



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE COMUNICACIÓN PARA
EL CONTROL Y MONITOREO DE UN MPS VIA GSM”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

Presentado por:

DIEGO JAVIER QUITO PÉREZ

RAFAEL ANUBIS MEJÍA GRANDA

**Riobamba – Ecuador
2013**

Nuestro agradecimiento va dirigido a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por ser la institución donde nos formamos como profesionales, a todos nuestros maestros lo cuales nos impartieron sus conocimientos y permitieron que lleguemos a esta fase culminante de nuestra carrera.

Un agradecimiento especial a nuestro Director de Tesis Ing. Marco Viteri, quien con su guía y paciencia contribuyo al desarrollo y culminación de este proyecto.

Este trabajo va dedicado a Dios, a mis padres por el inmenso apoyo, cariño, amor y comprensión que me han brindado, a mi abuelita Rosario quien ha sido un ejemplo de vida y pilar fundamental a lo largo de toda mi vida.

Este trabajo y esta etapa se han culminado gracias a la confianza y al esfuerzo que ellos me han brindado.

Solo me resta agradecerles y decirles que no los he defraudado.

Diego.

El siguiente trabajo de investigación lo dedico en primera instancia al Gran Arquitecto del Universo.

A mis padres Carlos y Rosita quienes fueron mi fortaleza y guía durante mi etapa estudiantil, sabiendo transmitirme su experiencia y conocimiento que han sido herramientas muy valiosas para llegar a cumplir este objetivo.

A mis hermanos Isis, Michael, quienes me brindaron su apoyo incondicional, con el cual pude seguir adelante durante este largo camino.

A Aurora por su dedicada labor, que con su voluntad y paciencia aportó a cumplir con este fin.

Rafael.

FIRMAS DE RESPONSABLES Y NOTA

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	
Ing. Paúl Romero DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES	
Ing. Marco Viteri DIRECTOR DE TESIS.	
Ing. Ximena Trujillo. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	
Tec. Carlos Rodríguez Carpio DIRECTOR DPTO DOCUMENTACIÓN	
NOTA DE LA TESIS	

TEXTO DE RESPONSABILIDAD

“Nosotros **DIEGO JAVIER QUITO PÉREZ Y RAFAEL ANUBIS MEJÍA GRANDA**,
somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis;
y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la **ESCUELA
SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**”.

.....
DIEGO JAVIER QUITO PÉREZ

.....
RAFAEL ANUBIS MEJÍA GRANDA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AMPS	Advanced Mobile Phone System.
ASCII	American Estandar Code for Information Interchange.
CI	Control Net International.
CIM	Computer Integrated Manufacturing.
CIP	Control Information Protocol.
DCS	Sistema de Control Distribuido
GSM	Global System for Mobil Comumunications.
HART	Highway Addressable Remote Transducer
HMI	Human Machine Interface
ICE	Comisión Internacional Electrónica
IP	Internet Protocol
IPC	Industrial Personal Computer
LAN	Local Area Network
MPS	Sistema de Producción modular
MTU	Master Terminal Unit
OSI	Open System Interconnection
PC	Computador Personal
PLC	Controlador Lógico Programable
PUK	Clave Larga de Desbloqueo
RF	Radio frecuencia
RTU	Unidad de Estación Remota
SIM	Suscriber Indentity Module
SMS	Servicio de Mensaje Corto

ÍNDICE GENERAL

Portada	
Agradecimiento	
Dedicatoria	
Firmas de Responsabilidad	
Responsabilidad del Autor	
Índice de Abreviaturas	
Índice General	
Índice de Figuras	
Índice de Tablas	
Introducción	

CAPITULO I

MARCO REFERENCIAL	16
1.1. Antecedentes	16
1.2. Justificación	17
1.3. Objetivos	18
1.3.1. Objetivo General	18
1.3.2. Objetivos Específicos	18
1.4. Hipótesis	19

CAPITULO II

MARCO TEORICO	20
2.1. INTRODUCCIÓN A LAS REDES INDUSTRIALES	20
2.1.1. GENERALIDADES	20
2.1.2. NIVELES EN UNA RED INDUSTRIAL	21
2.1.3. TOPOLOGÍA DE REDES	23
2.2. COMUNICACIONES INDUSTRIALES	24
2.2.1. BUS DE CAMPO	24
2.2.2. TIPOS DE BUSES DE CAMPO	25
2.2.3. ESTANDARES DE COMUNICACIÓN	28
2.2.4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN	29
2.2. COMUNICACIONES INALÁMBRICAS	32
2.2.1. TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS.....	33
2.3. TECNOLOGIA GSM	35
2.3.1. COMPONENTES DE GSM	37
2.3.2. TARJETA SIM	39

2.3.3.	VENTAJAS DE LA TECNOLOGIA GSM	40
2.3.4.	SMS	41
2.3.4.1.	CARACTERISTICAS	41
2.3.4.2.	PRINCIPALES APLICACIONES	43
2.4.	TELECONTROL Y MONITOREO INDUSTRIAL	44
2.4.1.	TELECONTROL	44
2.4.2.	MONITORIZACIÓN	45
2.5.	ESTÁNDAR IEC 611 31-3.....	45
2.5.1.	GENERALIDADES	45
2.5.2.	ELEMENTOS COMUNES	49
2.5.2.1.	TIPOS DE DATOS	49
2.5.2.2.	VARIABLES	49
2.5.2.3.	CONFIGURACIÓN, RECURSOS Y TAREAS.....	50
2.5.2.4.	UNIDADES DE ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA	51
2.5.2.5.	PROGRAMAS.....	52
2.5.3.	LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	53

CAPITULO III

ESTUDIO DE COMPONENTES QUE INTEGRAN LA COMUNICACIÓN POR VÍA GSM..... 58

3.1.	SISTEMA DE PRODUCCION MODULAR	58
3.1.1.	FINALIDAD DE UN MPS.....	60
3.2.	DESCRIPCION DEL MPS A EMPLEAR.....	61
3.3.	AS-INTERFACE.....	64
3.3.1.	EQUIPOS QUE COMPONEN AS-INTERFACE	65
3.3.1.1.	FUENTE DE ALIMENTACIÓN	66
3.3.1.2.	MAESTROS AS-I.....	67
3.3.1.3.	ESCLAVOS AS-I.....	67
3.3.1.4.	CONSTRUCCIÓN DE LOS ESCLAVOS AS-I.....	67
3.3.1.5.	FUENTE DE ALIMENTACIÓN ESTÁNDAR DE 24VDC.....	69
3.3.1.6.	CONECTORES Y CABLES	69
3.4.	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE.....	73
3.4.1.	FUNCIONES BÁSICAS DE UN PLC	75
3.4.2.	ESTRUCTURA EXTERNA DE UN PLC.....	75
3.4.3.	ESTRUCTURA INTERNA DE UN PLC.....	75
3.4.4.	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE TWIDO 20DTK.....	76
3.4.4.1.	COMPONENTES DEL CONTROLADOR	77
3.4.4.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS COMUNICACIONES.....	78

3.4.4.3.	CABLEADO ESQUEMATICO DEL PLC TWIDO 20DTK	79
3.5.	MÓDEM GSM SR2MOD03.....	80
3.5.1.	DESCRIPCIÓN FÍSICA	82
3.5.2.	ESTADOS DEL MÓDEM.....	84
3.6.	PROTOCOLOS QUE PERMITEN EL CONTROL REMOTO POR VÍA GSM	85
3.6.1.	COMANDOS AT	85
3.6.2.	CÓDIGO ASCII.....	93
3.7.	SOFTWARE TWIDOSUITE	96
3.7.1.	REQUISITOS MÍNIMOS Y RECOMENDADOS.....	98
3.7.2.	INSTALACIÓN DEL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN TWIDOSUITE	98
3.7.3.	OPERACIONES BÁSICAS.....	100
3.7.3.1.	PANTALLA INICIAL DE TWIDOSUITE	100
3.7.3.2.	INSERCIÓN DE INSTRUCCIONES BÁSICAS	101
3.7.4.	COMUNICACIONES DEL PLC UTILIZANDO EL PROTOCOLO ASCII	105
3.7.4.1.	CONFIGURACIÓN DE LA TABLA DE ENVÍO/RECEPCIÓN PARA EL MODO ASCII.....	106
3.7.4.2.	INTERCAMBIO DE MENSAJES	108
3.8.	HMI (Interfaz Hombre Máquina).....	111
3.8.1.	INTRODUCCIÓN.....	111
3.8.2.	SOFTWARE HMI.....	112
3.8.3.	APLICACIONES DE LAS HMI	114
3.9.	SOFTWARE LOOKOUT DE NATIONAL INSTRUMENTS	115
CAPITULO IV		
	DESARROLLO Y APLICACIÓN PRÁCTICA.....	119
4.1.	CONFIGURACION DEL MÓDEM GSM Y EL PLC TWIDO 20DTK.....	119
4.2.	FASE DE IMPLEMENTACIÓN.....	123
4.2.1.	DESCRIPCIÓN DE LAS TABLAS DE EMISIÓN Y RECEPCIÓN	124
4.2.2.	Programa Ladder de la comunicación GSM.	129
4.2.3.	GRAFICET DEL SISTEMA DE MEZCLADO	134
4.2.4.	HMI DEL SISTEMA DE MEZCLADO DE LÍQUIDOS	134
4.3.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	138
Conclusiones		
Recomendaciones		
Resumen		
Summary		
Anexos		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1 Niveles de una red Industrial.....	23
Figura II.2 Topologías de Red Básicas.....	24
Figura II.3 Bandas de Frecuencias de GSM.....	37
Figura II.4 Esquema de componente GSM.....	39
Figura II.5 Lenguajes de programación dentro del estándar IEC 61131-3.....	54
Figura III.1 Sistema de Producción Modular.....	59
Figura III.2 Sistema mecatrónico para el mezclado de líquidos.....	61
Figura III.3 Botonera.....	62
Figura III.4 Sensor de nivel.....	63
Figura III.5 Bomba.....	63
Figura III.6 Válvula neumática.....	64
Figura III.7 Bus AS-I dentro de la pirámide de Comunicación Industrial.....	65
Figura III.8 Modelos de fuentes de alimentación para una red AS-interface.....	66
Figura III.9 Modulo AS-i esclavo.....	68
Figura III.10 Sensores/actuadores con conexión AS-i.....	68
Figura III.11 Cable AS-i.....	70
Figura III.12 Conectores M12 frecuentes en una red AS-interface.....	72
Figura III.13 Direccionador AS-i.....	72
Figura III.14 Red AS-interface.....	73
Figura III.15 PLC TWIDO TWDLMDA20DTK.....	76
Figura III.16 Dimensiones del TWIDO TWDLMDA20DTK.....	77
Figura III.17 Partes de un controlador modular.....	77
Figura III.18 Esquema para la base TWDLMDA20DTK con conector.....	80
Figura III.19 Componentes del Módem GSM.....	82
Figura III.20 Conector Micro FIT.....	82
Figura III.21 Conector Sub-D.....	83
Figura III.22 Antena GSM.....	84
Figura III.23 Modo comando.....	87
Figura III.24 Modo en línea.....	88
Figura III.25 Sintaxis de los comandos.....	90
Figura III.26 Plataforma TWIDOSUITE.....	97
Figura III.27 Ventanas del proceso de instalación de TWIDOSUITE.....	99
Figura III.28 Pantalla inicial de TWIDOSUITE.....	100
Figura III.29 Paleta de Ladder.....	101
Figura III.30 Contacto de detección de transmisión positiva.....	102
Figura III.31 Bloque de función del temporizador.....	103
Figura III.32 Asignaciones de cadenas de bits.....	104

Figura III.33 Instrucción de comparación	105
Figura III.34 Función %MSGx	110
Figura III.35 Bloque de función %MSGx.....	110
Figura III.36 Software Lookout	115
Figura III.37 Interfaz de usuario	118
Figura IV.1 Menu principal de TwidoSuite.....	120
Figura IV.2 Creación de un nuevo programa.....	120
Figura IV.3 Módulos del PLC Twido 20DTK	121
Figura IV.4 Configuración del módulo TWDNOZ232D.....	122
Figura IV.5 Elemento genérico ASCII	122
Figura IV.6 Elemento genérico ASCII	123
Figura IV.7 Seteo de valores de la comunicación.....	130
Figura IV.8 Escritura del módem	131
Figura IV.9 Envío SMS	131
Figura IV.10 Recepción SMS	131
Figura IV.11 Tiempo para escaneo	132
Figura IV.12 Tiempo de sincronización.....	132
Figura IV.13 Envío del texto configurado	133
Figura IV.14 Reseteo.....	133
Figura IV.15 Grafcet del sistema de mezclado.....	134
Figura IV.16 Comunicación Modbus	135
Figura IV.17 Configuración de botones de inicio y paro	135
Figura IV.18 Configuración de válvulas	136
Figura IV.19 Configuración del indicador de nivel.....	136
Figura IV.20 Configuración del motor de mezclado.....	137
Figura IV.21 Configuración de la bomba	137
Figura IV.22 Configuración del indicador de sms recibido	138
Figura IV.23 Estadísticas del protocolo Modbus	139
Figura IV.24 HMI pantalla principal	139
Figura IV.25 Esquema del módulo de comunicación	140
Figura IV.26 Módulo de comunicación GSM	140

INDICE DE TABLAS

Tabla III.1 Colores del Cable AS-i	71
Tabla III.2 Descripción del PLC TWIDO TWDLMDA20DTK.....	78
Tabla III.3 Referencias del Módem	81
Tabla III.4 Estados del Módem	84
Tabla III.5 Comandos AT	91
Tabla III.6 Comandos extendidos	92
Tabla III.7 Comandos AT propietarios	93
Tabla III.8 Código ASCII.....	95
Tabla III.9 Código ASCII (continuación)	96
Tabla III.10 Tipos de instrucciones de comparación	104
Tabla III.11 Tabla de envío/recepción.....	106
Tabla IV.1 Inicialización del módem GSM.....	124
Tabla IV.2 Configuración del módem para envío de mensaje	125
Tabla IV.3 Emisión del mensaje	126
Tabla IV.4 Recepción de mensajes.....	127
Tabla IV.5 Recepción de mensajes (continuación).....	128

INTRODUCCIÓN

El crecimiento del sector industrial requiere de un incremento en el diseño e implementación de sistemas de producción modular para optimizar y ampliar las líneas de producción, lo que ha motivado al desarrollo de nuevas tecnologías para el telecontrol, empleando ordenes enviadas para supervisar y controlar sistemas de producción remotas sin la utilización de un medio de comunicación físico, encontrando en la comunicación inalámbrica una herramienta eficiente para este propósito.

Las comunicaciones inalámbricas han evolucionado lo suficiente como para ser consideradas fiables al momento de establecer un telecontrol, es así que la tecnología GSM se ha vuelto una alternativa al momento de controlar directamente los dispositivos e instrumentos utilizados en el desarrollo de aplicaciones industriales; debido a la amplia cobertura que posee y considerando que, actualmente la reducción de costos al momento de implementar una comunicación es posible con un montaje simplificado además de la fiabilidad y seguridad que ofrecen los productos con tecnología gsm.

La tecnología GSM hace posible interactuar con una red industrial, habilitando una terminal móvil como es el celular para poder establecer la comunicación con el sistema de producción por medio de mensajes de texto.

El sistema global para comunicaciones móviles o GSM es un sistema estándar para comunicación utilizando teléfonos móviles que incorporan tecnología digital.

Por ser digital cualquier cliente de GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y puede hacer, enviar y recibir, e-mails, faxes, navegar por Internet, acceso seguro a la red informática de una compañía, así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de Mensajes Cortos (SMS)

El siguiente trabajo investigativo y de aplicación muestra las técnicas y protocolos que ofrece un modulo GSM al momento de integrarse a una red industrial, así como los procedimientos que se necesita para que un dispositivo móvil realice un monitoreo y control de un sistema de producción modular, por medio de mensajes de texto; reduciendo el tiempo de solución en averías y permitiendo la operación a distancia sobre el sistema.

CAPITULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

Las primeras aplicaciones industriales implementadas con GSM se generaron por la excesiva dispersión de los puntos a controlar, lo que imposibilitaba o encarecía las comunicaciones por radio, los sistemas de comunicación inalámbrica, telefonía celular e Internet han evolucionado lo suficiente como para aplicarlas en fábricas o en sistemas de Automatización de Procesos como elementos en los lazos de control local, remoto o formando redes de datos industriales.

En el campo de la Automatización y Control Industrial se requiere frecuentemente conectar distintos equipos y sistemas. Para tal objeto, usualmente, se usan

unidades remotas de transferencia de datos RTU debidamente interconectadas y cuando el medio requerido es el aire, se dispone de módems RF (Radio Frecuencia). Sin embargo, hoy en día es posible emplear la red de telefonía móvil, la que ya cuenta con la tecnología adecuada para transmisión de datos (GSM).

La red GSM ha ido cubriendo mayor territorio con un notable crecimiento de usuarios de redes GSM en todo el mundo.

A nivel institucional el Laboratorio de Redes Industriales de la FIE no cuenta con un módulo que permita hacer uso de esta tecnología, su implementación ocasionará un impacto tecnológico-educativo.

1.2. Justificación

La integración de las comunicaciones inalámbricas al ámbito industrial a través de una red gsm empleando un dispositivo móvil el cual es de fácil acceso y de uso personal brinda portabilidad y flexibilidad al monitoreo y control del proceso industrial. Destacándose como ventajas la desaparición del cable de señal así como de la infraestructura para sostenerlo y la eliminación de pérdida de control por rotura de cables.

La comunicación por vía GSM nos proporciona la facilidad de monitorear el proceso de producción desde cualquier ubicación geográfica donde exista cobertura, proporcionándonos detalles sobre fallas y funcionamiento del sistema de forma más rápida y oportuna por tal motivo hemos optado por realizar la investigación basada en esta tecnología, además esta investigación fomentará el

aprendizaje de los estudiantes y permitirá relacionar su uso en las empresas industriales.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Diseñar e implementar un módulo de comunicación para el control y monitoreo de un MPS (Sistema de producción modular) vía GSM.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Investigar y analizar los protocolos, herramientas y métodos de comunicación del modem GSM disponibles para realizar el control y monitoreo de un MPS.
- Analizar el Estándar IEC 611 31-3.
- Programar el control de un MPS en un lenguaje bajo el Estándar IEC 611 31-3.
- Diseñar la comunicación GSM entre un dispositivo móvil y un PLC.
- Implementar la comunicación GSM que permita realizar el control y monitoreo de un MPS.
- Diseñar e implementar un HMI (Interfaz Hombre Máquina) para el control y monitoreo de un MPS.

1.4. Hipótesis

La comunicación GSM entre un dispositivo móvil y un PLC nos permitirá controlar y monitorear un MPS.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. INTRODUCCIÓN A LAS REDES INDUSTRIALES

2.1.1. GENERALIDADES

La comunicación en las plantas se ha hecho imprescindible en la industria moderna. Muchos sistemas están conformados por equipos de diferente fabricantes y funcionan en diferentes niveles de automatización. Pese a que pueden estar distanciados entre si, a menudo se desea que trabajen de forma coordinada para un resultado satisfactorio del proceso. El objetivo principal es la comunicación totalmente integrada en el sistema. Esto reporta la máxima

flexibilidad y permite integrar sin problemas productos de otros fabricantes a través de las interfaces software estandarizadas. Esta integración se conoce como CIM.¹

En la industria coexisten una serie de equipos y dispositivos dedicados al control de una maquina o una parte cerrada de un proceso. Entre estos dispositivos están los autómatas programables, ordenadores de diseño y gestión, sensores, actuadores, etc. El desarrollo de las redes industriales ha establecido una forma de unir todos estos dispositivos, aumentando el rendimiento y proporcionando nuevas posibilidades. Las ventajas que se aportan con una red industrial y cuyo costo debe ser estudiado, son, entre otras, las siguientes:

- Visualización y supervisión de todo el proceso productivo
- Toma de datos del proceso más rápida o instantánea
- Mejora el rendimiento total de todo el proceso
- Posibilidad de intercambio de datos entre sectores del proceso y departamentos
- Programación a distancia, sin necesidad de estar a pie de fábrica.²

2.1.2. NIVELES EN UNA RED INDUSTRIAL

En una red industrial coexistirán dispositivos de todo tipo, los cuales suelen agruparse jerárquicamente para establecer conexiones lo más adecuadas a cada área. Tradicionalmente se definen cuatro niveles dentro de una red industrial.

Nivel de gestión: es el más elevado y se encarga de integrar los niveles siguientes en una estructura de fábrica, e incluso de múltiples factorías. Las

¹ <http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/comunicacionesindustrialesdocumento.pdf>

² <http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/comunicacionesindustrialesdocumento.pdf>

maquinas aquí conectadas suelen ser estaciones de trabajo que hacen puente entre el proceso productivo y el área de gestión, en el cual se supervisan las ventas, stocks, etc. Se emplea una red de tipo LAN o WAN.

Nivel de control: se encarga de enlazar y dirigir las distintas zonas de trabajo. A este nivel se sitúan los autómatas de gama alta y los ordenadores dedicados al diseño, control de calidad, programación, etc. Se suele emplear una red de tipo LAN.

Nivel de campo y proceso: se encarga de la integración de pequeños automatismos dentro de sub redes o “islas”. En el nivel más alto de estas redes se suele encontrar uno o varios autómatas modulares, actuando como maestros de la red o maestros flotantes. En este nivel se emplean los buses de campo tradicionales, aunque también tienen cabida redes superiores como Ethernet industrial bajo ciertas premisas que aseguren el determinismo en la red.

