuencia máxima del motor
P1120	5	Tiempo de aceleración
P1121	5	Tiempo de deceleración
P3900	1	Fin de puesta en servicio rápida

Para configurar los parámetros del variador es necesario conocer la placa de características del motor.

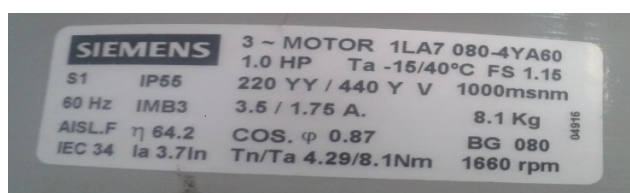


Figura 59. Placas de características del motor

Para el encendido del motor se emplea la salida digital cero, mientras que para la inversión de giro se emplea la salida digital uno.

Como se realiza el control de encendido y apagado del motor desde LabView, es necesario utilizar una marca de memoria tipo bit, en este caso la M1.0.

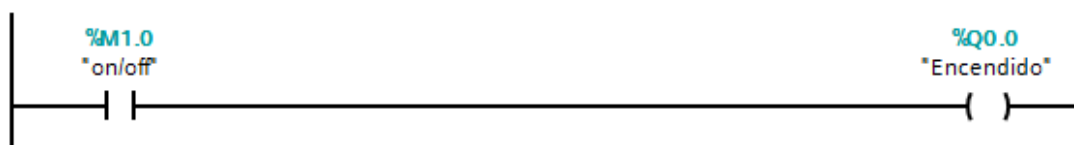


Figura 60. Segmento de encendido y apagado del motor

Fuente: (Siemens, TIA Porta, 2011)

De la misma manera para la inversión de giro

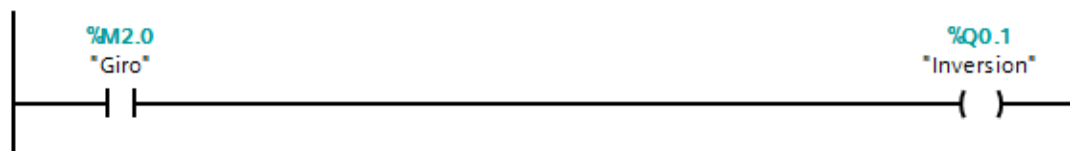


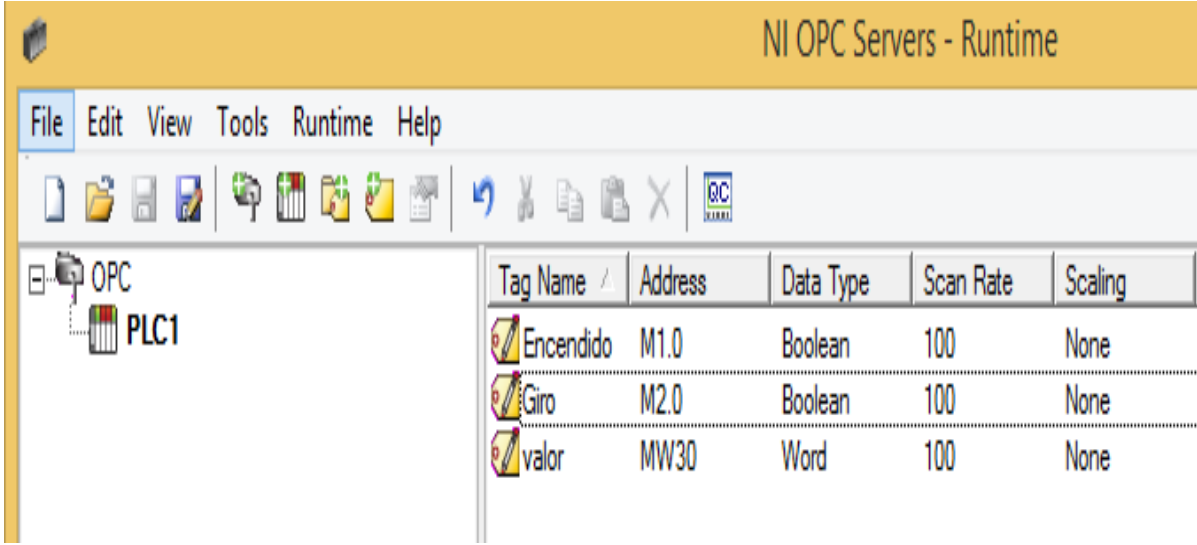
Figura 61. Segmento para inversión de giro del motor