Nivel de E/S: es el nivel más próximo al proceso. Aquí están los sensores y actuadores, encargados de manejar el proceso productivo y tomar las medidas necesarias para la correcta automatización y supervisión. Se tratan de sustituir los sistemas de cableado tradicionales por buses de campo de prestaciones sencillas y sistemas de periferia descentralizada. Esta estructura, sin embargo, no es universal, habrá casos en los que conste de un número mayor o menor de niveles, dependiendo del tamaño del proceso y la propia industria.³

³ <http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/comunicacionesindustrialesdocumento.pdf>



Figura II.1 Niveles de una red Industrial⁴

2.1.3. TOPOLOGÍA DE REDES

En una red que interconecta instrumentación a nivel de campo, el medio de transmisión es por lo común cables, pero también es posible con fibra óptica y telecomunicación. La elección del medio de transmisión es a menudo dependiente de la interfaz y velocidad requerida.

La topología de redes describe el modo en el que varios dispositivos de una red son interconectados. Existen varias tipologías que difieren de acuerdo a tres criterios: disponibilidad, redundancia, expansibilidad. Las topologías básicas son:

- Topología en estrella
- Topología en anillo

⁴<http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT5/INTRODUCCI%C3%93N%20GENERAL.htm>

- Topología en bus

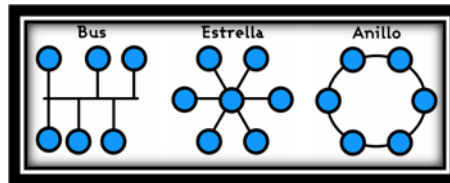


Figura II.2 Topologías de Red Básicas⁵

2.2. COMUNICACIONES INDUSTRIALES

2.2.1. BUS DE CAMPO

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información que simplifica considerablemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

Estos buses de campo típicamente son digitales, bidireccionales, montados sobre un bus serie, en donde se encuentran conectados los diferentes dispositivos. El bus de campo conecta actuadores, controladores, sensores y dispositivos similares en el nivel inferior de la estructura jerárquica de la automatización industrial.

Cada dispositivo será encargado de realizar funciones de auto diagnóstico, monitoreo, control, mantenimiento, así como de comunicarse entre sí a través del bus de campo, hay que tener en cuenta que la función de monitorización permite

⁵ <http://www.monografias.com/trabajos53/topologias-red/topologias-red.shtml>

aumentar la eficiencia del sistema y reducir la cantidad de horas de mantenimiento requeridas.

2.2.2. TIPOS DE BUSES DE CAMPO

Los requisitos de los distintos buses de campo para la utilización en la industria son: la demanda de alta seguridad, la necesidad o posibilidad de funcionar en áreas altamente peligrosas así como que sean sistemas abiertos y extensibles. A continuación se mencionan algunos buses de campo:

FIELDBUS

Es una conexión serie, digital que permite la transferencia de datos entre elementos primarios de la automatización, empleados en fabricación o procesos, y elementos de automatización y control de más alto nivel. Entre las principales ventajas se puede mencionar las siguientes:

- Mejor calidad y cantidad en el flujo de datos
- Ahorrar peso y coste de cableado de instalación
- Facilitar la ampliación o reducción del número de elementos
- Reducir errores en la instalación
- Reducir el número de terminales y cajas de conexión ⁶

AS-i

⁶ http://gredos.eis.uva.es/SdPyF/slides/T5_comunicaciones.pdf

Bus muy simple para automatización, que combina potencia y datos sobre los mismos cables, transmitiendo principalmente señales binarias. Presenta importantes características como son:

- Interconexión de sensores y actuadores binarios.
- Transmisión de datos y alimentación a través del cable AS-i.
- Cableado sencillo y económico. Se puede emplear cualquier cable bifilar de $2 \times 1.5 \text{ mm}^2$ no trenzado ni apantallado.
- El cable específico para AS-i, cable amarillo, es autocicatrizante y está codificado mecánicamente para evitar su polarización incorrecta.
- Gran flexibilidad de topologías, que facilita el cableado de la instalación.
- Sistema monomaestro, con un protocolo de comunicación con los esclavos muy sencillo.
- Máximo tiempo de ciclo 5 ms con direccionamiento estándar y 10 ms con direccionamiento extendido.
- Hasta 124 sensores y 124 actuadores binarios con direccionamiento estándar.
- Hasta 248 sensores y 146 actuadores binarios con direccionamiento extendido.
- Longitud máxima de cable de hasta 100 metros uniendo todos los tramos, o hasta 300 metros con repetidoras.
- La norma actual permite conexión de sensores y actuadores analógicos.

- Transmisión por modulación de corriente que garantiza un alto grado de seguridad.
- Grado de protección IP-65/67 para ambientes exigentes.⁷

CAN

Desarrollado por Bosch a mediados de los años 80, fue pensada para su empleo en aplicaciones de automoción, con el objetivo de reducir los complejos sistemas de cableados en vehículos con múltiples sistemas de control basados en microcontroladores.

CAN es en la actualidad un estándar internacional, descrito en los documentos ISO 11898 e ISO 11519-2, dependiendo de su utilización en aplicaciones de alta o baja velocidad.

Dentro del arbitraje del bus, para resolver las colisiones se emplea el arbitraje: identificador y bit de petición remota.

Si un nodo envía un bit recesivo (1) y lee un bit dominante (0), hay un nodo transmitiendo con mas prioridad.⁸

PROFIBUS

Se desarrollo por bajo un proyecto del gobierno alemán. Esta normalizado en Alemania por DIN E 19245 y en Europa por EN 50170. El desarrollo y posterior

⁷ http://gredos.eis.uva.es/SdPyF/slides/T5_comunicaciones.pdf

⁸ http://gredos.eis.uva.es/SdPyF/slides/T5_comunicaciones.pdf

comercialización ha contado con el apoyo de importantes fabricantes como ABB, AEG, Siemens.

El conjunto Profibus DP y Profibus PA cubren la automatización de plantas de proceso discreto y proceso continuo cubriendo normas de seguridad intrínseca. Se han definido tres perfiles: Profibus-FBM, Profibus-DP y Profibus-PA.

ETHERNET

La norma IEEE 802.3 basada en la red Ethernet de Xerox se ha convertido en el método más extendido para interconexión de computadoras personales en redes de proceso de datos. En la actualidad se vive una autentica revolución en cuanto a su desplazamiento a las redes industriales. Diversos buses de campo establecidos han adoptado Ethernet como la red apropiada para los niveles superiores.

Ethernet se utiliza para la comunicación entre PLCs y para la comunicación de los PLCs con el nivel supervisor y con las herramientas de ingeniería.⁹

2.2.3. ESTANDARES DE COMUNICACIÓN

EIA RS-232: es un estándar de comunicación para la transmisión de datos en serie. La transmisión de datos digitales se hace a través de una línea asimétrica, no terminada entre dos equipos. La distancia máxima esta sobre los 15 metros y la velocidad de transmisión máxima es de 20 Kbps Se utiliza un conector Sub-D macho de 9 pines.

⁹ http://gredos.eis.uva.es/SdPyF/slides/T5_comunicaciones.pdf

EIA RS- 485: en 1983 se aprobó un nuevo estándar de transmisión llamado RS-485. Los usuarios ahora son capaces de configurar redes de área local económica y enlaces en comunicaciones multiterminal. La distancia máxima de enlace del RS 485 es de 1200 metros y la velocidad de transmisión es de 10 Mbps .¹⁰

2.2.4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Fundamentalmente, hay muy poca diferencia entre un protocolo industrial y un protocolo de comunicación. Sin embargo, los protocolos industriales deben poseer algunas características muy importantes para su utilización en los Sistemas de Control de Procesos y en los SCADA. Estas características son:

- Deben ser sistemas fáciles de reparar y mantener.
- Deben poseer un alto nivel de integridad en la transferencia de datos.
- Alta velocidad en la actualización de parámetros.

Los protocolos más empleados son los siguientes:

Protocolos ASCII: Los protocolos ASCII son muy populares debido a su simplicidad, lo cual los hace apropiados para instalaciones sencillas, generalmente una Maestra y una Remota. Su principal desventaja es su lentitud y su incapacidad para manejar sistemas más complicados, por ejemplo, sistemas multipunto de más de 32 remotas.

¹⁰ <http://tec.upc.es/ie/practi/Sistemas.pdf>

En el comercio se encuentra una variedad de transmisores que aceptan la salida de sensores de temperatura, flujo, densidad, etc. la cual procesa y transmiten asincrónicamente en un formato digital hacia un puerto serie de un procesador, algunas veces denominado "indicador".

Características:

- Control por Caracteres
- Transmisión HDX asincrónica
- Velocidades: entre 300 y 1200 bps
- Interfaces: RS-232C en operación punto a punto. Si acaso se llega a utilizar en operación multipunto, entonces hay que emplear la interfaz RS-485.

Protocolo HART: El Protocolo HART permite la transmisión simultánea de información analógica y digital pues generalmente opera superpuesto sobre el lazo de corriente de 4-20 mA, y utiliza una señal FSK para la transmisión digital binaria a 1200 bps.

El Protocolo HART se utiliza típicamente en configuración punto a punto, para la configuración remota, ajuste de parámetros y diagnóstico de dispositivos de campo inteligentes.

Como es común en casi todos los protocolos industriales, el protocolo HART tiene una estructura que comprende solamente las Capas Aplicación, Enlace de Datos y Física.

Las características del protocolo HART son:

- Control por Conteo de Bytes.
- Transmisión Asíncrona HDX, punto a punto y multipunto.
- Una Maestra puede controlar hasta 15 Remotas.
- Distancia máxima: hasta 3000 m con par trenzado apantallado calibre AWG 24; hasta 1500 m con cable multipar, par trenzado común apantallado calibre AWG 20.
- Medio de transmisión: par trenzado y el lazo de corriente de 4-20 mA
- Interfaces asociadas: RS 232 y RS 485.

Protocolo Modbus: Modbus es un protocolo de transmisión desarrollado por la Gould Modicon, ahora AEG Schneider Automation; para sistemas de control y supervisión de procesos con control centralizado. Utilizando este protocolo, una Estación Maestra puede comunicarse con una o varias Estaciones Remotas con la finalidad de obtener datos de campo para la supervisión y control de un proceso.

En Modbus los datos pueden intercambiarse en dos modos de transmisión: en Modo RTU y en Modo ASCII. El Modo RTU, algunas veces denominado Modbus-B (por Modbus Binario), es el tipo más común. En el modo de transmisión ASCII los mensajes generalmente son de duración casi del doble que en el modo de transmisión RTU.

Características:

- Control por Conteo de Caracteres.
- Transmisión FDX/HDX asincrónica.
- Una Maestra puede controlar hasta 247 Remotas.
- Topología en Estrella.
- Interfaces de Capa Física: RS-232D, RS-422A, RS-485, o lazo de 4-20 mA
- Medios de Transmisión: par trenzado, cable coaxial, radio.

Protocolo Conitel: El Protocolo Conitel 2020 es un protocolo industrial utilizado para la supervisión y control de sistemas SCADA.

Características:

- Control por Dígitos
- Transmisión Asincrónica HDX/FDX.
- Velocidad: 1200 bps
- Interfaz: RS-232C.¹¹

2.2 COMUNICACIONES INALÁMBRICAS

Las comunicaciones inalámbricas se caracterizan por el empleo del aire y las ondas de radio como soporte de comunicación. A diferencia de lo que ocurre con sus homologas cableadas, no requieren de un medio físico, como un cable de cobre o una fibra óptica, para el establecimiento de la comunicación.

Las ventajas que poseen las redes inalámbricas son:

¹¹ <http://es.scribd.com/doc/19987005/Comunicaciones-industriales>

- Flexibilidad: dentro de la zona de cobertura de la red inalámbrica los nodos se podrán comunicar libremente.
- Poca planificación con respecto a las redes cableadas: antes de cablear una zona se debe pensar mucho sobre la distribución física de los equipos, mientras que con la red inalámbrica solo nos tenemos que preocupar de que quede dentro de la cobertura de la red.
- Robustez frente eventos inesperados (tropezón de un usuario con un cable, terremoto, etc.) ante los que una red cableada podría llegar a quedar completamente inutilizada. En estos casos, una red inalámbrica puede sobrevivir bastante mejor a este tipo de percances.

2.2.1. TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS

IRDA: la asociación IRDA se formó en 1993 para promover un estándar de comunicación por infrarrojos. Típicamente la distancia de enlace es de un metro, pero se puede agregar un led emisor en paralelo, pudiéndose llegar a distancias de 10 metros con un ángulo de visión de 10° o 30°. Las cadencias de transferencia de datos varían dependiendo de la aplicación y como resultado, IRDA ha creado dos normas en infrarrojos. IRDA 1.0, que define el estándar de IRDA para los productos a 115.2 Kb/s e IRDA 1.1, que define el más rápido, a 4Mb/s.

ZIGBEE: en algunas aplicaciones en las que participan pequeños dispositivos como sencillos sensores o actuadores no suelen ser necesarias altas tasas binarias. Estos sistemas se caracterizan por comunicaciones esporádicas en las

que el mayor volumen de información unas pocas decenas o centenas de kilobits por segundo y por requerir un alcance limitado a pocas decenas de metros, lo que facilita la portabilidad de la red y la instalación de este tipo de dispositivos.

WIRELESS RF: sistema de comunicación digital empleando la radiofrecuencia. Se trata de un transmisor integrado en un circuito, exceptuando la antena, el cristal y algunos componentes externos, sin necesidad de ajuste de RF. Tiene una entrada de datos y reloj, la velocidad de transmisión es seleccionable en cuatro posiciones: 9.6/4.8/2.4/1.2 Kbits/s.

BLUETOOTH: Está basada en un enlace de radio de bajo coste y corto alcance, implementado en un circuito integrado de 9 x 9 mm, proporcionando conexiones instantáneas para entornos de comunicaciones tanto móviles como estáticos. En definitiva, Bluetooth pretende ser una especificación global para la conectividad inalámbrica.

El principal objetivo de esta tecnología, es la posibilidad de reemplazar los muchos cables propietarios que conectan unos dispositivos con otros por medio de un enlace radio universal de corto alcance. Por ejemplo, la tecnología de radio Bluetooth implementada en el teléfono celular y en el ordenador portátil reemplazaría el molesto cable utilizado hoy en día para conectar ambos aparatos. Las impresoras, las agendas electrónicas, los faxes, los teclados, los joysticks y prácticamente cualquier otro dispositivo digital son susceptibles de formar parte de un sistema Bluetooth.

RFID: se basa en el empleo de etiquetas de RF o transpondedores en los que se puede almacenar información que podrá ser leída si se les interroga de la manera adecuada. Esta tecnología ha permitido el desarrollo de etiquetas inteligentes de bajo coste y fácilmente integrables con otro tipo de sistemas. Las tecnologías RFID constituyen una manera sencilla y barata de sustituir al código de barras y de soportar aplicaciones como la identificación de mercancías o vehículos.

GSM: sistema de comunicación empleando tecnología digital GSM. La telefonía móvil se ha implantado de una manera impensable por el coste de las llamadas y aun más por las subvenciones de los costos de los teléfonos. Aunque los teléfonos GSM habituales pueden transmitir datos no son operativos desde el punto de vista autónomo, por esto se han desarrollado unos módulos modem GSM para aplicaciones industriales.¹²

2.3. TECNOLOGIA GSM

Los primeros trabajos con GSM los inició en 1982 un grupo dentro del Instituto Europeo de Normas de Comunicaciones (ETSI). Originalmente, este organismo se llamaba Groupe Sociale Mobile, lo que dio pie al acrónimo GSM.

El objetivo de este proyecto era poner fin a la incompatibilidad de sistemas en el área de las comunicaciones móviles y crear una estructura de sistemas de comunicaciones a nivel europeo. GSM se diseño para incluir una amplia variedad

¹² <http://tec.upc.es/ie/practi/Sistemas.pdf>

de servicios que incluyen transmisiones de voz y servicios de manejo de mensajes entre unidades móviles o cualquier otra unidad portátil.¹³

GSM: Sistema Global para Comunicaciones Móviles es una tecnología inalámbrica de segunda generación (2G) que presta servicios de voz de alta calidad, así como servicios de datos conmutados por circuitos en una amplia gama de bandas de espectro, entre ellas las de 850, 900, 1800 y 1900 MHz. GSM es una tecnología digital, además de utilizarse "GSM" como modo genérico para denominar a una familia de tecnologías que incluye GPRS, EDGE y UMTS/HSDPA, que provee una evolución fluida y costo-efectiva a la tercera generación (3G).

GSM permite que varios usuarios compartan un mismo canal de radio merced a una técnica llamada multiplexado por división de tiempo (TDM), mediante la cual un canal se divide en seis ranuras de tiempo. Para la transmisión, a cada llamada se le asigna una ranura de tiempo específica, lo que permite que múltiples llamadas compartan un mismo canal simultáneamente sin interferir con las demás. Este diseño garantiza un uso efectivo del espectro y provee siete veces mayor capacidad que la tecnología analógica o "AMPS", que es una tecnología de primera generación (1G). GSM también utiliza una técnica llamada "frequency hopping" (salto de frecuencias) que minimiza la interferencia de las fuentes externas y hace que las escuchas no autorizadas sean virtualmente imposibles.

¹³ <http://www.coopvvg.com.ar/alumnado-gomara/Files/gsm.pdf>

La interfaz de radio de GSM se ha implementado en diferentes bandas de frecuencia.

Banda	Nombre	Canales	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)	Notas
GSM 850	GSM 850	128 - 251	824,0 - 849,0	869,0 - 894,0	Usada en los EE.UU., Sudamérica y Asia.
GSM 900	P-GSM 900	0-124	890,0 - 915,0	935,0 - 960,0	La banda con que nació GSM en Europa y la más extendida
	E-GSM 900	974 - 1023	880,0 - 890,0	925,0 - 935,0	E-GSM, extensión de GSM 900
	R-GSM 900	n/a	876,0 - 880,0	921,0 - 925,0	GSM ferroviario (GSM-R).
GSM1800	GSM 1800	512 - 885	1710,0 - 1785,0	1805,0 - 1880,0	
GSM1900	GSM 1900	512 - 810	1850,0 - 1910,0	1930,0 - 1990,0	Usada en Norteamérica, incompatible con GSM-1800 por solapamiento de bandas.

Figura II.3 Bandas de Frecuencias de GSM¹⁴

2.3.1. COMPONENTES DE GSM

Los componentes principales GSM son:

- **El centro de conmutación móvil** (MSC, Mobile Switching Center), es el corazón de todo sistema GSM y se encarga de establecer, gestionar y despejar conexiones, así como de enrutar las llamadas a la célula correcta. El MSC proporciona la interfaz con el sistema telefónico y presta servicios de determinación de cargos y contabilidad.
- **La célula**, cuyo tamaño es de aproximadamente 35 km.
- **La unidad móvil** (MS, Mobile Station).

¹⁴ <http://www.pablofain.com/como-funciona-la-red-gsm>

- **El controlador de estaciones base** (BSC, Base Station Controller). Es un elemento nuevo introducido por GSM. Se encarga de las operaciones de transferencia de control de las llamadas y también de controlar las señales de potencia entre las BTS y las MS, con lo cual releva al centro de conmutación de varias tareas.
- **La estación de transmisión-recepción base** (BTS, Base Transceiver Station). Establece la interfaz a la unidad móvil. Está bajo el control del BSC.
- **La HLR** (Home Location Register) es una base de datos que proporciona información sobre el usuario, su base de suscripción de origen y los servicios suplementarios que se le proveen.
- **El VLR** (Visitor Location Register) es también una base de datos que contiene información sobre la situación de encendido/apagado de las estaciones móviles y si se han activado o desactivado cualesquiera de los servicios suplementarios.
- **El centro de validación** (AC o AUC, Authentication Center) que sirve para proteger a cada suscriptor contra un acceso no autorizado o contra el uso de un número de suscripción por personas no autorizadas; opera en relación estrecha con el HLR.
- **El registro de identidad del equipo** (EIR, Equipment Identity Register) que sirve para registrar el tipo de equipo que existe en la estación móvil y también puede desempeñar funciones de seguridad como bloqueo de llamadas que se ha determinado que emanan de estaciones móviles

robadas, así como evitar que ciertas estaciones que no han sido aprobadas por el proveedor de la red usen ésta.¹⁵

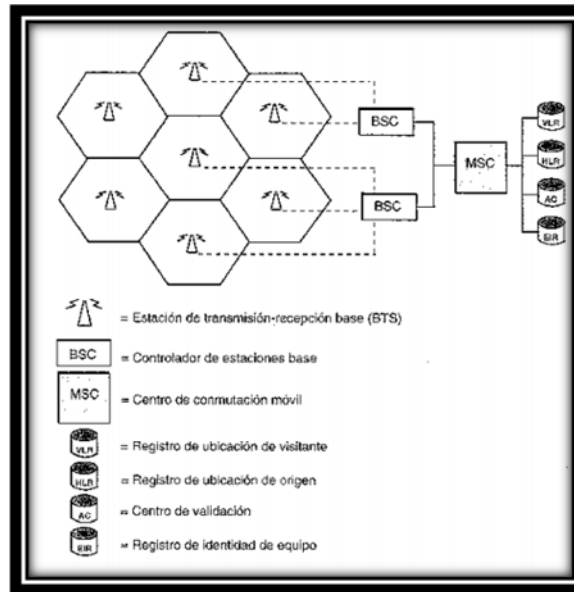


Figura II.4 Esquema de componente GSM¹⁶

2.3.2. TARJETA SIM

Una de las características principales del estándar GSM es el módulo de identidad del suscriptor, conocida comúnmente como tarjeta SIM. La tarjeta SIM es una tarjeta inteligente desmontable que contiene la información de suscripción del usuario, parámetros de red y directorio telefónico. Esto permite al usuario mantener su información después de cambiar su teléfono. Paralelamente, el

¹⁵ <http://www.coopvvgg.com.ar/alumnado-gomara/Files/gsm.pdf>

¹⁶ <http://www.coopvvgg.com.ar/alumnado-gomara/Files/gsm.pdf>

usuario también puede cambiar de operador de telefonía, manteniendo el mismo equipo simplemente cambiando la tarjeta SIM.

Una tarjeta SIM contiene la siguiente información:

- El número telefónico del abonado (MSISDN).
- El número internacional de abonado (IMSI, Identificación internacional de abonados móviles).
- El estado de la tarjeta SIM.
- El código de servicio (operador).
- La clave de autenticación.
- El PIN (Código de identificación personal).
- El PUK (Código personal de desbloqueo).

2.3.3. VENTAJAS DE LA TECNOLOGIA GSM

- GSM cuenta con el mayor número de operadoras a nivel mundial.
- Roaming internacional.
- Tecnología de implementación relativamente económica.
- Uso eficiente del espectro radioeléctrico.
- Facilidad para la transmisión de datos inalámbricos.
- GSM da la facilidad de cambiar de dispositivo móvil mediante el SIM.

- GSM tiene una arquitectura abierta lo cual brinda una compatibilidad con otras tecnologías.

2.3.4. SMS

Servicio de mensajes cortos. Es un sistema para enviar y recibir mensajes de texto para y desde teléfonos móviles. El texto puede estar compuesto de palabras o números o una combinación alfanumérica. SMS fue creado como una parte del estándar GSM fase 1. El primer mensaje corto, se cree que fue enviado en Diciembre de 1992 desde un ordenador personal (PC) a un teléfono móvil a través de la red GSM Vodafone del Reino Unido. Cada mensaje puede tener hasta 160 caracteres cuando se usa el alfabeto latino, y 70 caracteres si se usa otro alfabeto como el árabe o el chino.¹⁷

2.3.4.1. CARACTERÍSTICAS

Hay varias características únicas del servicio de mensajes cortos (SMS), según lo definido dentro del estándar digital de telefonía móvil GSM, un mensaje corto puede tener una longitud de hasta 160 caracteres. Esos 160 caracteres pueden ser palabras, números o una combinación alfanumérica. Los mensajes cortos basados en No-texto (por ejemplo, en formato binario) también se utilizan. Los mensajes cortos no se envían directamente del remitente al receptor, sino que se envían a través de un centro de SMS. Cada red de telefonía móvil que utiliza SMS

¹⁷ <http://www.coopvvg.com.ar/alumnado-gomara/Files/gsm.pdf>

tiene uno o más centros de mensajería para manejar los mensajes cortos. El servicio de mensajes cortos se caracteriza por la confirmación de mensaje de salida. Esto significa que el usuario que envía el mensaje, recibe posteriormente otro mensaje notificándole si su mensaje ha sido enviado o no. Los mensajes cortos se pueden enviar y recibir simultáneamente a la voz, datos y llamadas del fax. Esto es posible porque mientras que la voz, los datos y las llamadas del fax asumen el control de un canal de radio dedicado durante la llamada, los mensajes cortos viajan sobre un canal dedicado a señalización independiente de los de tráfico. Hay formas de enviar múltiples mensajes cortos:

- La concatenación SMS (que encadena varios mensajes cortos juntos).
- La compresión de SMS (que consigue más de 160 caracteres de información dentro de un solo mensaje corto)

Para utilizar el servicio de mensajes cortos, los usuarios necesitan la suscripción y el hardware específico:

- Una suscripción a una red de telefonía móvil que soporte SMS.
- Un teléfono móvil que soporte SMS.
- Un destino para enviar o recibir el mensaje, ya sea una máquina de fax, un PC, un terminal móvil o un buzón de e-mail

2.3.4.2. PRINCIPALES APLICACIONES

Posicionamiento de vehículos. Esta aplicación integra un sistema de posicionamiento mediante satélite, que por medio de un SMS, le dice a la gente dónde está. Cualquiera con un terminal que soporte GPS (Global Positioning System) puede recibir información sobre su posición.

- Punto remoto de venta. SMS puede usarse también en la venta al por menor, para la autorización de tarjetas de crédito. Es particularmente conveniente usar la tecnología móvil cuando se hacen ventas desde sitios de difícil acceso, donde no es posible una línea fija. El teléfono móvil se conecta al terminal específico del punto de venta, el número de la tarjeta de crédito es enviado al banco, y el código de autorización es devuelto al terminal del punto de venta como un mensaje corto.

- Supervisión remota. El Servicio de Mensajes Cortos, puede usarse para gestionar máquinas en ambientes de supervisión remota. Esta aplicación proporciona valiosa información sobre el estado o el suceso de algún evento ocurrido sobre la máquina, que el usuario precisa saber. Un ejemplo puede ser el de las máquinas expendedoras, el sistema envía un mensaje corto a la compañía cuando detecta un nivel bajo en algún producto.

2.4. TELECONTROL Y MONITOREO INDUSTRIAL

2.4.1. TELECONTROL

Una característica deseable en una instalación industrial, es la capacidad de interacción constante, información del estado del sistema, respuesta inmediata ante cualquier error, modificación del modo de trabajo. Esto no es nada sencillo en instalaciones dispersas, de gran dimensión, de condiciones de acceso difíciles o peligrosas.

Las opciones actuales implican costosas instalaciones de cable, información diferida, imposibilidad de actuar con rapidez, desplazamientos in situ ante ciertas anomalías, o errores de funcionamiento.

El telecontrol opera de forma remota mediante protocolos de comunicación con el objeto de asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas, minimizando los paros por avería; pues además de actuar de manera correctiva desde las instalaciones del fabricante, permite mantener un control automático y preventivo de los equipos.

Las comunicaciones remotas pueden ser realizadas mediante una red GSM, la misma que ha probado ser una solución segura y fiable.

La conexión remota usualmente se realiza entre la fábrica y el equipo móvil que disponga el encargado del centro de control, de forma tal que la conexión de mantenimiento remoto puede ser utilizada de manera segura desde otras

ubicaciones, y por varios teléfonos, por ejemplo para permitir el acceso a ingenieros o personal calificado.¹⁸

2.4.2. MONITORIZACIÓN

Los sistemas de monitorización son sistemas diseñados para advertir al encargado sobre posibles irregularidades en el funcionamiento de cierto proceso, para que este al revisar el proceso verifique si en verdad existen tales fallos, determinar su origen y plantear las acciones que se deben tomar al respecto.

La monitorización generalmente se efectúa sobre un PC industrial ofreciendo una visión de los parámetros de control sobre la pantalla del computador, lo que se denomina Interfaz Hombre Máquina, permitiendo observar mediante aparatos especiales el curso de uno o varios parámetros fisiológicos o de otra naturaleza para detectar posibles anomalías. Las funcionalidades básicas de un sistema de monitorización son la adquisición, registro de datos y la adquisición de ellos.¹⁹

2.5. ESTÁNDAR IEC 611 31-3

2.5.1. GENERALIDADES

Hasta hace poco, para la programación de los PLC, existían gran variedad de especificaciones de fabricante en los lenguajes y dialectos. Esta variedad de lenguajes de programación provocaba problemas a la hora de querer comunicar diferentes PLCs entre ellos. La finalidad de esta Norma IEC-61131 es:

¹⁸ <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/113/1/18T00401.pdf>

¹⁹ <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/113/1/18T00401.pdf>

- Definir e identificar las características principales que se refieren a la selección y aplicación de los PLC's y sus periféricos.
- Especificar los requisitos mínimos para las características funcionales, las condiciones de servicio, los aspectos constructivos, la seguridad general y los ensayos aplicables a los PLC's y sus periféricos.
- Definir los lenguajes de programación de uso más corriente, las reglas sintácticas y semánticas, el juego de instrucciones fundamental, los ensayos y los medios de ampliación y adaptación de los equipos.
- Dar a los usuarios una información de carácter general y unas directrices de aplicación.
- Definir las comunicaciones entre los PLCs y otros sistemas.

Con la norma ICE 61131 se crea por primera vez a nivel mundial unas bases uniformes para la programación de PLC. Bajo la presidencia de los USA se aprobó la comisión internacional electrónica (ICE) de la normalización de los PLC en:

- Información General
- Equipo requerimientos y pruebas (Hardware)
- Lenguajes de Programación
- Guías de Usuario
- Especificación del servicio de Mensajería (Comunicación)
- Programación en lógica difusa.

- Guías para aplicación e implementación de lenguajes de programación.

Información General

Establece las definiciones e identifica las principales características significativas a la selección y aplicación de los controladores programables y sus periféricos asociados.

Equipo requerimientos y pruebas

Especifica los requisitos del equipo y pruebas relacionadas para los controladores programables (PLC) y sus periféricos asociados.

Lenguajes de Programación

Define como un conjunto mínimo, los elementos básicos de programación. Reglas sintácticas y semánticas para los lenguajes de programación usados más comúnmente, incluyendo los lenguajes gráficos de Diagrama de Escalera y Diagrama de Bloques de Funciones y los lenguajes textuales de Lista de Instrucciones y Texto estructurado. Así como sus principales campos de aplicación, pruebas aplicables y los medios por los cuales los fabricantes pueden expandir o adaptar esos conjuntos básicos a sus propias implementaciones de controlador programable.

Guías de Usuario.

Un reporte técnico que proporciona una vista general y guías de aplicación del estándar para los usuarios finales de los controladores programables.

Especificación del servicio de Mensajería.

Define la comunicación de datos entre controladores programables y otros sistemas electrónicos usando el “Manufacturing Message Specification” (MMS, acorde al ISO/IEC 9506).

Programación en lógica difusa.

Define los elementos básicos de programación de “lógica difusa” para su uso en controladores programables.

Guías para aplicación e implementación de lenguajes de programación.

Proporciona una guía para los desarrolladores de software para los lenguajes de programación definidos en la parte 3.

IEC 61131-3 es el primer esfuerzo real para estandarizar los lenguajes de programación usados en para la automatización industrial. Con su soporte mundial, es independiente de una sola compañía.

Una forma conveniente de verlo, es dividiendo el estándar en 2 partes:

- Elementos comunes
- Lenguajes de programación.

2.5.2. ELEMENTOS COMUNES

2.5.2.1. TIPOS DE DATOS

Dentro de los elementos comunes se definen los tipos de datos. La tipificación de los datos previene errores en una etapa temprana. Se usa para definir el tipo de cualquier parámetro usado. Esto evita que por ejemplo se divida una fecha entre un entero.

Los tipos de datos comunes son: Boolean, Integer, Real, Byte y Word. También Date, Time_of_Day y String. Basado en ellos, uno puede definir sus propios tipos de datos, llamados “tipos de datos derivados”.

2.5.2.2. VARIABLES

Las variables son únicamente asignadas a direcciones de hardware explícitas (por ejemplo entradas y salidas) en la configuración, recursos o programas. De esta manera se le da a los programas una independencia de alto nivel del hardware, soportando el re-uso del software.

El enfoque (visibilidad) de las variables es normalmente limitado a la unidad de organización en la cual son declaradas (por ejemplo: local). Esto significa que sus nombres pueden ser usados nuevamente sin ningún conflicto en otras partes, eliminando otra fuente de errores. Si las variables requieren un alcance global, deben ser declaradas como tales. Los parámetros pueden recibir un valor inicial al

arranque y al reinicio “en frío”, con objeto de asegurar su valor correcto al inicio de la ejecución de los programas.

2.5.2.3. CONFIGURACIÓN, RECURSOS Y TAREAS

Para entender mejor esto, es conveniente ver el modelo de software, tal como se define en el estándar:

Al nivel más alto, el software completo que se requiere para solucionar un problema de control particular puede ser formulado como una configuración. Una configuración es específica a un sistema de control particular, incluyendo el arreglo del hardware, recursos de procesamiento, direcciones de memoria para los canales de entrada/salida y otras capacidades del sistema.

Dentro de una configuración, se pueden definir una o más tareas. Estas tareas controlan la ejecución de un conjunto de programas y/o bloques de función. Las tareas pueden ser ejecutadas periódicamente o a la ocurrencia de algún evento disparador, por ejemplo el cambio en una variable.

Los programas están constituidos por diferentes elementos de software escritos en cualquiera de los lenguajes definidos por IEC. Típicamente un programa consiste de una red (network) o funciones y bloques de función que son capaces de intercambiar datos. Las funciones y los bloques de función son los bloques de construcción básicos y contienen una estructura de datos y un algoritmo.

Comparendo lo anterior con un PLC convencional: Este contiene recursos corriendo una tarea, corriendo un programa. IEC 61131-3 le agrega a esto mucho mas, haciéndolo abierto a mayores capacidades tales como multiprocesamiento y conducción por sucesos.

2.5.2.4. UNIDADES DE ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA

En IEC 61131-3 los Programas, Bloques de Función y Funciones son llamados Unidades de Organización de Programa (program organization units o POUs).

Funciones

IEC define Funciones Estándar y Funciones Definidas por el Usuario. Las funciones estándar son por ejemplo: ADD (suma), ABS (absoluto), SQRT (cuadrado) SIN (seno), etc. Las funciones definidas por el usuario (basadas en las funciones estándar), una vez definidas pueden ser re-usadas una y otra vez.

Bloques de Función (Function Blocks FBs)

Los Bloques de Función son los equivalentes a los circuitos integrados y representan una función de control especializada. Contienen datos así como el algoritmo así que pueden conservar información de su estado. Esto las diferencia de las funciones.

Los Bloques de Función cuentan con una Interface bien definida y su parte interna oculta. Esto es actúan como una caja negra. Esto permite una clara separación entre diferentes niveles de programadores o personal de mantenimiento.

Un lazo de control de temperatura, o un PID es un excelente ejemplo de un Bloque de Función. Una vez definido puede ser usado una y otra vez en el mismo programa, diferentes programas o diferentes proyectos, es decir son reusables.

Los Bloques de Función pueden ser escritos en cualquiera de los lenguajes definidos por el estándar IEC y en muchos casos incluso en "C". También pueden definirse por el usuario, basados en los existentes, obteniéndose así los Bloques de Función derivados.

2.5.2.5. PROGRAMAS

Con los bloques constructivos mencionados anteriormente se puede decir que un Programa es una Red de Funciones y Bloques de Función. Un programa puede ser escrito en cualquiera de los lenguajes de programación definidos en el estándar.

Grafica de Secuencia de Funciones (Sequential Function Chart - SFC)

SFC describe gráficamente el comportamiento secuencial de un programa de control. Se derivan de sus antecesores "Petri Nets" y del IEC848 Grafcet.

El SFC estructura la organización interna de un programa y ayuda a descomponerlo en partes más fácilmente manejables, mientras mantiene la visión general.

El SFC consiste de “Pasos” enlazados con “Bloques de Acción” y “Transiciones”.

Cada Paso representa un estado particular del sistema que se está controlando.

Una transición se asocia con una condición (condiciones) que cuando es cierta causa que el paso previo se desactive y el paso próximo se active. Los pasos están ligados a bloques de Acción, que ejecutan algunas acciones de control pertinentes a dicho Paso.

Cada elemento del diagrama puede ser programado en cualquiera de los lenguajes definidos por el estándar IEC, incluido el propio SFC.

Se pueden usar secuencias alternativas o incluso paralelas según se requiere con frecuencia en los procesos batch.

Por su estructura general, SFC proporciona un medio de comunicación o entendimiento entre personas con diferentes especialidades.

2.5.3. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Dentro del estándar se definen 4 lenguajes de programación. Esto es, se definen su sintaxis y semántica. Una vez que se los aprendió, se puede aplicarlos a una gran cantidad de sistemas que están basados en estos estándares.

Los lenguajes son 2 de tipo textual y 2 de tipo grafico:

Textuales:

- Lista de Instrucciones (Instruction List – IL)
- Texto estructurado (Structured Text – ST)

Gráficos

- Diagrama de Escalera (Ladder Diagram – LD)
- Diagrama de Bloques de Funciones (Function Block Diagram – FBD)

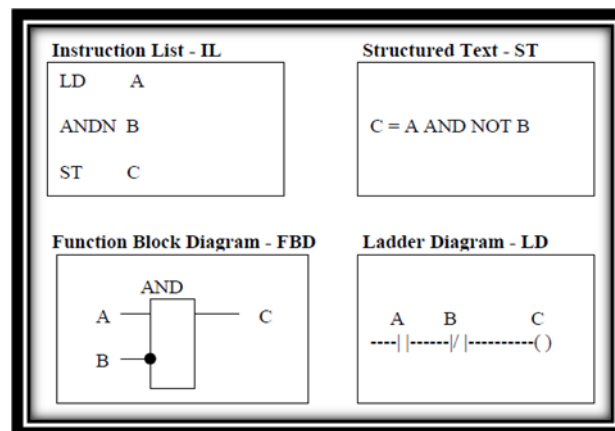


Figura II.5 Lenguajes de programación dentro del estándar IEC 61131-3²⁰

La elección del lenguaje de programación depende de:

- La formación y experiencia del programador.
- El problema que se atiende (la aplicación particular).
- El nivel de descripción del problema.

²⁰ _ infoplcn.net/files/.../infoPLC_net_lenguajes_programacion_V4.pdf

- La estructura del Sistema de Control.
- La Interface con otras personas o departamentos.

El Diagrama de escalera (LD) tiene sus raíces en USA. Esta basado en la representación grafica de la lógica de relevadores.

La Lista de Instrucciones (IL) Es tiene su origen en Europa y se asemeja a los programas en ensamblador.

El Diagrama de Bloques de Función (FBD) es común en la industria de proceso y representa el comportamiento del programa mediante un conjunto de bloques de funciones a la manera de los diagramas de circuitos de electrónica. Esto es: miran al sistema en términos de flujo de señales entre elementos de procesamiento.

El Texto estructurado (ST), es un lenguaje poderoso de alto nivel, con sus raíces en Ada, Pascal y C. Contiene todos los elementos esenciales de un lenguaje de programación moderno, incluyendo selección del flujo de ejecución (IF-THENELSE y CASE OF) y lazos de iteración (FOR, WHILE y REPEAT), que pueden ser anidados. Este lenguaje resulta excelente para la definición de bloques de función complejos que pueden ser usados en cualquiera de los otros lenguajes.

Desarrollo Hacia Abajo o Hacia Arriba.

El estándar permite dos maneras de desarrollar nuestro programa, ya sea partiendo de una visión general para luego resolver los detalles (hacia abajo) o iniciando por la parte de detalles específicos (iniciando desde abajo hacia arriba)

por ejemplo mediante bloques de función y bloques de función derivados. El ambiente de desarrollo nos ayudara durante el proceso completo.

Implementaciones

Los requerimientos completos del IEC 61131-3 no son fácilmente llenados. Por esa razón el estándar permite implementaciones parciales en varios aspectos. Tales como el número de lenguajes soportados, funciones y bloques de función.

Esto proporciona libertad del lado del suministrador, pero el usuario (cliente) debe estar prevenido al respecto durante su proceso de selección.

Muchos ambientes de desarrollo de programación IEC ofrecen lo que usted puede esperar de un ambiente moderno: Operación mediante "Mouse", menús descolgables, pantallas gráficas, soporte de múltiples ventanas, funciones de hipertexto, verificación durante el diseño. Algunos de los beneficios de adoptar este estándar son:

- Disminuir el desperdicio de recursos humanos en entrenamiento, solución de errores y mantenimiento.
- Favorecer el enfoque a la solución del problema mediante un alto nivel de rehuso del software.
- Reduciendo los malentendidos y errores.
- Técnicas de programación de enfoque amplio para la generalidad del control industrial.

- Permitiendo la combinación de diferentes componentes de diferentes programas, proyectos, localidades compañías y países.²¹

²¹ [_ infoplcn.net/files/.../infoPLC_net_lenguajes_programacion_V4.pdf](#)

CAPITULO III

ESTUDIO DE COMPONENTES QUE INTEGRAN LA COMUNICACIÓN POR VÍA GSM

3.1. SISTEMA DE PRODUCCION MODULAR

El sistema de producción modular o celular se define como un sistema técnico especializado en una fase de producción en el cual el equipo y las estaciones de trabajo son combinados para facilitar la producción de pequeños lotes y mantener flujos de producción continuos.

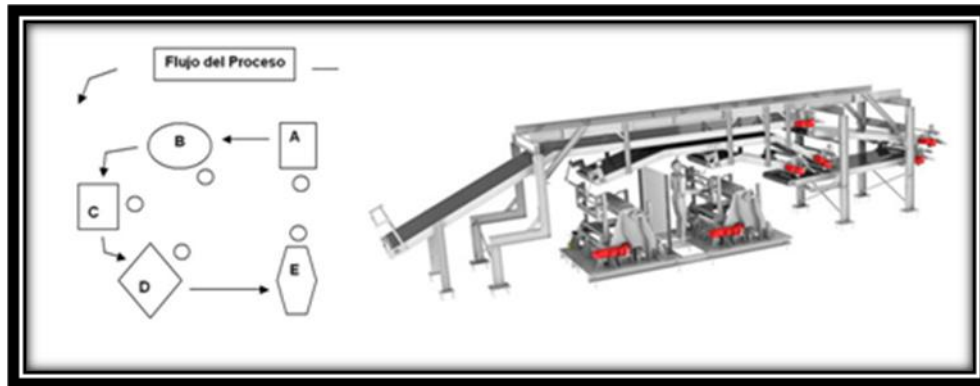


Figura III.1 Sistema de Producción Modular²²

Forma grupos con las personas, los procesos y las máquinas para producir una familia de partes, que típicamente constituyen un componente o sub componente completo y a su vez son realizadas cerca para permitir la retroalimentación entre operadores ante problemas de calidad u otros.