Fuente: (Siemens, TIA Porta, 2011)

Para el control de velocidad se debe transferir el valor presente en la variable MW30 a la salida cero del módulo SM 1232 AQ que es la QW96, de la misma manera que se realizó en el numeral 3.4

Una vez realizados estos segmentos, transferir el programa al PLC.

En el NI OPC Servers crear tres Tags con los nombres Encendido, Giro y valor.



The screenshot shows the 'NI OPC Servers - Runtime' window. On the left, there is a tree view with 'OPC' and 'PLC1'. On the right, a table lists the tags with their addresses, data types, scan rates, and scaling factors.

Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling
Encendido	M1.0	Boolean	100	None
Giro	M2.0	Boolean	100	None
valor	MW30	Word	100	None

Figura 62. Tags en NI OPC Servers

Fuente: (National Instruments, 2013)

En LabView mediante un control tipo perilla se manipula la velocidad del motor en un porcentaje del 0 al 100 %, ese valor es convertido mediante regla de tres a un rango de 0 a 27648. Además existe dos controles booleanos una para encender y apagar el motor y el otro para invertir en sentido de giro. Cada control booleano tiene junto a el, un indicador string que muestra un mensaje en cada caso.

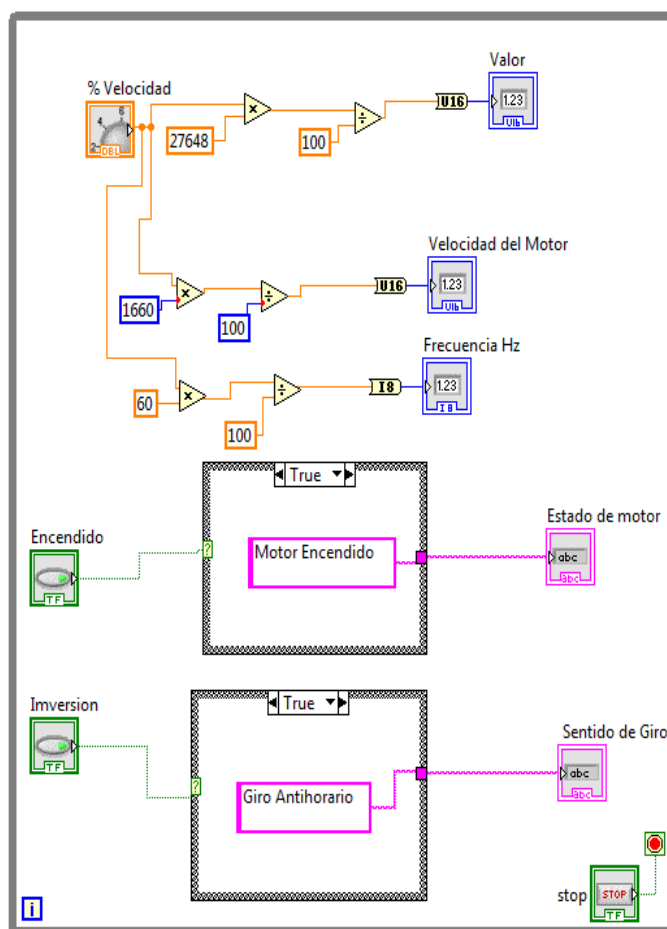


Figura 63. Programación en Labview

Fuente: (National Instruments, LabView, 2014)

La interface de usuario para el control de un motor trifásico se muestra en la figura 64.