Un módulo o célula es un conjunto de dos o más estaciones de trabajo no similares, localizadas uno junto a otro, a través de los cuales se procesa un número limitado de partes o modelos con flujos de línea y, como resultado, la calidad de la producción y la moral del trabajador se elevan por el simple hecho de trabajar con todo un ensamble y ser capaz de construir un producto terminado en vez de realizar eternamente tareas repetitivas.

²² <http://www.izaro.com/contenidos/ver.php?se=5&su=51&co=1294248414>

El concepto de manufactura modular surge como respuesta a la prioridad competitiva de flexibilidad y resulta de combinar técnicas modernas extraídas de la filosofía del “Just in Time” ó Justo a Tiempo, cuyo objetivo principal es la eliminación de los desperdicios ó recursos que no intervengan activamente en un proceso. El bajo nivel de Stock con que funcionan estas líneas, las hace aptas cuando haya que elaborar distintos artículos en lotes pequeños, los cambios de maquinaria o productos que fuesen necesarios adaptar a la línea se hacen rápidamente obteniéndose en pocos minutos las primeras piezas terminadas del nuevo producto.

3.1.1. FINALIDAD DE UN MPS

Las razones por las que es importante implementar un MPS se enlistan a continuación:

- Incremento del nivel de eficiencia de la planta.
- Reducción de los costos del producto.
- Incremento en la calidad del producto.
- Repuesta rápida a las exigencias de mercado.
- Aprovechamiento de los espacios de la planta.
- Desarrollo del potencial personal.
- Desarrollo de operadores multifuncionales.

3.2. DESCRIPCION DEL MPS A EMPLEAR



Figura III.2 Sistema mecatrónico para el mezclado de líquidos²³

El sistema mecatrónico para el mezclado de líquidos tiene la función de mezclar 3 tipos de líquidos que se encuentran en tanques independientes, la dosificación se realiza en base a un intervalo de tiempo previamente configurado en el PLC para cada líquido, con la condición de que se tenga la presencia de los tres líquidos; para establecer la existencia de líquido se cuenta con sensores de nivel en cada tanque mientras que la dosificación se la realiza por medio de válvulas neumáticas que permiten el paso del líquido.

²³ Tesistas

Los líquidos son depositados en otro reservorio denominado mezclador que cuenta con una turbina, una vez dosificados los líquidos se acciona la turbina para empezar el proceso de mezclado durante un intervalo de tiempo determinado y realizando como última etapa el vaciado del reservorio por medio de la activación de una bomba. Cabe mencionar que existe la posibilidad de seleccionar el modo de operación esto es manual o automático.

Sensores empleados en el sistema de mezclado:

Botoneras

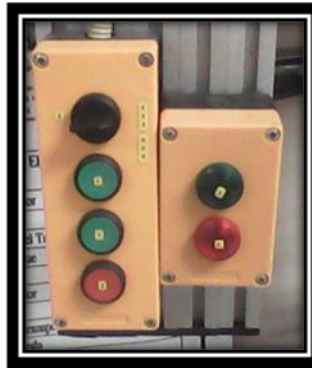


Figura III.3 Botonera²⁴

Los sensores principales para el sistema de mezclado lo constituyen el botón de inicio y paro, así como también el selector de modo de operación.

Sensor de nivel

²⁴ Tesistas

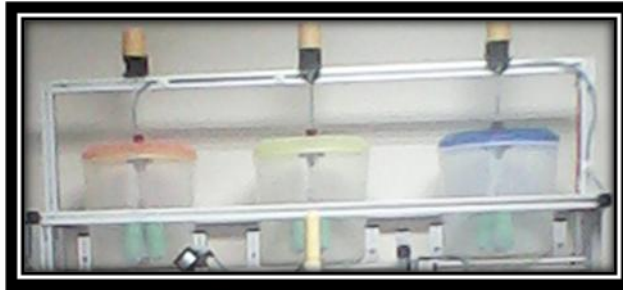


Figura III.4 Sensor de nivel²⁵

Para determinar la existencia del líquido en cada tanque se hizo uso de sensores de nivel que son básicamente interruptores accionados por un flotador.

Actuadores empleados en el sistema de mezclado:

Bomba



Figura III.5 Bomba²⁶

La bomba empleada para realizar la succión del líquido mezclado es comandada por medio de un relé, entregando al motor la bomba el voltaje de alimentación requerido 24VCD.

²⁵ Tesistas

²⁶ Tesistas

Válvula neumática



Figura III.6 Válvula neumática²⁷

La válvula neumática utilizada es normalmente cerrada y puede controlar presiones de hasta 16bar, permitiendo realizar el acople con tuberías de ½ pulgada. Su accionamiento es con aire comprimido con rango de presión estándar de 7 a 8 bares.

3.3. AS-INTERFACE

El AS-Interface es un sistema de conexión para el nivel de procesos más bajo en instalaciones de automatización.

Los mazos de cables que se utilizaban en este nivel son sustituidos por un único cable eléctrico, el cable AS- i. A través del cable AS- i y del maestro AS- i se acoplan aparatos de comando sencillos, motores de corriente trifásica con control del número de revoluciones, barreras fotoeléctricas, interruptores de aproximación por inducción y también válvulas complejas de procesos a las unidades de control

²⁷ Tesistas

del nivel de campo a través de módulos AS- i. AS-Interface brinda la posibilidad de transmitir por el mismo cable datos estándar y datos orientados a la seguridad.

El bus AS-i dentro de los diferentes niveles de comunicación industrial:

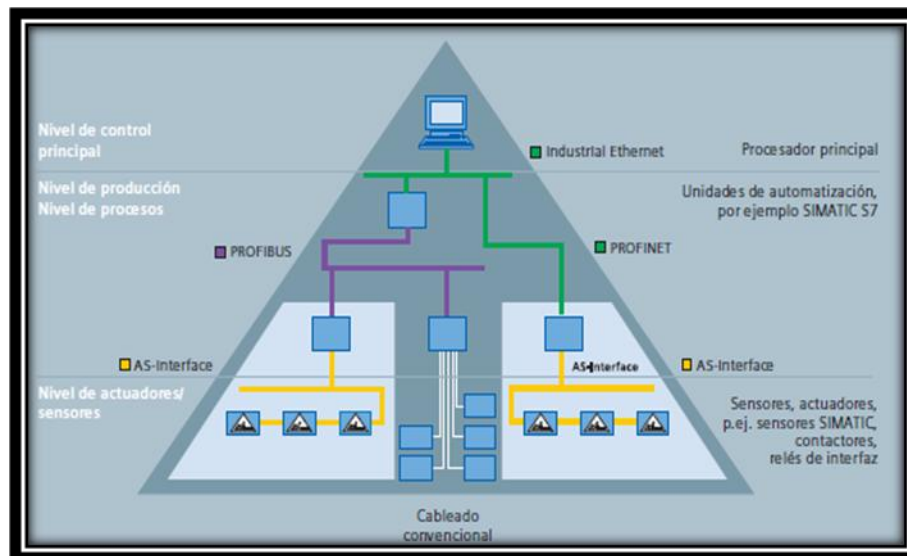


Figura III.7 Bus AS-I dentro de la pirámide de Comunicación Industrial²⁸

3.3.1. EQUIPOS QUE COMPONEN AS-INTERFACE

Los equipos que pueden participar en un bus AS-i se engloban en diferentes grupos:

- Fuente de alimentación AS-i
- Maestros
- Esclavos
- Fuente de alimentación estándar

²⁸ <http://www.automation.siemens.com/cd-static/material/info/e20001-a550-p305-v4-7800.pdf>

- Cables y conectores
- Direccionador

3.3.1.1. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación AS-i es específica y superpone una tensión aproximada de 31VDC a la tensión de los datos que circulan por el bus. Su función es suministrar energía a las estaciones conectadas al cable AS-i.

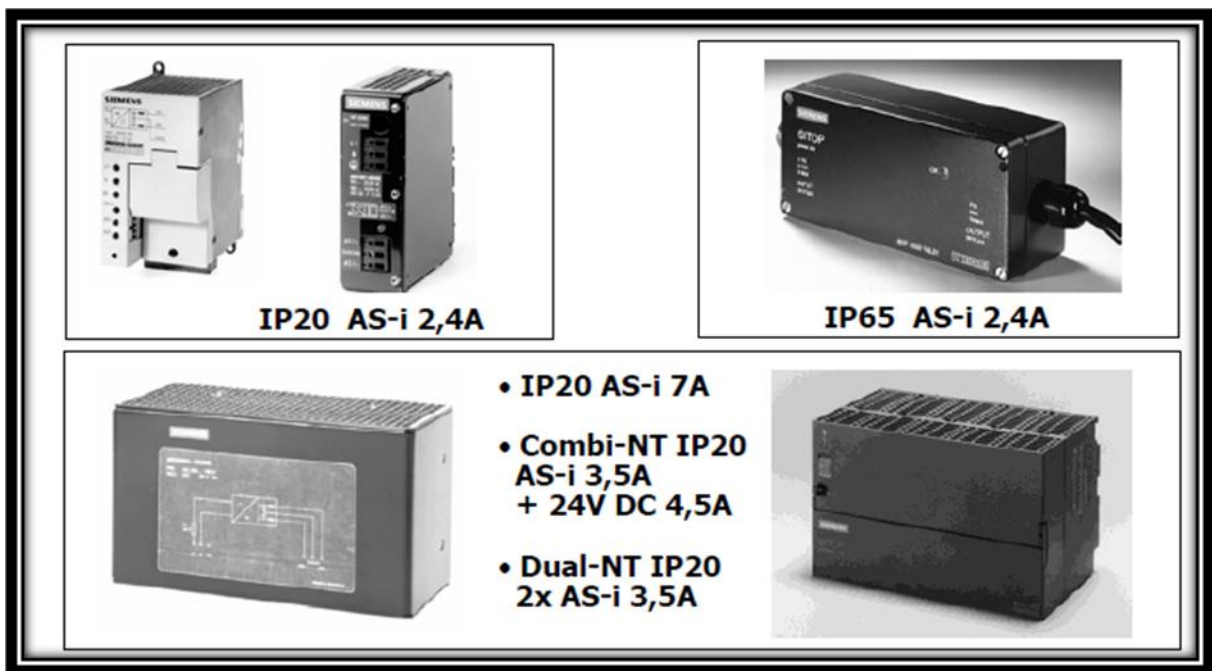


Figura III.8 Modelos de fuentes de alimentación para una red AS-interface²⁹

²⁹ Presentaciones e información técnica de la Web de la "AS-International Association".
"www.as-interface.com"

3.3.1.2. MAESTROS AS-I

La CPU del autómatas programable por sí sola no es capaz de controlar una red AS-i, ya que no dispone de la conexión correspondiente. Es, por tanto, necesaria la conexión de una tarjeta de ampliación conectada en el propio bastidor del autómatas programable que realice las funciones de maestro de la red AS-i. Esa tarjeta es conocida como CP (Communication Processor), aunque también se pueden encontrar maestros AS-i en formato de pasarela o *gateway*.

3.3.1.3. ESCLAVOS AS-I

En cuanto a los esclavos AS-i, se pueden encontrar variedad de modelos diferentes en cuanto a entradas/salidas, función, etc. y que puede ir desde un esclavo para entrada/salida estándar, hasta esclavos en forma de célula fotoeléctrica, pasando por arrancadores, balizas de señalización, botonera de pulsadores, etc.

3.3.1.4. CONSTRUCCIÓN DE LOS ESCLAVOS AS-I

Se dispone de esclavos AS-i en las siguientes variantes de construcción:

- **Módulos AS-i**

Módulos AS-i son esclavos AS-i a los que se pueden conectar hasta 4 sensores convencionales y hasta 4 actuadores convencionales. Todo actuador o sensor “normal” se puede interconectar así en una red a través del AS-Interface.

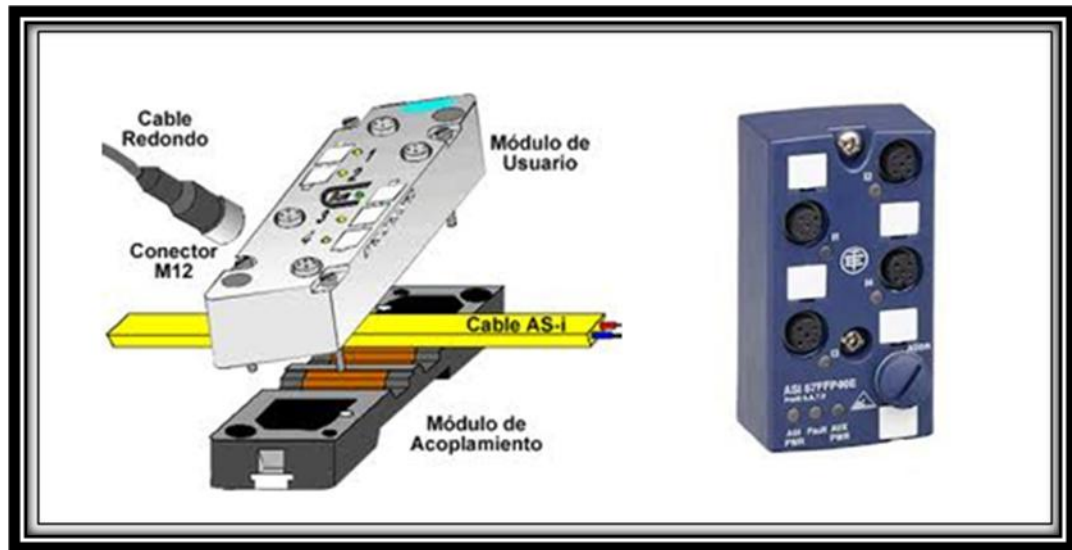


Figura III.9 Modulo AS-i esclavo³⁰

- **Sensores/actuadores con conexión AS-i integrada**

Sensores/actuadores con conexión AS-i integrada se pueden conectar directamente al AS-Interface.



Figura III.10 Sensores/actuadores con conexión AS-i³¹

³⁰ <http://www.uhu.es/antonio.barragan/book/export/html/125>.

³¹ http://www.schlegel.biz/upload/produktbilder/bussysteme/as-interface_uebersicht_gr.jpg

3.3.1.5. FUENTE DE ALIMENTACIÓN ESTÁNDAR DE 24VDC

Para algunos de los esclavos es necesaria la conexión de una alimentación de 24VDC estándar, para dar mayor potencia a los sensores/actuadores conectados en el esclavo. Para identificar qué esclavos necesitan dicha alimentación se realiza básicamente una inspección ocular, fijándonos en dos aspectos:

- Dispone de bornes de conexión en donde haga referencia a algo igual o similar a POWER EXT.
- Dispone de un led indicador de fallo con referencia a algo igual o similar a AUX POWER.

3.3.1.6. CONECTORES Y CABLES

Cables

El cable AS-i, cable bifilar no apantallado, transmite señales y energía de alimentación para los sensores y actuadores conectados a través de módulos AS-i.

La red no está vinculada a un tipo de cable concreto. Si es necesario, es posible pasar a un cable bifilar sencillo utilizando los correspondientes módulos y “piezas en T”.

Los contactos del cable AS-i se establecen con ayuda de la técnica de perforación de aislamiento, cuchillas de contacto atraviesan el revestimiento de goma del cable y establecen contacto entre los dos conductores lo que garantiza una

resistencia de paso pequeña y por lo tanto un enlace seguro para la transmisión de datos como se muestra en la figura.

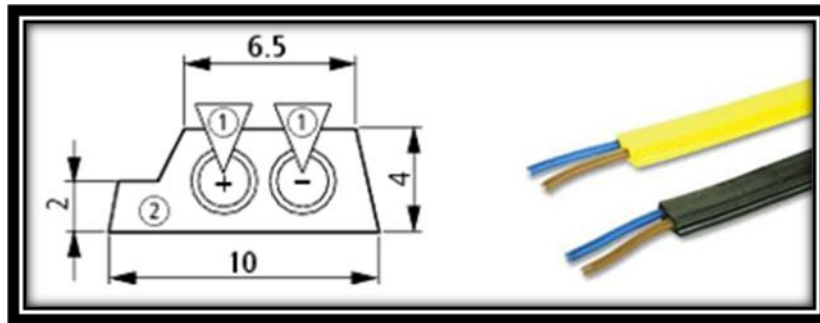


Figura III.11 Cable AS-i³²

No es necesario cortar, pelar ni atornillar el cable, para este tipo de conexión se dispone de módulos de acoplamiento en técnica de perforación de aislamiento.

El revestimiento del cable AS-i es de goma. Si fuera necesario cambiar de lugar módulos después de su conexión al cable AS-i, ello es posible sin dificultad alguna. El cable AS-i es autocicatrizante. Esto significa que los agujeros producidos por las cuchillas de contacto en el revestimiento de goma del cable se cierran por sí mismos, restableciendo el grado de protección IP67.

En caso de montaje del cable en un módulo AS-i, el propio cable hermetiza el orificio de entrada. De este modo se alcanza el grado de protección IP67. Para diferenciar las distintas aplicaciones que pueden tener cada uno de los hilos que

³² <http://homepage.cem.itesm.mx/vlopez/as-interface.htm>

pueden integrar la red puede encontrar cables perfilados con los siguientes colores.

Tabla III.1 Colores del Cable AS-i³³

Color externo	Aplicación
Amarillo	Bus AS-i portador de datos + alimentación
Negro	Alimentación auxiliar a esclavos a 24Vdc
Rojo	Alimentación auxiliar a esclavos 220Vac

Conectores

En el sistema AS-i, los módulos AS-i son comparables con módulos de entrada o salida.

Forman, junto con los actuadores o sensores, los esclavos AS-i y enlazan éstos con el maestro AS-i. Los actuadores/sensores se conectan a través de conectores M12. El conexionado de estos conectores se ajusta a la norma DIN IEC 947 5-2. Los módulos, de un tamaño aproximado de 45 x 45 x 80 mm, se instalan directamente "in situ", en la máquina.

Están conectados a través del cable AS-i y cuentan con el grado de protección IP67.

³³ Tesistas

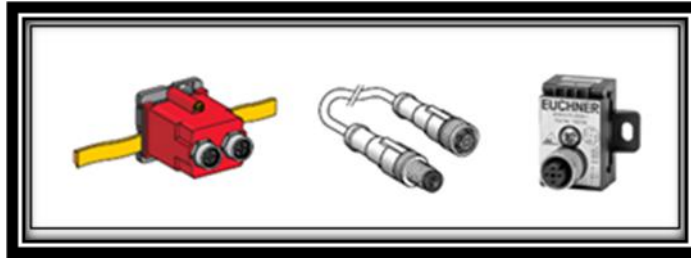


Figura III.12 Conectores M12 frecuentes en una red AS-interface³⁴

Direccionador

El direccionador permite programar con facilidad las direcciones de los esclavos AS-i.



Figura III.13 Direccionador AS-i³⁵

A continuación se expone una posibilidad de conexionado de los componentes empleados en una red AS-interface.

³⁴ [http://www.euchner.de/Produkte/Sicherheit/Sicherheitssysteme/BCM%20\(AS-Interface\)/tabid/3404/language/es-ES/Default.aspx](http://www.euchner.de/Produkte/Sicherheit/Sicherheitssysteme/BCM%20(AS-Interface)/tabid/3404/language/es-ES/Default.aspx)

³⁵ <http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR-8IN1-f1PSx9yB7USqIVz7dDHp0ONWYhldpe8LDQFusn--gdE>

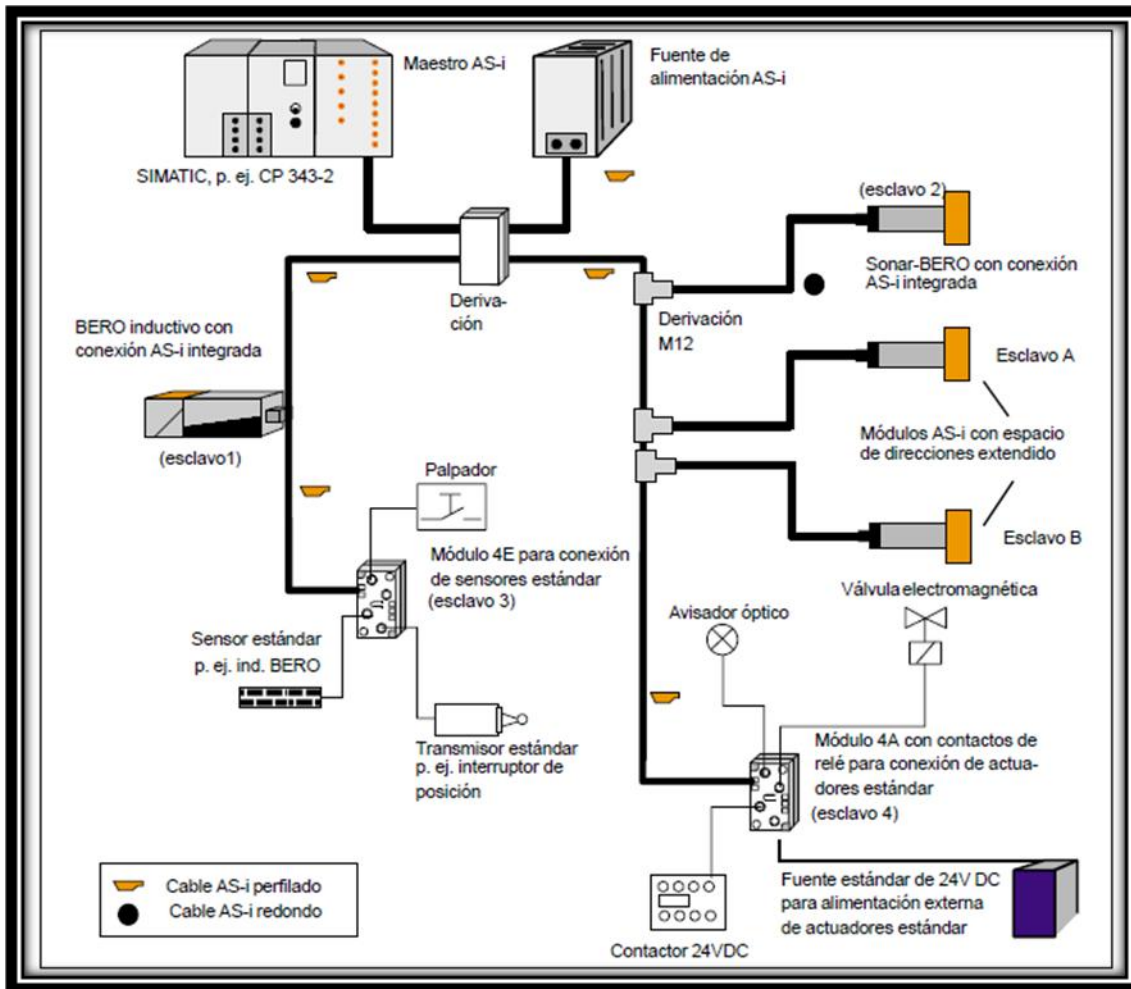


Figura III.14 Red AS-interface³⁶

3.4. CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

El controlador lógico programable es un hardware industrial, que se utiliza para la obtención de datos. Una vez obtenidos, los pasa a través de bus en un servidor.

³⁶ http://fieldbus.wikispaces.com/file/view/As-I_Estructura.JPG/154808393/529x459/As-I_Estructura.JPG

Su historia se remonta a finales de la década de 1960 cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional. Los PLC actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera (Lenguaje Ladder), preferido por los electricistas, lista de instrucciones y programación por estados, aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo más fáciles de interpretar y mantener. Un lenguaje más reciente, preferido por los informáticos y electrónicos, es el FBD (en inglés Function Block Diagram) que emplea compuertas lógicas y bloques con distintas funciones conectados entre sí.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas (recetas), apuntadores, algoritmos PID y funciones de

comunicación multiprotocolo que le permitirían interconectarse con otros dispositivos.³⁷

3.4.1. FUNCIONES BÁSICAS DE UN PLC

Detección: Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.

Mando: Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.

Dialogo hombre maquina: Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.

Programación: Programar procesos de producción periódicamente cambiantes.

3.4.2. ESTRUCTURA EXTERNA DE UN PLC

- Estructura compacta
- Estructura semimodular
- Estructura modular

3.4.3. ESTRUCTURA INTERNA DE UN PLC

- Unidad central de proceso
- Memoria del controlador

³⁷ <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/controlador-logico-programable/controlador-logico-programable.pdf>

- Interfaces de entrada y salida
- Fuente de alimentación

3.4.4. CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE TWIDO 20DTK

El PLC Twido TWDLMDA20DTK pertenece al modelo de controladores modulares, la gama de controladores modulares ofrece 5 bases, que se diferencian entre sí por la capacidad de tratamiento y el número y tipo de entradas/salidas integradas. Todas las bases modulares se alimentan a 24 VCC.



Figura III.15 PLC TWIDO TWDLMDA20DTK³⁸

Es posible añadir E/S adicionales al controlador mediante módulos de E/S de ampliación.

³⁸ http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

3.4.4.1. COMPONENTES DEL CONTROLADOR

Los controladores Twido modulares están formados por los siguientes componentes, teniendo en cuenta que hay pequeñas diferencias entre modelos de controlador, pero que los componentes siempre serán los mismos:

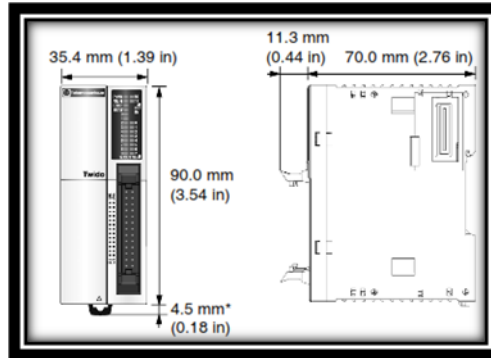


Figura III.16 Dimensiones del TWIDO TWDLMDA20DTK³⁹



Figura III.17 Partes de un controlador modular⁴⁰

³⁹ http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

⁴⁰ http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

Tabla III.2 Descripción del PLC TWIDO TWDLMDA20DTK⁴¹

ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
1	Orificio de Montaje
2	Cubierta de terminal
3	Puerta de acceso
4	Cubierta extraíble del conector de monitor de operación
5	Conector de ampliación
6	Terminales de potencia del sensor
7	Puerto serie 1
8	Potenciómetros analógicos
9	Conector de puerto serie 2

3.4.4.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS COMUNICACIONES

Los controladores Twido disponen de un puerto serie, o de un segundo puerto opcional, que se utiliza para servicios en tiempo real o de administración de sistemas. Los servicios en tiempo real proporcionan funciones de distribución de datos para intercambiar datos con dispositivos de E/S, así como funciones de administración para comunicarse con dispositivos externos. Los servicios de administración de sistemas controlan y configuran el controlador por medio de TwidoSoft. Cada puerto serie se utiliza para cualquiera de estos servicios, pero sólo el puerto serie 1 es válido para comunicarse con TwidoSoft.

Para poder utilizar estos servicios, existen tres protocolos implícitos disponibles en cada controlador:

Remote Link (Conexión remota): permite realizar una comunicación entre autómatas Twido vía RS-485, utilizado para ver E/S a distancia (sin programa en

⁴¹ Tesistas

las CPUs deportadas) o para red de Twidos con programa, con una longitud máxima de 200 m y hasta 8 equipos en una red (maestro + 7 esclavos).

ASCII

Permite comunicar el autómata, vía RS-485 y RS-232, con un gran número de dispositivos: impresoras, lectores de códigos de barras y módems.

Modbus

Comunicación Modbus Maestro/Esclavo por ambos puertos (RS485 o 232), permite conectar Twido a un gran número de equipos industriales, basado en mensajería aperiódica entre equipos.⁴²

3.4.4.3. CABLEADO ESQUEMATICO DEL PLC TWIDO 20DTK

- Los terminales COM (+) están conectados entre sí internamente.
- El COM y COM (+) no están conectados entre sí internamente.
- Los terminales-V están conectados entre sí internamente.
- Conecte un fusible adecuado para la carga.

⁴² http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

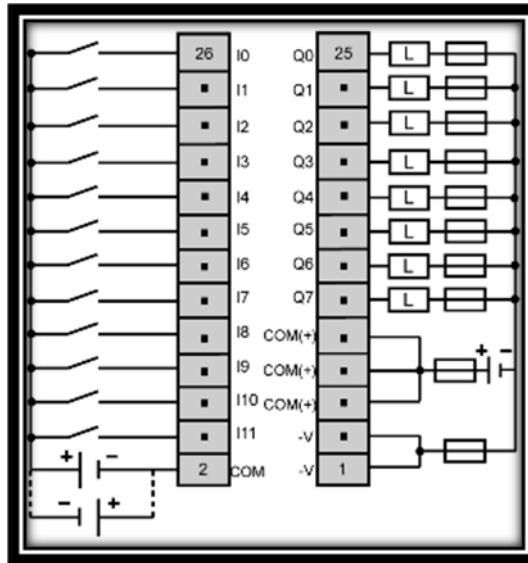


Figura III.18 Esquema para la base TWDLMDA20DTK con conector⁴³

3.5. MÓDEM GSM SR2MOD03

Para el desarrollo de la tesis se empleo el módem SR2MOD03 de Schneider Electric, que permite una conexión GSM y utiliza el módulo de Wavecom versión Quad-Band 850/900/1800/1900 MHz (Bandas de Europa: 900/1800 MHz y las bandas de los Estados Unidos: 850/1900 MHz) y GSM / GPRS Class 10. Las diversas características del módem se muestran en la siguiente tabla:

⁴³ <http://forums.mrplc.com/index.php?showtopic=18721>

Tabla III.3 Referencias del Módem ⁴⁴

Módem
Funciones GSM
- Quad-Bands 900/1800 and 850/1900 MHz
- ETSI GSM Phase 2+ Class 4 (2 W @ 850 / 900 MHz) Class 1 (1 W @ 1800 / 1900 MHz)
- SIM Toolkit Versión 99
Características de Datos
- GPRS Class 10 (up to 4Rx / 2Tx)
- Soporta PBCCH, Esquemas de codificación: CS1 a CS4
- Biblioteca TCP / IP (PPPRFC, Socket TCP, UDP Socket, SMTP, POP3, FTP)
- Circuito de datos asincrónico, transparente y no transparente, 9600 bps (estándar) hasta 14.400 bps (dependiendo de la red)
- Compatible Fax Grupo 3
- Punto a punto MT / MO y SMS CB SMS
Tipo de memoria
- Flash y SRAM 32 Mbits 4 Mbits (32/4)
Interfaces
- GSM antena: conector SMA-F
- Fuente de alimentación: 5,5 a 32 VDC (conector micro-FIT)
- RS232 + Audio a través de hembra de 9 pines conector Sub-D
- Comandos AT: GSM 07.05 y 07.07
- Lector de SIM (SIM 3 V - 1,8 V)
- Riel de montaje DIN (35 mm)
Accesorios suministrados
- Soportes de montaje (x2)
- Cable de alimentación - 2 cables Micro FIT
- Antena magnética GSM (SMA-M)

⁴⁴ Tesistas

3.5.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA

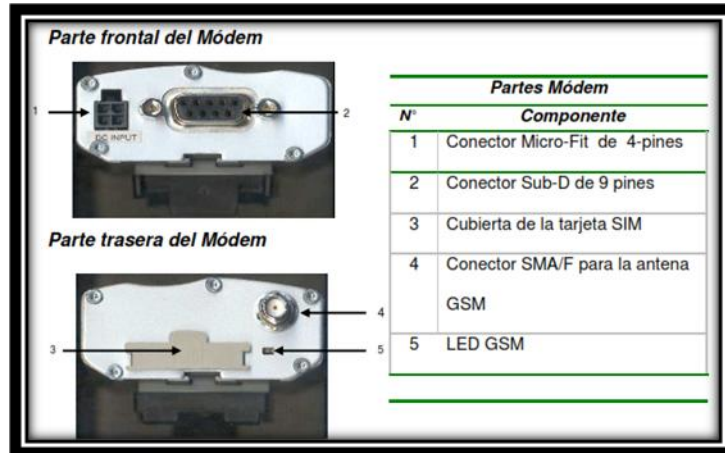


Figura III.19 Componentes del Módem GSM⁴⁵

CONECTOR MICRO FIT

Este conector tipo hembra de 4 pines permite la conexión de un suministro externo de energía DC, en el siguiente, esquema se puede observar el tipo de señal que transmite cada pin del conector.

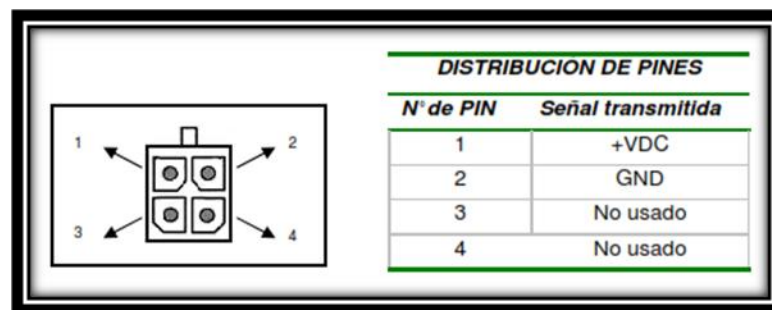


Figura III.20 Conector Micro FIT⁴⁶

CONECTOR SUB-D

⁴⁵ <http://dSPACE.espace.edu.ec/bitstream/123456789/113/1/18T00401.pdf>

⁴⁶ <http://dSPACE.espace.edu.ec/bitstream/123456789/113/1/18T00401.pdf>

Este conector tipo hembra de nueve pines permite una conexión serial RS232, en el esquema mostrado a continuación se explica la distribución de pines y su uso.



Figura III.21 Conector Sub-D⁴⁷

CONECTOR PARA ANTENA GSM

El conector de la antena GSM es SMA de tipo hembra con una impedancia de 50 ohms.

ANTENA MAGNÉTICA GSM

Es una antena que permite la interconexión del módem con la red GSM, para ello trabaja en las bandas 850/900/1800/1900 MHz, y utiliza el cable coaxial para la transmisión de datos.

Se conecta directamente al Módem a través de un conector SMA de tipo macho.

⁴⁷ http://www2.schneider-electric.com/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC.pdf



Figura III.22 Antena GSM⁴⁸

3.5.2. ESTADOS DEL MÓDEM

El estado del módem está indicado por el GSM LED situado en la parte trasera del módem. La tabla siguiente muestra el significado de los diferentes estados del LED GSM:

Tabla III.4 Estados del Módem⁴⁹

GSM LED	ACTIVIDAD DEL LED	ESTADO DEL MÓDEM
ENCENDIDO	LED ENCENDIDO CONSTANTE	El módem está encendido, y listo para funcionar pero todavía no es reconocido por la red. El código PIN no ha sido ingresado en la antena o esta desconectada.
	LED TITILANTE (UNA VEZ CADA 2 SEGUNDOS)	El módem está encendido, el código PIN está activado y el módem es reconocido por la red y hacer o recibir una llamada. El módem se encuentra en un modo inactivo.
	LED TITILANTE (CADA SEGUNDO)	El módem está encendido y se encuentra ahora en estado de comunicación, ya sea de voz, datos o fax.
APAGADO	LED APAGADO	El módem está apagado o en fase de RESET

⁴⁸ <http://dSPACE.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/113/1/18T00401.pdf>

⁴⁹ Tesistas

3.6. PROTOCOLOS QUE PERMITEN EL CONTROL REMOTO POR VÍA GSM

3.6.1. COMANDOS AT

El conocimiento de los comandos AT es fundamental debido a que el equipo móvil se comunica con la aplicación a través de estos comandos, estableciendo una conversación del tipo pregunta/respuesta donde cada comando enviado al equipo móvil genera una respuesta inmediata, lo que permite organizar la lista de parámetros necesarios para leer y enviar un mensaje SMS.

Los comandos AT cuyo nombre proviene de la abreviatura de *attention* son instrucciones que permiten comunicarse con un módem, fue desarrollado por Dennis Hayes en 1977, de allí que se los conoce también como comandos Hayes, diseñados con el objeto de contar con una interface de comunicación que permita configurar y proporcionar instrucciones a un módem, por ejemplo marcar un número telefónico.

Si bien es cierto que la función principal de los comandos AT es la comunicación con módems es posible también utilizarla para la comunicación con los otros terminales móviles, es así que GSM la adoptó como estándar de comunicación con sus terminales. Por medida que todos los teléfonos celulares poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones con la finalidad de permitir acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir entradas en la agenda de contactos y gestión de mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración de terminal.

La implementación de los comandos AT corre a cuenta del dispositivo GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos sean enviados, ya sea cable de serie, canales infrarrojos, bluetooth, etc.

De esta forma, es posible distinguir distintos teléfonos móviles del mercado que permiten la ejecución total del juego de comandos AT o sólo parcialmente.

Los comandos Hayes se dividen en dos grandes tipos: Comandos de ejecución de acciones inmediatas (ATD marcación, ATA contestación o ATH desconexión) y comandos de configuración de algún parámetro del módem (ATV define como el módem responde tras la ejecución de un parámetro, ate selecciona el eco local, etc.) Generalmente un módem posee dos modos de funcionamiento:

Modo comando:

El módem responde a los comandos que le envía la terminal local, o sea, que la información que recibe el módem la procesa sin transmitirla por línea y le envía su respuesta a la terminal. En este modo es posible configurar el módem o realizar operaciones de marcado y conexión, antes de que se pueda enviar un comando al módem este debe estar en el presente modo.

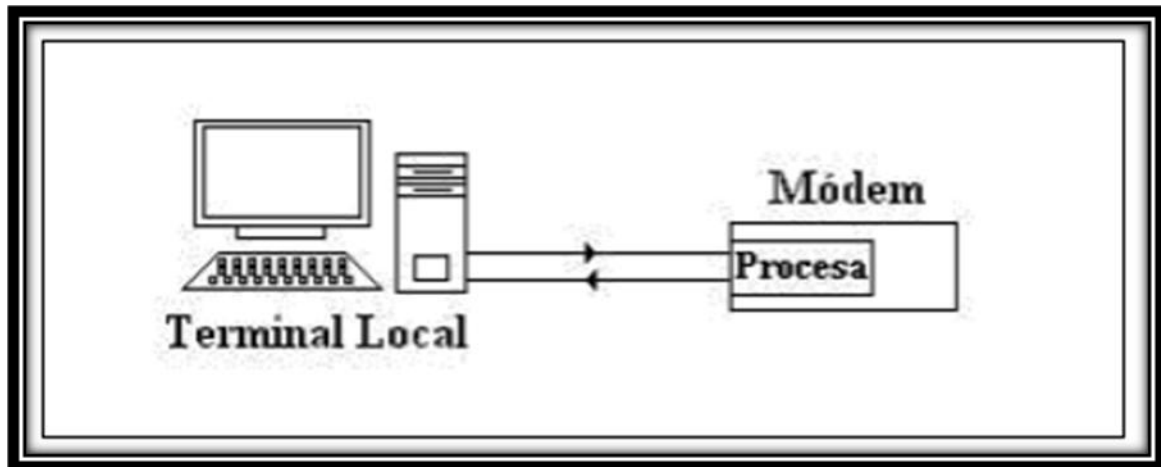


Figura III.23 Modo comando⁵⁰

Modo en línea

Es cuando el módem se conecta con otro, aquí cualquier información que envíe la terminal local al módem será transmitida al módem remoto. En este caso el módem no procesa ningún tipo de información y simplemente la transmite a través de la línea. Lo que sí puede hacer es añadir a los datos información adicional para la corrección de errores y verificar si los datos que recibe del otro módem no han sido adulterados.

Para salir de este modo, la terminal local debe enviar el carácter de escape repetido 3 veces de forma seguida, dicho carácter es configurado en el modo comando, por lo general de fábrica el carácter de escape es el “+”.

⁵⁰ <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/166/3/Capitulo%202.pdf>

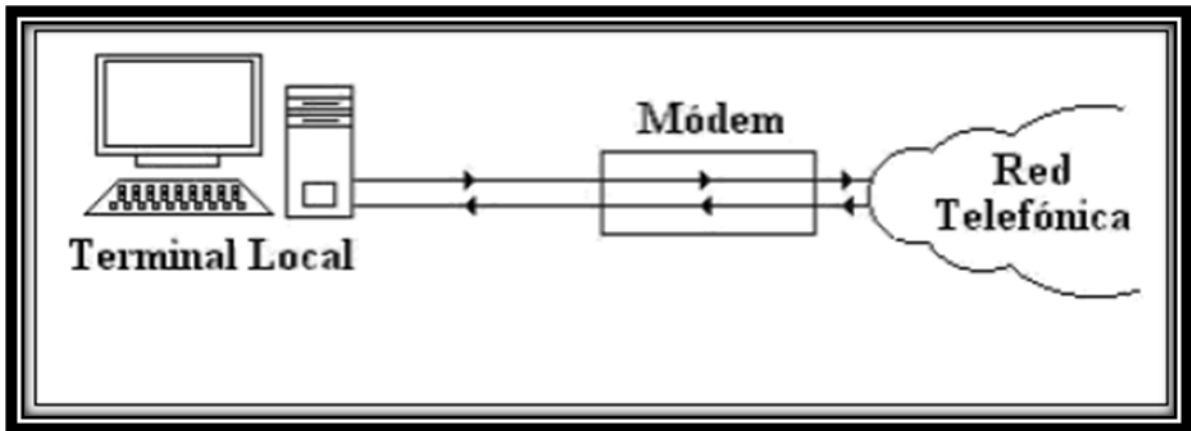


Figura III.24 Modo en línea⁵¹

Comúnmente cuando se realiza una conexión mediante un módem telefónico con otra terminal se utilizan programas que tiene una interfaz amigable y la mayoría de los comandos que el software de comunicación le ingresa al módem es transparente al usuario así ver en detalle los comandos Hayes ayuda a entender como es en sí este tipo de comunicación.

Formato de los comandos

La mayoría de los comandos Hayes empieza con la secuencia "AT", siendo las excepciones el comando "A" que repite el último comando introducido y la secuencia triple del carácter de escape. Los otros comandos luego de la secuencia "AT" siguen con las letras del alfabeto. Además, muchos de ellos necesitan a continuación un valor numérico, que en el caso que no se escriba se tomará como que dicho valor es cero. Por ejemplo, la función "ECO" permite que el módem envíe a la terminal el mismo carácter que recibe de ella y procesa.