Figura 64. Interface de usuario

Fuente: (National Instruments, LabView, 2014)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se realizó el control de velocidad e inversión de giro de un motor trifásico marca siemens de 1 HP empelando un PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY, un módulo de señal SM 1232 AQ y un variador de velocidad G110.
- El módulo de señal SM 1232 AQ, posee dos salidas analógicas que pueden ser configuradas como salidas de voltaje simétrico de $\pm 10V$ o como salida de corriente de 0 a 20 mA.
- El NI OPC Server permite que LabView se comuniquen con dispositivos PLCs de diferentes marcas.
- Los parámetros del variador G110 se deben configurar de acuerdo a los datos de placa del motor.
- La distancia máxima entre el PLC S7 1200 y la computadora es de 100 metros debido a que se está utilizando un cable de red.
- Para verificar la creación correcta de los Tags en NI OPC Servers se debe ejecutar el Quick Client.

4.2 Recomendaciones

- Alimentar el módulo SM 1232 AQ con 24 VDC ya sea desde la fuente del PLC o mediante una fuente externa.
- Si el variador G110 se desconecta de la alimentación es necesario volver a configurar los parámetros.
- El valor a transferir a la variable QW96 que corresponde a la salida cero del SM 1232 AQ debe ser de tipo Word no decimal.

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

AC	Corriente alterna
DC	Corriente continúa
B	Byte
BOP	Panel básico del operador
CM	Módulo de comunicación
IP	Protocolo de internet
NI	National Instruments
OPC	OLE para control de procesos
PLC	Controlador Lógico Programable
PN	ProfiNet
RLY	Relé
SB	Tarjeta de señal
SM	Módulo de señal
TAG	Etiqueta
VI	Instrumento virtual
W	Word (Palabra)
PAC	Controladores Programables de Automatización
SVE	Motor Variable Compartida
N-PSP	Publicación – Suscripción Protocolo
OLE	(“Incrustación y Enlazado de Objetos”)
USS	Protocolo de Interfaz Serie Universal
CEM	Compatibilidad Electromagnética