⁵¹ <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/166/3/Capitulo%202.pdf>

De esta forma el operador de la terminal puede visualizar en pantalla lo que está enviando el módem, la secuencia ATE1 activa esta función y la ATE0 ó ATE(al no escribir el valor numérico el módem lo toma como que es cero) la desactiva. A medida que se fueron requiriendo más funciones en los módems se tuvo la necesidad de agregar más comandos a los que se los denomina extendidos y tienen la forma AT&X dónde “&” indica que el comando X es extendido, consecuentemente cada fabricante introdujo otros que no fueron estándares y cumplían funciones especiales, no todos los módems responderán a estos comandos.

Básicamente a los comandos se los divide en cuatro grupos:

Comandos básicos (AT...).- Estos comandos fueron los que inicialmente fueron definidos y cumplen funciones elementales.

Comandos de registro (ATSi=, ó ATSi?).- Modifican los valores de los registros internos del módem o solicitan sus valores.

Comandos Extendidos (AT&...).- Son comandos adicionales que se agregaron posteriormente a las definiciones de los comandos básicos, generalmente cumplen funciones poco complejas que los básicos.

Comandos propietarios (AT/...).- Estos comandos son definidos por el fabricante del equipo.

Sintaxis de los comandos

La sintaxis de los comandos se detalla en la figura:

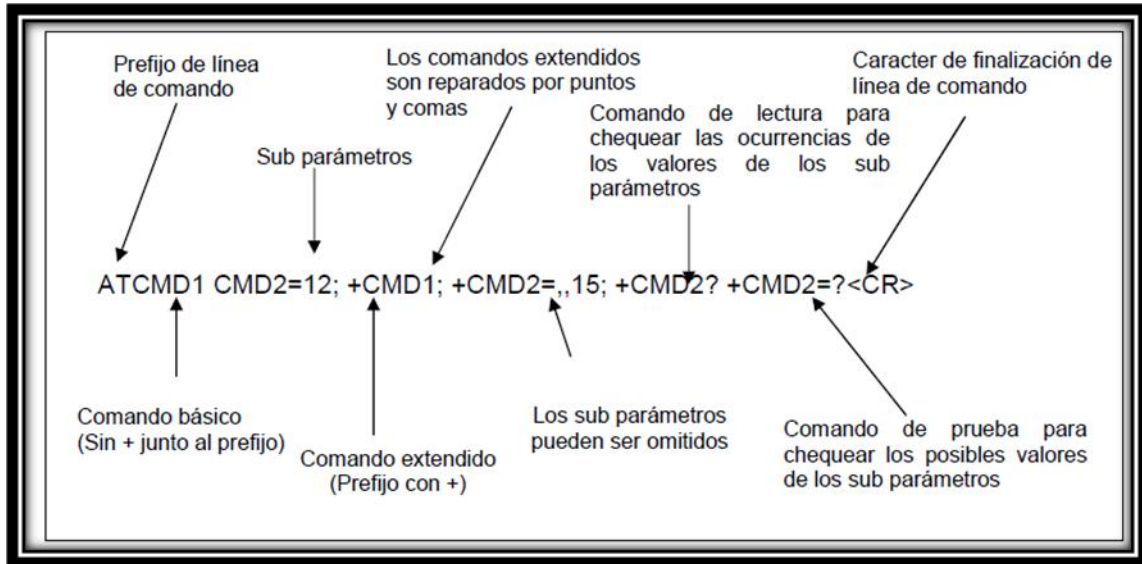


Figura III.25 Sintaxis de los comandos⁵²

Comandos AT más utilizados

La lista presentada a continuación muestra los comandos AT que son utilizados en el desarrollo de aplicaciones GSM, a estos comandos se los debe anteponer AT.

⁵² <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/166/3/Capitulo%202.pdf>

Tabla III.5 Comandos AT⁵³

Comando	Descripción
A	Responder la llamada entrante
A/	Repetir el último comando (no se le antepone AT)
D	Configura la forma de mercado: T (por tonos), P (por pulsos)
E	Deshabilita el eco para la terminal
E1	Habilita el eco
H	Cuelga llamada
I	Pedido de información
L	Regula el volumen del silencio de salida del módem
O	Retorna al modo En Línea desde el modo Comando.
Q	Configuración para mostrar los resultados.
Q1	Hace que el módem no arroje resultados de las operaciones.
Sn?	Pregunta por el valor del registro n
V	El módem devuelve resultados numéricos
V1	El módem devuelve resultados con palabras
X	Reporta los códigos básicos de conexión.
X1	Ídem al interior y agrega la velocidad de la conexión
X2	Ídem al interior y además detecta tono de marcado
X3	Ídem X1 y además es capaz de detectar tono de ocupado
X4	El módem reporta y detecta todos los acontecimientos anteriores.
Z	Se resetea la configuración del módem con los datos del perfil 0
Z1	Se resetea la configuración del módem con los datos del perfil 1
W	Envía códigos de progreso de la negociación
+++	Carácter de escape para volver al modo comando estando en modo en línea sin colgar la comunicación.

⁵³ <http://www.etitudela.com/fpm/comind/downloads/apendicedecomandosat.pdf>

Comandos extendidos

Tabla III.6 Comandos extendidos⁵⁴

Comando	Descripción
&C	Mantiene activa la señal de "Carrier Detect" (contra el otro el módem).
&C1	Detecta e indica "Carrier Detect" (contra el otro módem).
&D	Ignora la señal de "Data Terminal Ready".
&D1	Si DTR se desactiva el módem para a modo comando.
&D2	El módem cuelga la comunicación si el DTR cae.
&D3	El módem cuelga, se resetea y vuelve a modo comando si cae el DTR
&F	Carga el perfil de configuración de fábrica 0.
&F1	Carga el perfil de configuración de fábrica 1(IBM-PC compatible).
&F2	Carga el perfil de configuración de fábrica 2(MAC compatible).
&F3	Carga el perfil de configuración de fábrica 3(MAC compatible).
&K	Deshabilita el control local de flujo.
&K1	Habilita el control local de flujo por hardware (RTS/CTS).
&Q	Deshabilita el control de errores.
&Q5	Selecciona el control de errores V.42 (necesita control de flujo).
&Q8	Selecciona una corrección de errores alternativa: MNP.
&Q9	Condiciona la compresión: si está activo la V.42 bis desactiva el MNP5.
&U	Habilita la modulación Trellis según la norma V.32
&V	Muestra la configuración activa.
&W	Guarda la configuración actual en el perfil 0.
&Y	Hace que el perfil 0 sea el activo cuando se prende el equipo.

⁵⁴ <http://www.etitudela.com/fpm/comind/downloads/apendicedecomandosat.pdf>

Comandos AT propietarios

Tabla III.7 Comandos AT propietarios⁵⁵

Comando	Descripción
%C	Deshabilita la compresión de los datos.
%C1	Habilita la compresión MNP5.
%C2	Habilita la V.42 bis
%C3	Habilita la MNP5 y la V.42 bis

3.6.2. CÓDIGO ASCII

Al momento de intercambiar información los datos pueden estar codificados en diferentes formatos, usualmente se los encuentran en código Ascii y Hexadecimal. Es así que al emplear el Módem los comandos y datos a ser enviados deben ser tratados previamente en registros internos del PLC hasta formar la secuencia completa “comando AT + parámetro”, motivo por el cual es necesario estudiar el código Ascii.

ASCII (acrónimo inglés de American Standard Code for Information Interchange - Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información), es un código de caracteres basado en el alfabeto latino, fue creado en 1963 por el

⁵⁵ <http://www.etitudela.com/fpm/comind/downloads/apendicedecomandosat.pdf>

Comité Estadounidense de Estándares (ASA, conocido desde 1969 como el Instituto Estadounidense de Estándares Nacionales, o ANSI).

Emplea 8 bits para representar los caracteres, aunque inicialmente empleaba un bit adicional (bit de paridad) que se usaba para detectar errores en la transmisión.

Casi todos los sistemas informáticos actuales utilizan el código ASCII o una extensión compatible para representar textos y para el control de dispositivos que manejan texto.

El código ASCII reserva los primeros 32 códigos (numerados del 0 al 31 en decimal) para caracteres de control: códigos no pensados originalmente para representar información imprimible, sino para controlar dispositivos (como impresoras) que usaban ASCII. Por ejemplo, el carácter 10 representa la función "nueva línea" (line feed), que hace que una impresora avance el papel, y el carácter 27 representa la tecla "escape" que a menudo se encuentra en la esquina superior izquierda de los teclados comunes.⁵⁶

⁵⁶ <http://es.wikipedia.org/wiki/ASCII>

Tabla III.8 Código ASCII

Binario	Decimal	Hexadecimal	Representación
0010 0000	32	20	espacio ()
0010 0001	33	21	!
0010 0010	34	22	"
0010 0011	35	23	#
0010 0100	36	24	\$
0010 0101	37	25	%
0010 0110	38	26	&
0010 0111	39	27	'
0010 1000	40	28	(
0010 1001	41	29)
0010 1010	42	2A	*
0010 1011	43	2B	+
0010 1100	44	2C	,
0010 1101	45	2D	-
0010 1110	46	2E	.
0010 1111	47	2F	/
0011 0000	48	30	0
0011 0001	49	31	1
0011 0010	50	32	2
0011 0011	51	33	3
0011 0100	52	34	4
0011 0101	53	35	5
0011 0110	54	36	6
0011 0111	55	37	7
0011 1000	56	38	8
0011 1001	57	39	9
0011 1001	58	3A	:
0011 1011	59	3B	;
0011 1100	60	3C	<
0011 1101	61	3D	=
0011 1110	62	3E	>

Binario	Decimal	Hexadecimal	Representación
0011 1111	63	3F	?
0100 0000	64	40	@
0100 0001	65	41	A
0100 0010	66	42	B
0100 0011	67	43	C
0100 0100	68	44	D
0100 0101	69	45	E
0100 0110	70	46	F
0100 0111	71	47	G
0100 1000	72	48	H
0100 1001	73	49	I
0100 1001	74	4A	J
0100 1011	75	4B	K
0100 1100	76	4C	L
0100 1101	77	4D	M
0100 1110	78	4E	N
0100 1111	79	4F	O
0101 0000	80	50	P
0101 0001	81	51	Q
0101 0010	82	52	R
0101 0011	83	53	S
0101 0100	84	54	T
0101 0101	85	55	U
0101 0110	86	56	V
0101 0111	87	57	W
0101 1000	88	58	X
0101 1001	89	59	Y
0101 1010	90	5A	Z
0101 1011	91	5B	[
0101 1100	92	5C	\
0101 1101	93	5D]

Tabla III.9 Código ASCII (continuación)⁵⁷

Binario	Decimal	Hexadecimal	Representación
0101 1110	94	5E	^
0101 1111	95	5F	_
0110 0000	96	60	`
0110 0001	97	61	a
0110 0010	98	62	b
0110 0011	99	63	c
0110 0100	100	64	d
0110 0101	101	65	e
0110 0110	102	66	f
0110 0111	103	67	g
0110 1000	104	68	h
0110 1001	105	69	i
0110 1010	106	6A	j
0110 1011	107	6B	k
0110 1100	108	6C	l
0110 1101	109	6D	m
0110 1110	110	6E	n

Binario	Decimal	Hexadecimal	Representación
0110 1111	111	6F	o
0111 0000	112	70	p
0111 0001	113	71	q
0111 0010	114	72	r
0111 0011	115	73	s
0111 0100	116	74	t
0111 0101	117	75	u
0111 0110	118	76	v
0111 0111	119	77	w
0111 1000	120	78	x
0111 1001	121	79	y
0111 1010	122	7A	z
0111 1011	123	7B	{
0111 1100	124	7C	
11 1101	125	7D	}
0111 1110	126	7E	~

3.7. SOFTWARE TWIDOSUITE

TwidoSuite es un entorno de desarrollo gráfico, lleno de funciones para crear, configurar y mantener aplicaciones de automatización para los autómatas programables Twido de Telemecanique. TwidoSuite permite crear programas con

⁵⁷ <http://es.wikipedia.org/wiki/ASCII>

distintos tipos de lenguaje, después de transferir la aplicación para que se ejecute en un autómata.

TwidoSuite es un programa basado en Windows de 32 bits para un ordenador personal (PC) que se ejecuta en los sistemas operativos Microsoft Windows 2000 y XP Professional.



Figura III.26 Plataforma TWIDOSUITE⁵⁸

Las principales funciones del software TwidoSuite son:

- Interface de usuario intuitiva y orientada a proyectos.
- Diseño de software sin menús. Las tareas y funciones del paso seleccionado de un proyecto siempre se encuentran visibles.
- Soporte de programación y configuración.
- Comunicación con el autómata.

⁵⁸ http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

- Ayuda de primera mano acerca del nivel de tareas que ofrece enlaces relevantes a la ayuda en línea.

3.7.1. REQUISITOS MÍNIMOS Y RECOMENDADOS

La configuración mínima necesaria para utilizar TwidoSuite es la siguiente:

- Se recomienda un equipo compatible con PC y procesador Pentium a 466 MHz o superior.
- 128 MB de RAM o más
- 100 MB de espacio libre en el disco duro.
- Sistema operativo: Windows 2000 o Windows XP

3.7.2. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN TWIDOSUITE

El TwidoSuite es un software de programación utilizado para la configuración, programación y depuración de la gama de controladores programables Twido.

El TwidoSuite es un software gratuito que se puede descargar desde la página del ISEFONLINE, a través de la siguiente dirección.

Para comenzar la instalación, abrir el archivo ejecutable que previamente se ha descargado.

Aparecerá una ventana flotante con la información de los derechos usuario de la licencia del software TwidoSuite, la aceptamos pulsando el botón "Accept".

Una vez aceptada la licencia, se abre una ventana nueva donde se puede colocar la ruta donde se quiere descomprimir el instalador. Cuando se haya especificado la ruta, pulsar el botón “Install” para comenzarla descomprimir el archivo.

Abrimos la ruta especificada donde se ha creado la carpeta de instalación y pulsamos sobre el icono “Setup”, que mostrará la ventana inicial de instalación.

Durante el proceso de instalación, tendremos que aceptar el contrato de licencia, colocar el nombre de vuestra organización, especificar la ruta donde se desea instalar el programa, si deseamos colocar un icono en el escritorio o en la barra de inicio rápido y desde que carpeta de la barra de programas se desea colocar el software.

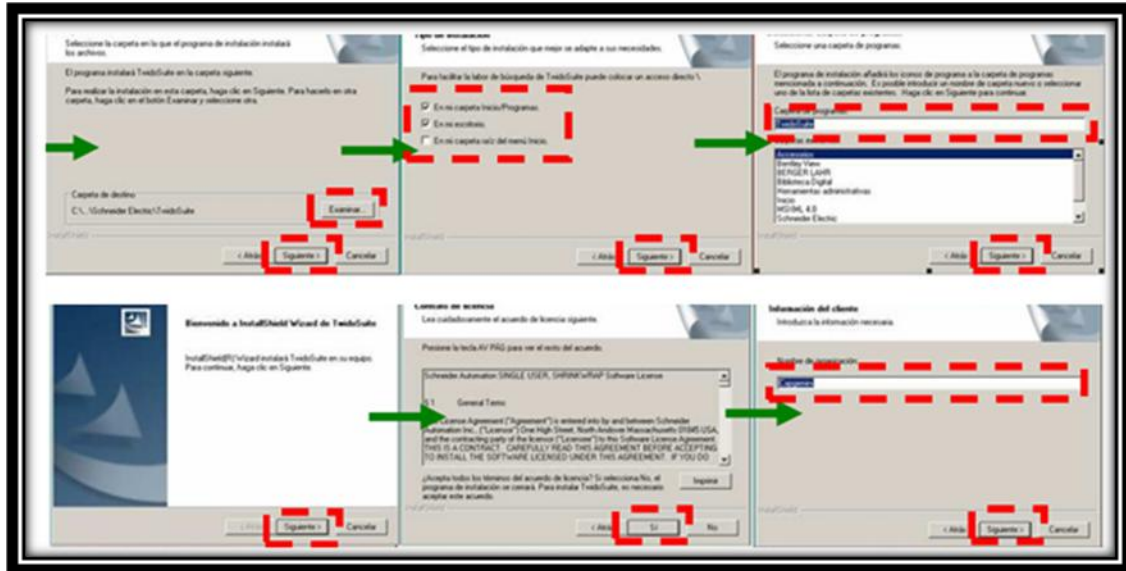


Figura III.27 Ventanas del proceso de instalación de TWIDOSUITE⁵⁹

⁵⁹ http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

3.7.3. OPERACIONES BÁSICAS

3.7.3.1. PANTALLA INICIAL DE TWIDOSUITE

Se abrirá la pantalla inicial de Twidosuite, y aparecen tres opciones principales:

Modo “Programación”: Modo estándar para la creación de una aplicación.

Modo “Vigilancia”: Este modo nos permite conectarse a un autómata en modo vigilancia, donde podrá comprobar su funcionamiento sin necesidad de sincronizar su aplicación con la que hay cargada en la memoria del autómata.

Actualización de autómatas: Es un programa que indica todos los pasos necesarios para actualizar el Firmware Executive del controlador programable Twido.



Figura III.28 Pantalla inicial de TWIDOSUITE⁶⁰

⁶⁰ http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

3.7.3.2. INSERCIÓN DE INSTRUCCIONES BÁSICAS

Para la inserción de las instrucciones básicas se dispone de una paleta de Ladder para que la inserción de las instrucciones básicas sea lo más rápida posible.

Las instrucciones más utilizadas en un programa ladder son:

- Contacto normalmente abierto
- Contacto normalmente cerrado
- Bobina
- Bloque de comparación
- Temporizadores
- Contadores

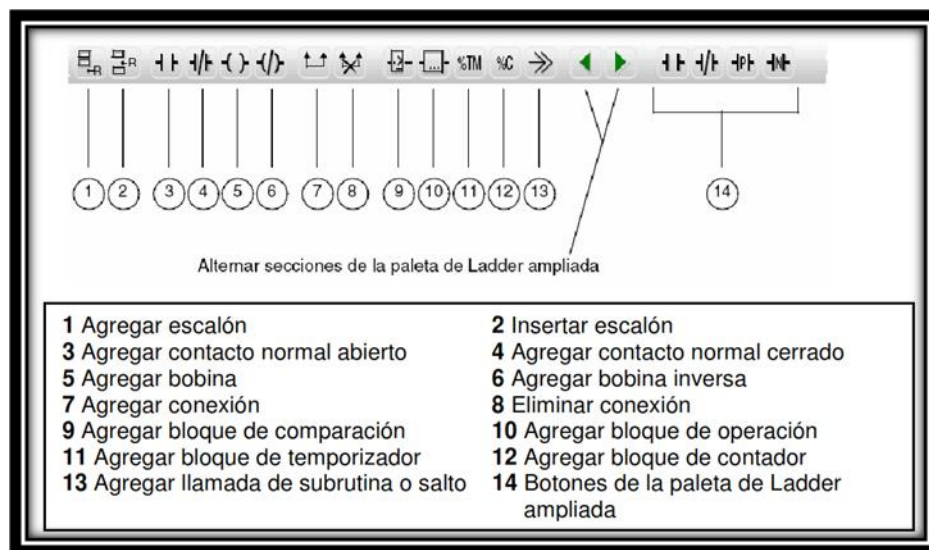


Figura III.29 Paleta de Ladder⁶¹

⁶¹ http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

Detección de flanco ascendente: La instrucción LDR (Cargar flanco ascendente) equivale a un contacto de detección de flanco ascendente. El flanco ascendente detecta el cambio del valor de entrada de 0 a 1.

Se utiliza un contacto de detección de transición positiva para detectar un flanco ascendente como se muestra en el siguiente diagrama.

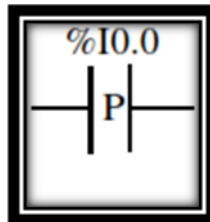


Figura III.30 Contacto de detección de transmisión positiva⁶²

Bloque de función del temporizador (%Tmi): Existen tres tipos de bloques de función del temporizador:

- TON (temporizador de retraso durante el ajuste): este tipo de temporizador permite gestionar los retrasos durante el ajuste.
- TOF (temporizador de retraso durante el restablecimiento): este tipo de temporizador permite gestionar los retrasos durante el restablecimiento.
- TP (pulso de temporizador): utilice este tipo de temporizador para generar pulsos de duración determinada.

⁶² <http://es.scribd.com/doc/56186254/Manual-Twido-1>

Los retrasos o períodos de pulsos de los temporizadores se pueden programar y modificar mediante TwidoSoft.⁶³

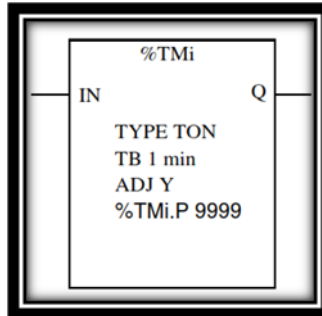


Figura III.31 Bloque de función del temporizador⁶⁴

Asignación de cadenas de bits: Las operaciones se pueden llevar a cabo en las cadenas de bits siguientes

- Cadena de bits
- Cadena de bits
- Palabra o palabra doble (indexada)
- Valor inmediato

⁶³ <http://es.scribd.com/doc/56186254/Manual-Twido-1>

⁶⁴ <http://es.scribd.com/doc/56186254/Manual-Twido-1>

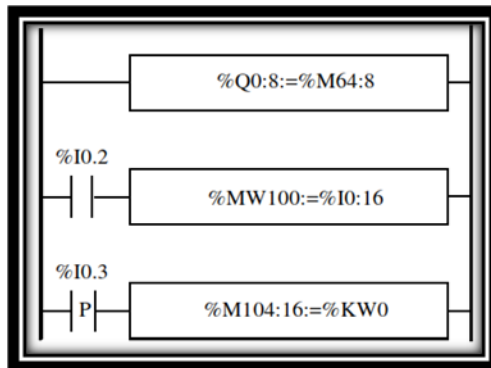


Figura III.32 Asignaciones de cadenas de bits⁶⁵

Normas de uso:

- Para la asignación de cadena de bits -> palabra: los bits de la cadena se transfieren a la palabra comenzando por la derecha (primer bit de la cadena al bit 0 de la palabra), y los bits de palabra no implicados en la transferencia (longitud =16) se ponen a 0.
- Para la asignación de palabra -> cadena de bits: los bits de palabra se transfieren desde la derecha (bit de palabra 0 al primer bit de la cadena).

Instrucciones de comparación: Las instrucciones de comparación se utilizan para comparar dos operandos.

En la tabla siguiente se enumeran los diferentes tipos de instrucciones de comparación.

Tabla III.10 Tipos de instrucciones de comparación⁶⁶

⁶⁵<http://es.scribd.com/doc/56186254/Manual-Twido-1>

Instrucción	Función
>	Comprueba si el operando 1 es mayor que el operando 2.
>=	Comprueba si el operando 1 es mayor o igual que el operando 2.
<	Comprueba si el operando 1 es menor que el operando 2.
<=	Comprueba si el operando 1 es menor o igual que el operando 2.
=	Comprueba si el operando 1 es igual que el operando 2.
<>	Comprueba si el operando 1 es distinto que el operando 2.

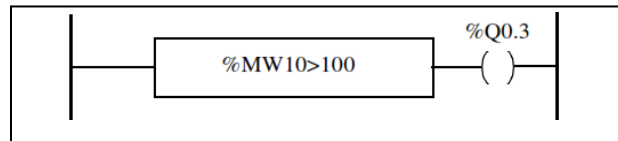


Figura III.33 Instrucción de comparación⁶⁷

3.7.4. COMUNICACIONES DEL PLC UTILIZANDO EL PROTOCOLO ASCII

El protocolo ASCII proporciona a los controladores Twido un protocolo de modo de caracteres semidúplex simple que permite transferir o recibir datos mediante un simple dispositivo. Este protocolo se admite mediante la instrucción EXCHx y se controla mediante el bloque de función %MSGx.

Se pueden utilizar los tres tipos de comunicaciones siguientes con el protocolo ASCII:

- Sólo transmisión
- Transmisión/recepción
- Sólo recepción

⁶⁶ <http://es.scribd.com/doc/56186254/Manual-Twido-1>

⁶⁷ <http://es.scribd.com/doc/56186254/Manual-Twido-1>

3.7.4.1. CONFIGURACIÓN DE LA TABLA DE ENVÍO/RECEPCIÓN PARA EL MODO ASCII

El tamaño máximo de las tramas enviadas o recibidas es de 256 bytes. La tabla de palabras asociada a la instrucción EXCHx está formada por tablas de control de envío y de recepción.⁶⁸

Tabla III.11 Tabla de envío/recepción⁶⁹

	Byte más significativo	Byte menos significativo
Tabla de control	Comando	Longitud (envío/recepción)
	Reservados (0)	Reservados (0)
Tabla de envío	Byte 1 enviado	Byte 2 enviado

	...	Byte n enviado
	Byte n+1 enviado	
Tabla de recepción	Byte 1 recibido	Byte 2 recibido

	...	Byte p recibido
	Byte p+1 recibido	

⁶⁸ <http://es.scribd.com/doc/56186254/Manual-Twido-1>

⁶⁹ <http://es.scribd.com/doc/56186254/Manual-Twido-1>

Tabla de control: El byte longitud contiene la longitud de la tabla de envío en bytes (250 máx.), sobrescrita por el número de caracteres recibidos al final de la recepción, en caso de que ésta se solicite.

El byte de comando debe contener uno de los siguientes elementos:

- 0: sólo envió
- 1: envío/recepción
- 2: sólo recepción

Tablas de envío/recepción: En el modo de sólo envió, las tablas de control y de envío se completarán antes de la ejecución de la instrucción EXCHx y pueden ser de tipo %KW o %MW. No se necesita ningún espacio para recibir los caracteres en el modo de sólo envió. Una vez que se han enviado todos los bytes, %MSGx.D se establece en 1 y se puede ejecutar una nueva instrucción EXCHx.

En el modo de envío o recepción, las tablas de control y de envío se completarán antes de la ejecución de la instrucción EXCHx y deben ser de tipo %MW. Se necesita espacio para un máximo de 256 bytes de recepción al final de la tabla de envío. Una vez que se han enviado todo los bytes, el controlador Twido cambia al modo de recepción y está preparado para recibir bytes.

En el modo de sólo recepción, la tabla de control se completará antes de la ejecución de la instrucción EXCHx y debe ser de tipo %MW. Se necesita espacio para un máximo de 256 bytes de recepción al final de la tabla de control. El

controlador Twido pasa inmediatamente al modo de recepción y está preparado para recibir bytes.

La recepción finaliza una vez que se recibe el último byte utilizado para la trama o se llena la tabla de recepción. En este caso, aparece un error (desbordamiento en tabla de recepción) en la palabra %SW63 y %SW64. Si se configura un timeout diferente a cero, la recepción finaliza cuando termina el timeout. Si selecciona un timeout de valor cero, no habrá ningún timeout de recepción. Por lo tanto, para detener la recepción, deberá activar la entrada %MSGx.R.⁷⁰

3.7.4.2. INTERCAMBIO DE MENSAJES

El lenguaje le ofrece dos servicios de comunicación:

- Instrucción EXCHx: para enviar/recibir mensajes.
- Bloque de función %MSGx: para controlar los intercambios de mensajes.

Instrucción EXCHx: La instrucción EXCHx permite al controlador Twido enviar o recibir información dirigida o procedente de dispositivos ASCII. El usuario define una tabla de palabras (%MWi:L o %KW:L) que contiene información de control y los datos que se van a enviar o recibir (hasta 256 bytes en el envío o la recepción).

El formato de la tabla de palabras se describe en secciones anteriores.

Los intercambios de mensajes se realizan mediante la instrucción EXCHx.

⁷⁰ <http://es.scribd.com/doc/56186254/Manual-Twido-1>

Sintaxis: [EXCHx %MWi:L]

donde: x = número de puerto (1 ó 2)

L = número de palabras en la tabla de palabras de control y en las tablas de envío y recepción.

El controlador Twido debe finalizar el intercambio de la primera instrucción EXCHx antes de que se ejecute una segunda. Se debe utilizar el bloque de función %MSGx cuando se envíen varios mensajes. El procesamiento de la instrucción de lista EXCHx se produce inmediatamente, con todos los envíos iniciados bajo control de interrupción (la recepción de datos también se encuentra bajo el control de interrupción), lo que se considera procesamiento de fondo.

Bloque de función %MSGx: El uso del bloque de función %MSGx es opcional; puede utilizarse para gestionar los intercambios de datos. El bloque de función %MSGx tiene tres propósitos:

- **Comprobación de errores de comunicación:** La comprobación de errores verifica que el parámetro L (longitud de la tabla de palabras) programado con la instrucción EXCHx sea lo suficientemente grande como para contener la longitud del mensaje que se va a enviar. Ésta se compara con la longitud programada en el byte menos significativo de la primera palabra de la tabla de palabras.
- **Coordinación de varios mensajes:** Para asegurar la coordinación cuando se envían varios mensajes, el bloque de función %MSGx proporciona la

información requerida para determinar el momento en que ha finalizado el envío del mensaje anterior.

- **Envío de mensajes prioritarios:** El bloque de función %MSGx permite detener el envío del mensaje actual para permitir el envío inmediato de un mensaje urgente.⁷¹

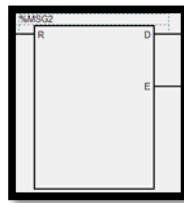


Figura III.34 Función %MSGx⁷²

El bloque de función %MSGx tiene una entrada y dos salidas asociadas:

Figura III.35 Bloque de función %MSGx⁷³

Entrada/salida	Definición	Descripción
R	Restablecer entrada	Ajuste a 1: reinicia la comunicación o el bloque (%MSGx.E = 0 y %MSGx.D = 1).
%MSGx.D	Comunicación completa	0: solicitud en curso. 1: comunicación finalizada si se produce el final del envío, se recibe el carácter final, se produce un error o se restablece el bloque.
%MSGx.E	Error	0: longitud del mensaje y enlace correctos. 1: si hay un comando no válido, la tabla se configura de forma incorrecta, se recibe un carácter incorrecto (velocidad, paridad, etc.) o la tabla de recepción está llena.

⁷¹ <http://es.scribd.com/doc/56186254/Manual-Twido-1>

⁷² <http://es.scribd.com/doc/56186254/Manual-Twido-1>

⁷³ <http://es.scribd.com/doc/56186254/Manual-Twido-1>

3.8. HMI (Interfaz Hombre Máquina)

3.8.1. INTRODUCCIÓN

HMI significa “Human Machine Interface”, es decir es el dispositivo o sistema que permite interactuar entre la persona y la máquina, entregando al usuario u operador del sistema de control la manera fácil, rápida de relacionarse con el proceso, su aparición surge con la necesidad de estandarizar la manera de monitorizar y de controlar múltiples sistemas remotos, PLC's y otros mecanismos de control.

Los sistemas HMI se los pueden comprender como la “ventana” de un proceso, la misma que puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora, es así que en computadoras se los conoce también como software HMI o de monitoreo y control de supervisión.

Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como; luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso.

En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementados con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI más

poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas.

Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la computadora, PLC'S (controladores lógicos programables), RTU (unidades remotas de I/O) o DRIVER`S; todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

Un HMI puede tener también vínculos con una base de datos para proporcionar las tendencias, los datos de diagnóstico y manejo de la información así como un cronograma de procedimientos de mantenimiento, información logística, esquemas detallados para un sensor o máquina en particular.

3.8.2. SOFTWARE HMI

Al igual que en los terminales de operador, se requiere de una herramienta de diseño o desarrollo, la cual se usa para configurar la aplicación deseada, y luego debe quedar corriendo en el PC un software de ejecución (Run Time).

Permite las siguientes funciones:

Monitoreo: Es la Habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real, estos datos se pueden mostrar como números, texto gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar.

Supervisión: Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.

Alarmas: Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlos, las alarmas son reportadas basadas en límites de control preestablecidos.

Control: Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites, control va más allá de supervisión removiendo la necesidad de la interacción humana. Sin embargo la aplicación de ésta función desde un software corriendo en una PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.

Históricos: Es la capacidad de muestrear y almacenar en archivos, datos del proceso a una determinada frecuencia. Este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos.

Por otro lado, este software puede comunicarse directamente con los dispositivos externos (proceso) o bien hacerlo a través de un software especializado en la comunicación (OPC).

Ejemplos de Software empleados para el desarrollo de una HMI:

- Aimax, de Desin Instruments S. A.
- CUBE, Orsi España S. A.
- FIX, de Intellution.
- Lookout, National Instruments.
- Monitor Pro, de Schneider Electric.

- SCADA InTouch, de LOGITEK.
- SYSMAC SCS, de Omron.
- Scatt Graph 5000, de ABB.
- WinCC, de Siemens.

3.8.3. APLICACIONES DE LAS HMI

Las HMI son ampliamente utilizadas en la sociedad actual, su uso puede ir desde el control de un video juego hasta el control de una planta de producción. Para controlar una misma aplicación se pueden utilizar diferentes tipos de HMI solo que unos proveen un mejor control e interfaz que otros.

Así se tiene una gran aplicación como son las interfaces BCI o Brain computer interface (BCI), que es cualquier sistema de comunicación que traduce las intenciones del usuario, registradas a partir de las señales eléctricas, magnética, térmicas o químicas que genera el cerebro humano, en órdenes que son interpretadas y ejecutadas por una máquina u ordenador. De ésta forma, un sistema BCI crea un nuevo canal que permite a los usuarios interactuar con su entorno únicamente mediante su actividad cerebral sin utilizar por tanto el sistema nervioso periférico ni, por lo mismo el sistema muscular.

Uno de los objetivos para los cuales se desarrollo un sistema BCI, es para permitir a las personas con alguna discapacidad física poder controlar algún dispositivo electrónico como ordenadores, brazos robóticos o algún sistema mecatrónico.

3.9. SOFTWARE LOOKOUT DE NATIONAL INSTRUMENTS

Lookout de National Instruments es el software HMI/SCADA más fácil de usar en el mercado. Lookout es un software que le permite fácilmente crear poderosas aplicaciones de monitoreo y control de procesos. Con Lookout, el desarrollo de su interface hombre-máquina le toma menos tiempo permitiéndole ahorrar sustancialmente en el costo total de su proyecto. Estas son algunas de las características que lo hacen especial:

Arquitectura basada en objetos

- Conexión en red
- Productividad garantizada

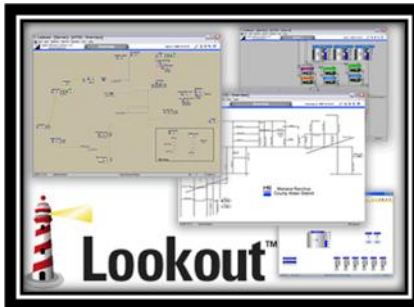


Figura III.36 Software Lookout⁷⁴

FUNCIONES DE LOOKOUT

- Desempeño confiable para diversas aplicaciones

⁷⁴ <http://www.destekinc.com/default.asp?ild=KEIMI>

- Conectividad a nivel empresa (MES/ERP)
- Conectividad abierta
- Herramientas de manejo de datos
- Generación de reportes
- Visualización
- Control supervisorio
- Manejo de eventos
- Configuración en línea
- Loggeo distribuido
- Alarmas y eventos distribuidos
- Seguridad
- Redundancia
- Tendencias y gráficas
- SPC

EXPRESIONES Y FORMULAS

- Funciones lógicas (Booleanas): and, false, lif, nif, not, or, tif, true, xor
- Funciones look-up: lchoose, nchoose, tchoose
- Funciones matemáticas: abs, exp, fact, int, ln, log, log10, mod, pi, product, rand, round, sign, sqrt, trunk
- Funciones estadísticas: avg, max, min, stdev, stdevp, sum, var, varp
- Funciones de texto: exact, find, fixed, left, len, lower, mid, proper, replace, rept, right, search, text, trim, upper

INTERFAZ DE USUARIO

Valores del Conector de Navegación: los usuarios pueden observar los valores de las entradas y salidas y otras expresiones desde la conexión al navegador para ayudar a resolver problemas del proceso.

Características de Cortar y Pegar: similar a las aplicaciones de Windows, facilita copiar objetos entre carpetas.

Paleta de colores: los usuarios acceden a una paleta de más de dieciséis millones de colores.

Texto multilínea: el cuadro de texto y los cuadros de expresiones toleran múltiples líneas de texto para manejar más fácilmente mensajes largos o rutas

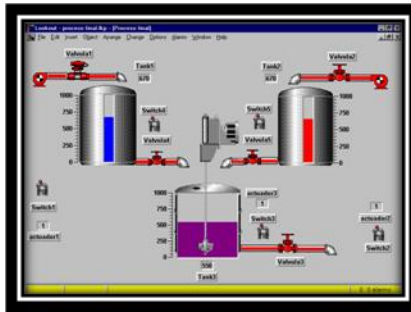


Figura III.37 Interfaz de usuario⁷⁵

Lookout consiste principalmente en objetos, conexiones y servicios. Desarrollar una aplicación en este programa es cuestión de crear, configurar y conectar objetos.

Los servicios que ofrece mantienen conexiones entre la computadora y varios PLC u otros controladores; entre la computadora y varios sensores; y entre una y otra computadora.

⁷⁵ <http://www.ing.ula.ve/~jesusc/Page5.html>

CAPITULO IV

DESARROLLO Y APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1. CONFIGURACION DEL MÓDEM GSM Y EL PLC TWIDO 20DTK

La configuración del módulo GSM y del PLC Twido se efectúan con el uso de la herramienta TwidoSuite, para ello se deben realizar los siguientes pasos:

- En el menú principal, seleccionar “Programing Mode”, que permitirá configurar y diseñar el programa de control. En el Administrador de Proyectos crear un nuevo proyecto ingresando la información requerida.



Figura IV.1 Menu principal de TwidoSuite⁷⁶

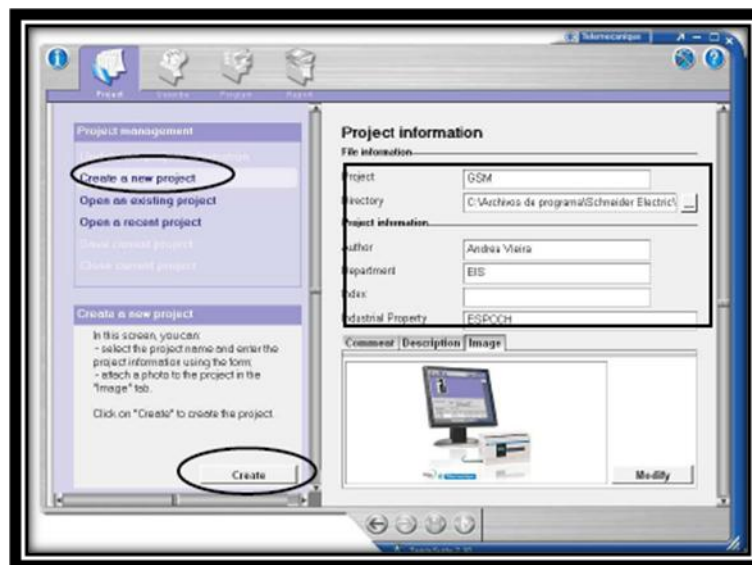


Figura IV.2 Creación de un nuevo programa⁷⁷

⁷⁶ <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/113/1/18T00401.pdf>

⁷⁷ <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/113/1/18T00401.pdf>

- En el submenú “Describe” se seleccionan los elementos a usar, que aparecen en el catalogo del programa. Para la configuración del PLC Twido 20DTK se seleccionan los siguientes elementos.

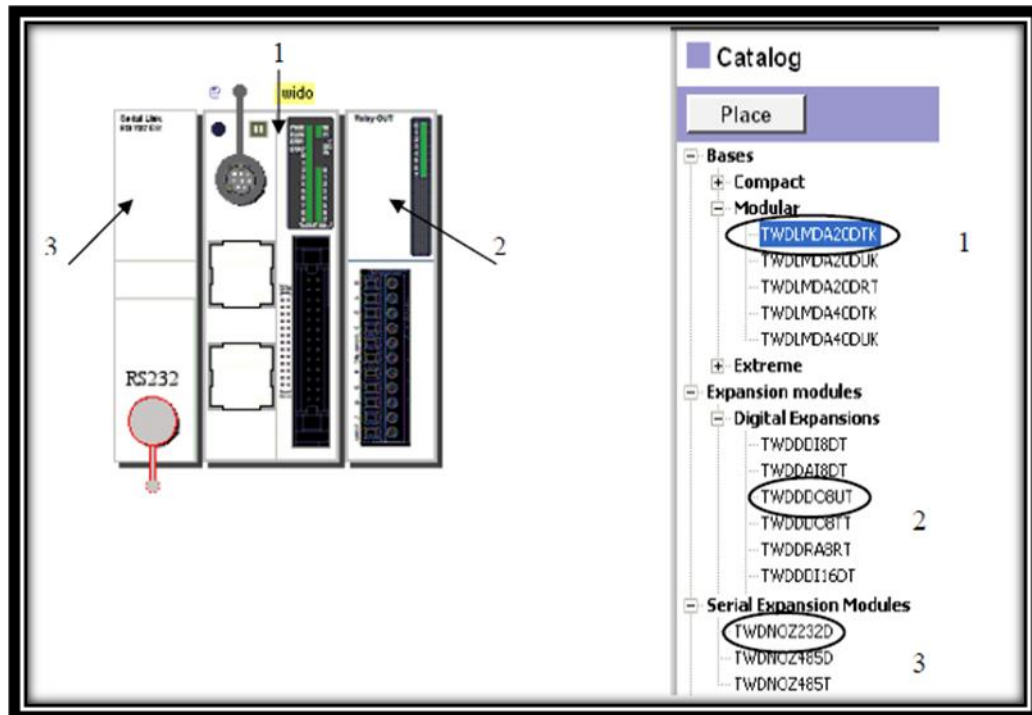


Figura IV.3 Módulos del PLC Twido 20DTK⁷⁸

- En el módulo de expansión Serial TWDNOZ232D se debe configurar como ASCII el tipo de protocolo con el que se trabajará.

⁷⁸ <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/113/1/18T00401.pdf>

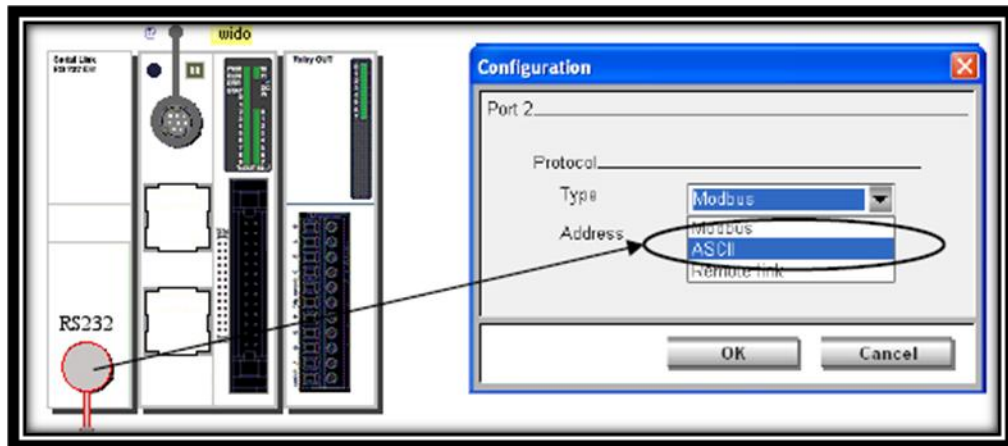


Figura IV.4 Configuración del módulo TWDNOZ232D⁷⁹

- Para efectuar la conexión del PLC con el módem GSM, se selecciona del Catalogo un elemento genérico ASCII.