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

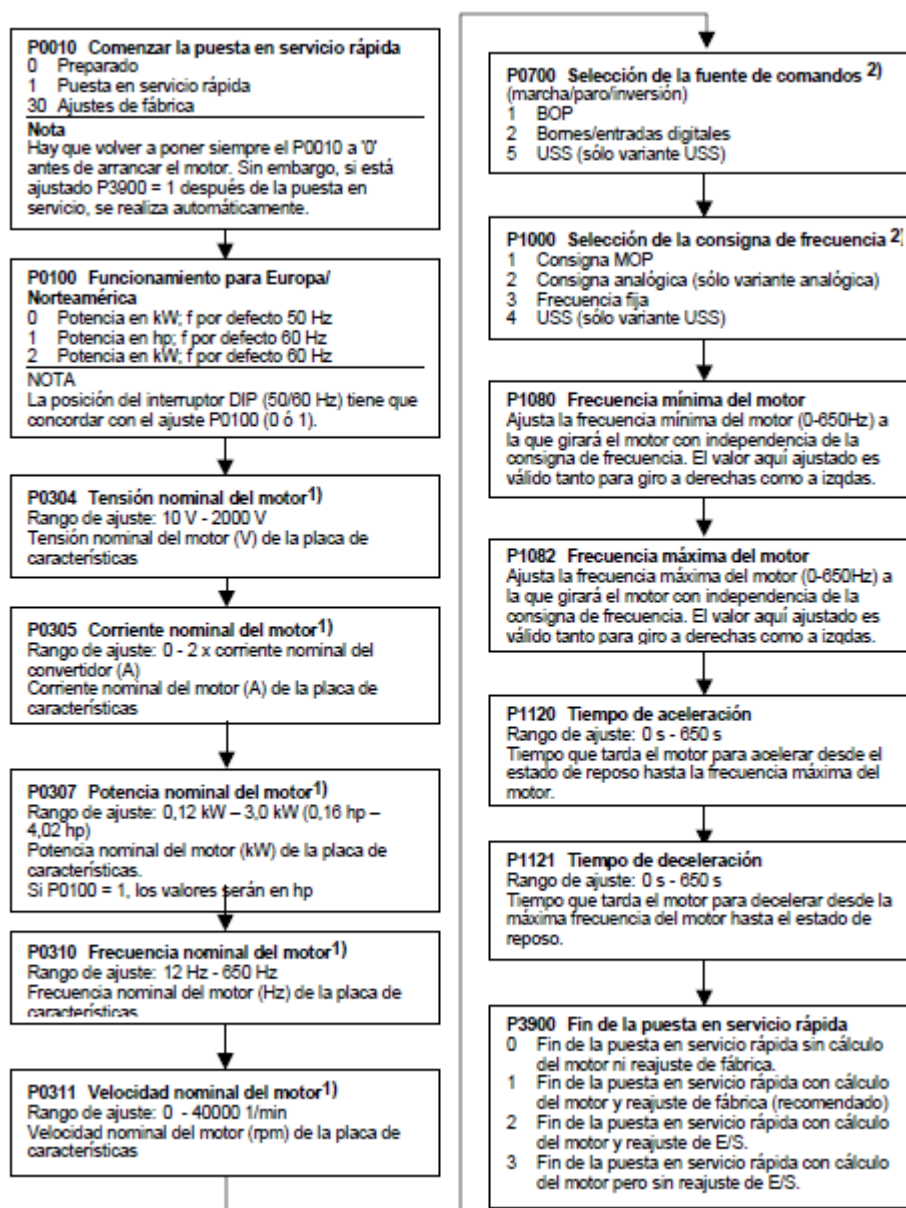
- Carlos de Castro Lozano, C. R. (3 de Septiembre de 2014). *Uco*. Obtenido de Introducción a SCADA:
<http://www.uco.es/grupos/eatco/automatica/ihm/descargar/scada.pdf>
- Maloney, T. (2006). *Electrónica Industrial Moderna*. Mexico: Pearson.
- Nationa Instruments. (2014). LabView.
- National Instruments. (7 de Septiembre de 2012). *Introduccion a OPC*.
Obtenido de <http://www.ni.com/white-paper/7451/en/>
- National Instruments. (2013). NI OPC Servers.
- OPC Servers. (2013). NI OPC Servers.
- Siemens. (2003). Sinamics G110.
- Siemens. (11 de 2009). Controlador Programable S7 1200.
- Siemens. (2009). *Variadores de Velocidad SINAMICS G110* . Obtenido de
<http://industria.siemens.com.mx/Motores/variadoresdevelocidadg110.html>
- Siemens. (2011). TIA Porta.
- SUNTAXI LLUMIQUINGA, A. E. (2014). *IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO CM 1242-5 QUE PERMITA LA COMUNICACIÓN EN UNA RED PROFIBUS DP PARA EL SIMATIC S7 1200 EN CONFIGURACIÓN ESCLAVO*. LATACUNGA.

ANEXOS

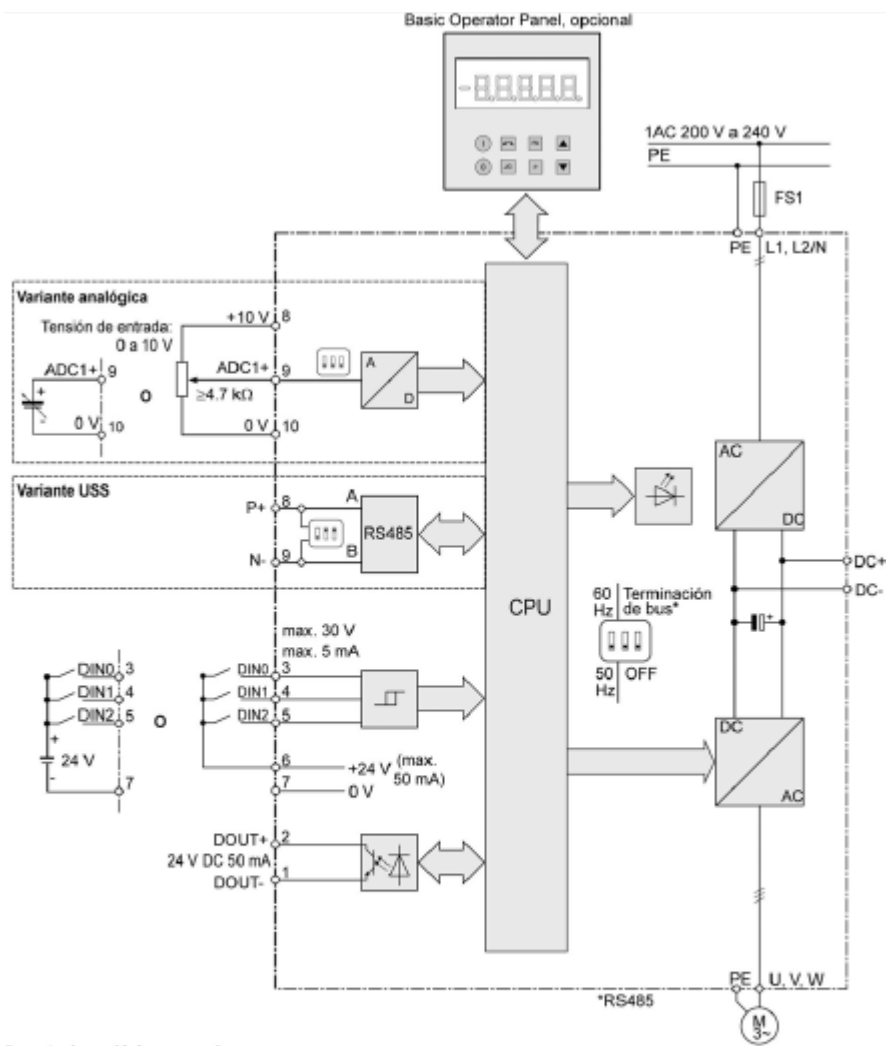
ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Diagrama de Flujo parámetros G110	1
ANEXO B. Diagrama de Bloques G110	2

ANEXO A. Diagrama de Flujo parámetros G110



ANEXO B. Diagrama de Bloques G110



La entrada analógica se puede usar - como se ve abajo - como entrada digital (DIN3) adicional



HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRES: Darwin Humberto
APELLIDOS: Molina Zapata
ESTADO CIVIL: Soltero
EDAD: 28 años
DIRECCION: Latacunga – Calle Calixto Pino 3549 y Av. Oriente
TELÉFONO: 032807-164
0987352850
CORREO: darwin.h@hotmail.es

EDUCACIÓN

PRIMARIA: Escuela “Simón Bolívar”
SECUNDARIA: Unidad Educativa FAE No. 5
ESPECIALIDAD: Físico Matemático
SUPERIOR: Universidad de las Fuerzas Armadas
(ESPE)
ESPECIALIDAD: Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica
LICENCIA DE CONDUCIR: Sindicato de Choferes Profesionales de Cotopaxi.

CURSOS REALIZADOS

III JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLGIA ITSA 2006

CAPITULO AEROESPACIAL

SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO ORELLANA 2012

ACEPTACIÓN DEL USUARIO

Latacunga, Junio del 2015

Yo, ING PABLO PILATÁSIG en calidad de encargado del Laboratorio de Instrumentación Virtual de la Unidad de Gestión de Tecnologías, me permito informar lo siguiente:

El proyecto de graduación elaborado por el Sr. **MOLINA ZAPATA DARWIN HUMBERTO**, con el tema: “**CONTROL DE UN MOTOR TRIFÁSICO UTILIZANDO UN PLC S7 1200 Y UN MÓDULO SM 1232-AQ EN EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL**”, ha sido efectuado de forma satisfactoria en las dependencias de mi cargo y que la misma cuenta con todas las garantías de funcionamiento, por lo cual extiendo este aval que respalda el trabajo realizado por el mencionado estudiante.

Por tanto me hago cargo de todas las instalaciones realizadas por el Sr. estudiante.

Atentamente,

ING. PABLO PILATÁSIG

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

MOLINA ZAPATA DARWIN HUMBERTO

C.I: 050298523-7

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

**Ing. Pablo Pilatásig Director Carrera de Electrónica Mención
Instrumentación & Aviónica**

Latacunga, Junio del 2015