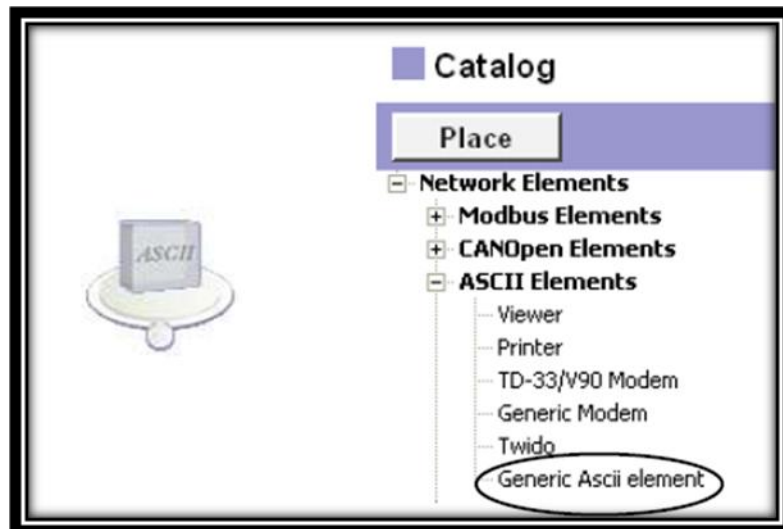


Figura IV.5 Elemento genérico ASCII⁸⁰

⁷⁹ <http://dSPACE.espace.edu.ec/bitstream/123456789/113/1/18T00401.pdf>

⁸⁰ <http://dSPACE.espace.edu.ec/bitstream/123456789/113/1/18T00401.pdf>

- Finalmente al efectuar la conexión del PLC con el elemento genérico ASCII tales parámetros deben ser establecidos en el puerto de comunicación SR232 del PLC, tal como se muestra a continuación

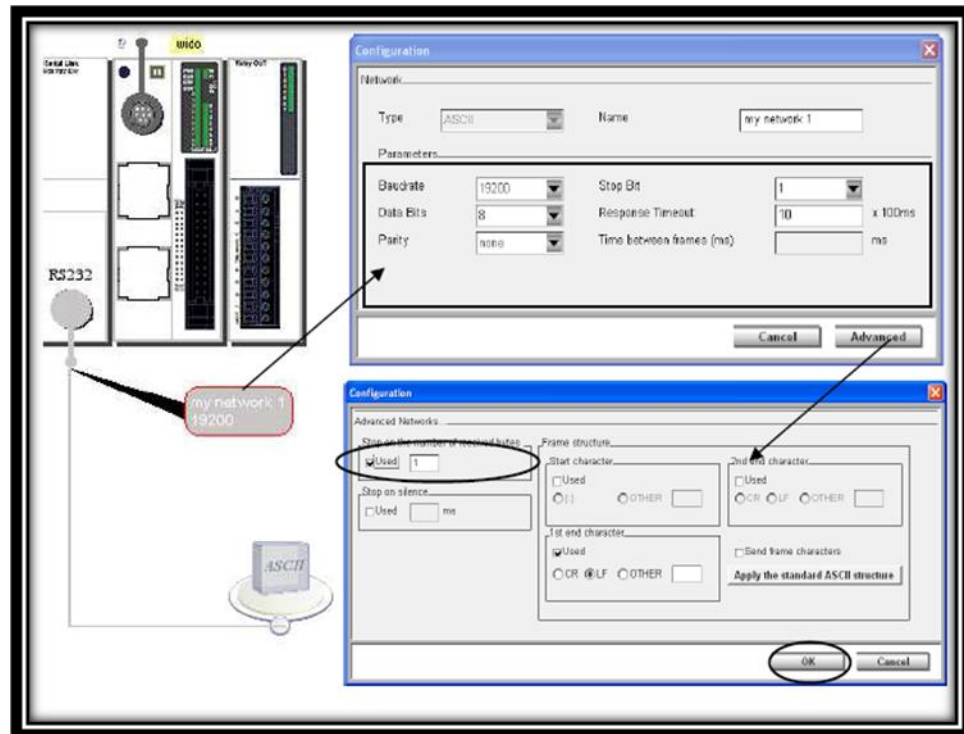


Figura IV.6 Elemento genérico ASCII⁸¹

4.2. FASE DE IMPLEMENTACIÓN

Una vez modelado el sistema, se procede a la construcción e implementación del mismo. Esta fase se centra en crear una aplicación que permita el control y diagnóstico remoto de un MPS a través de una red GSM, valiéndose en comandos AT. Y empleando la herramienta de programación TwidoSuite.

⁸¹ <http://dSPACE.espace.edu.ec/bitstream/123456789/113/1/18T00401.pdf>

Se iniciará detallando los recursos usados en la aplicación que manipula el módulo y comunicación GSM, para posteriormente especificar la aplicación que controla el MPS.

4.2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS TABLAS DE EMISIÓN Y RECEPCIÓN

Para el desarrollo de la aplicación se utilizaron dos tablas, las dos primeras corresponden a la tabla denominada tabla de emisión.

Tabla IV.1 Inicialización del módem GSM⁸²

Configuración del Módem	Memorias Usadas	HEX	ASCII	Bytes de Emisión	Total de letras	Valor registrado en %KW
Cod+longitud	%MW0	0118			1	%KW0
Reservado	%MW1	0000			2	%KW1
EMISIÓN DEL MENSAJE	%MW2		at	2	3	%KW2
	%MW3		+c	4	4	%KW3
	%MW4		nm	6	5	%KW4
	%MW5		i=	8	6	%KW5
	%MW6		0,	10	7	%KW6
	%MW7		2,	12	8	%KW7
	%MW8		0,	14	9	%KW8
	%MW9		0	16	10	%KW9
	%MW10		;+	18	11	%KW10
	%MW11		cs	20	12	%KW11
	%MW12		as	22	13	%KW12
	%MW13	0D0A		24	14	%KW13
RECEPCIÓN DEL MENSAJE	%MW14				15	
	%MW15		OK	4	16	

El código 01118 especifica el tipo de mensaje y su longitud en formato hexadecimal, los dígitos 01 significan que el mensaje es de tipo emisión/recepción, el tamaño del mensaje es de 24 bytes o 18 en hexadecimal, y que

⁸² Tesistas

se recibirán 4 bytes. El comando AT+CNMI=0,2,0,0 registrado en las memorias %MW2 a %MW9 pone al módem en modo transparente, es decir hace que los mensajes no se guarde en la tarjeta SIM, sino que sean recibidos directamente en el puerto serial.

Tabla IV.2 Configuración del módem para envío de mensaje⁸³

Configuración del Módem	Memorias Usadas	HEX	ASCII	Bytes de Emisión	Total de letras	Valor registrado en %KW
Cod+longitud	%MW30	0116			1	
Reservado	%MW31	0000			2	
EMISIÓN DEL MENSAJE RECEPCIÓN DEL MENSAJE	%MW32		at	2	3	%KW32
	%MW33		+c	4	4	%KW33
	%MW34		mg	6	5	%KW34
	%MW35		s=	8	6	%KW35
	%MW36		+5	10	7	%KW36
	%MW37		93	12	8	%KW37
	%MW38		99	14	9	%KW38
	%MW39		11	16	10	%KW39
	%MW40		79	18	11	%KW40
	%MW41		00	20	12	%KW41
RECEPCIÓN DEL MENSAJE	%MW42	0D0A		22	13	%KW42
	%MW43	0D0A		2	14	%KW43
	%MW44	3E20	>	4	15	%KW44

El código 0118/04 especifica que el mensaje es de tipo emisión/recepción (01) el tamaño del mensaje enviado será de 24 bytes (18) y se recibirán 4 bytes. El comando AT+CMGS=+593... permite marcar el número telefónica del destinatario, en este caso 0968194958, el mismo que está registrado en las memorias %MW36 a %MW42. El módem responde con el comando ">".

Emisión del mensaje:

⁸³ Tesistas

Tabla IV.3 Emisión del mensaje⁸⁴

Configuración del módem	Memorias usadas	HEX	ASCII	Bytes de emisión	Total de letras	Valor registrado en %KW
Cód + longitud	%MW60	000E			1	
Reservado	%MW61	0000			2	
Emisión del mensaje	%MW62		FI	2	3	%KW62
	%MW63		N	4	4	%KW63
	%MW64		PR	6	5	%KW64
	%MW65		OC	8	6	%KW65
	%MW66		ES	10	7	%KW66
	%MW67		O	12	8	%KW67
	%MW68		1A0D	14(Eh)	9	%KW68

El código 000E especifica que el mensaje es solo de tipo emisión (00) y su tamaño es de 14 bytes (E). Después de marcar el número telefónico y recibir el módem respuesta (>), la segunda tabla permite enviar un mensaje predefinido en las memorias %KW62 a %KW68 en este caso “FIN PROCESO”, el mismo que puede variar de acuerdo a las necesidades.

Cuando el mensaje es enviado el Módem responde en la tabla de recepción el comando +CMGS: N, donde N es el número del que envía el mensaje.

Recepción de mensajes.

⁸⁴ Tesistas

Tabla IV.4 Recepción de mensajes

Configuración del módem	Memorias usadas	HEX	ASCII	Bytes de emisión	Total de letras	Valor registrado en %KW
Cód + longitud	%MW80	0200			1	%KW80
Reservado	%MW81	0000			2	%KW81
Recepción del mensaje	%MW82	0D0A		2	3	Número telefónico del emisor
	%MW83		+c	4	4	
	%MW84		mt	6	5	
	%MW85		:	8	6	
	%MW86		+"	10	7	
	%MW87		59	12	8	
	%MW88		36	14	9	
	%MW89		81	16	10	
	%MW90		94	18	11	
	%MW91		95	20	12	
	%MW92		8"	22	13	Fecha y hora de recepción
	%MW93		"	24	14	
	%MW94		"1	26	15	
	%MW95		3/	28	16	
	%MW96		06	30	17	
	%MW97		/2	32	18	
	%MW98		9,	34	19	
	%MW99		15	36	20	
	%MW100		:5	38	21	
%MW101		3:	40	22		

%MW102		27	42	23	
%MW103		+0	44	24	
%MW104		8"	46	25	
%MW105	0D0A		48	26	
%MW106		M	50	27	Mensaje Recibido
%MW107		E	52	28	
%MW108		N	54	29	
%MW109		S	56	30	
%MW110		A	58	31	
%MW111		J	60	32	
%MW112		E	62	33	
%MW113			64	34	
%MW114		R	66	35	
%MW115		E	68	36	
%MW116		C	70	37	
%MW117		I	72	38	
%MW118		B	74	39	
%MW119		I	76	40	
%MW120		D	78	41	
%MW121		O	80	42	
%MW122			82	43	

Tabla IV.5 Recepción de mensajes (continuación)⁸⁵

El código 0200 especifica que es recepción de mensaje, al recibir un mensaje se registra automáticamente en la tabla de recepción la información contenida en l

⁸⁵ Tesistas

mensaje e texto recibido, así como el número telefónico del emisor, la fecha y hora de recepción.

Para el envío de mensajes se eligió las palabras ENCENDER y APAGAR, para iniciar y parar el proceso respectivamente; mientras que el módem responderá con un mensaje que indique FIN PROCESO cuando el monitoreo culmine exitosamente.⁸⁶

4.2.2. Programa Ladder de la comunicación GSM.

Para inicializar la comunicación GSM por medio del PLC el programa empieza seteando valores de comunicación de las tablas de emisión y recepción con los valores almacenados en las memorias constantes Word %KW.

⁸⁶ <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/113/1/18T00401.pdf>

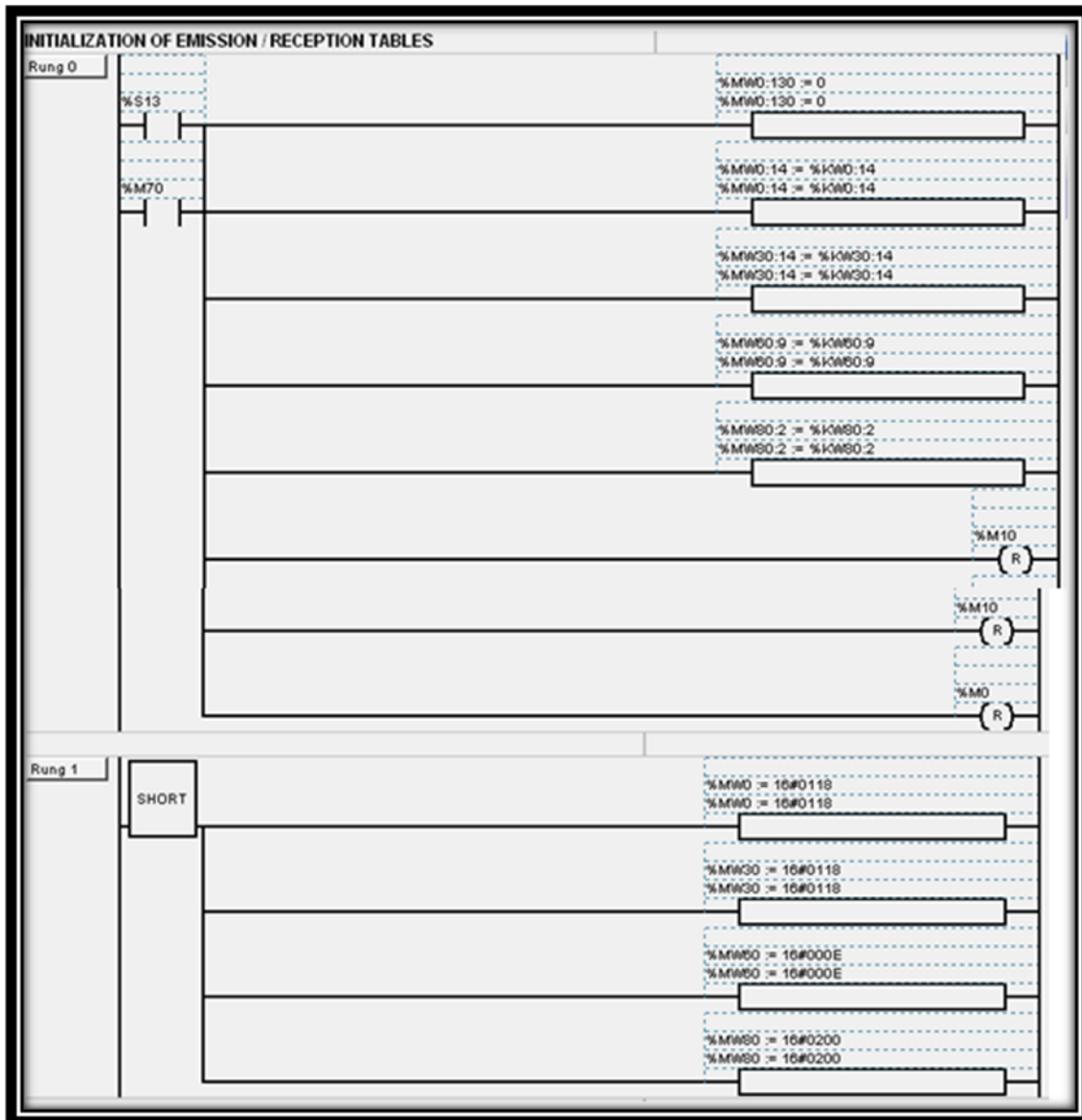


Figura IV.7 Seteo de valores de la comunicación

Las siguientes operaciones dan inicio de escritura del módem, de modo transparente, es decir, para una recepción directa en el puerto serial, para ello se utiliza la instrucción EXCH que permite enviar mensajes usando la información almacenada en las tablas de memoria.



Figura IV.8 Escritura del módem

Para el envío de mensaje se utiliza una memoria como se muestra a continuación:

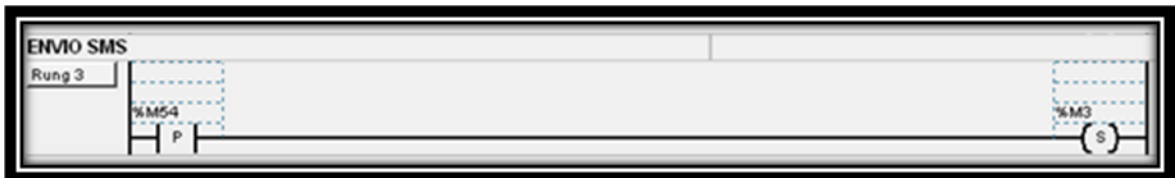


Figura IV.9 Envío SMS

Recepción de mensajes

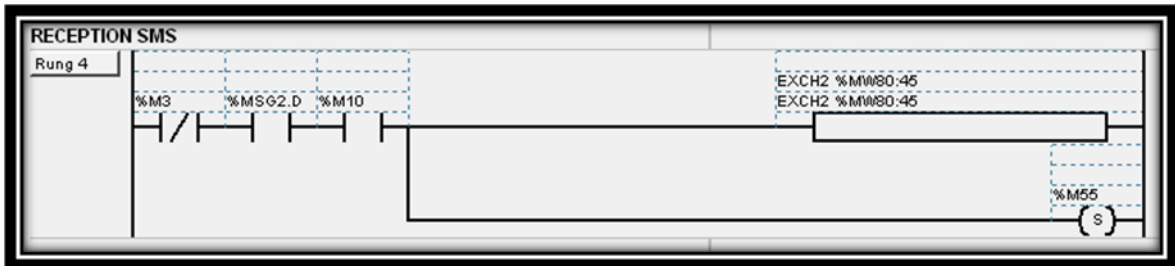


Figura IV.10 Recepción SMS

Genera un intervalo de tiempo para escaneo

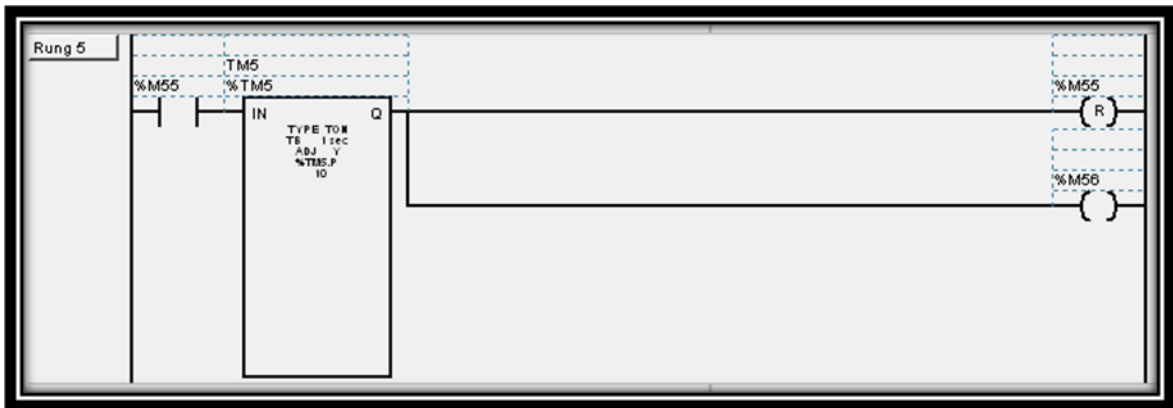


Figura IV.11 Tiempo para escaneo

Genera un intervalo de tiempo para sincronizar el envío el mensaje.

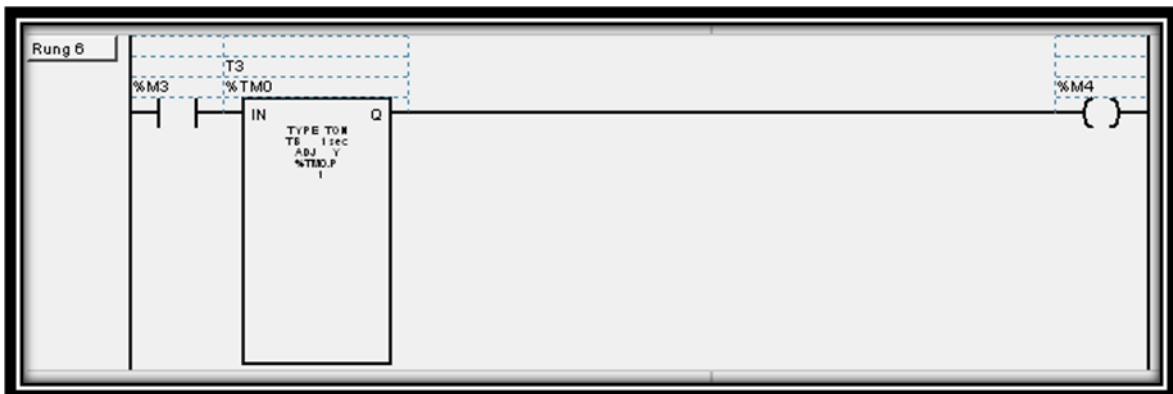


Figura IV.12 Tiempo de sincronización

Se registra en el bloque EXCH el número de destinatario a quién se va a enviar el mensaje que está almacenado en las tablas y procede a enviar el texto configurado.

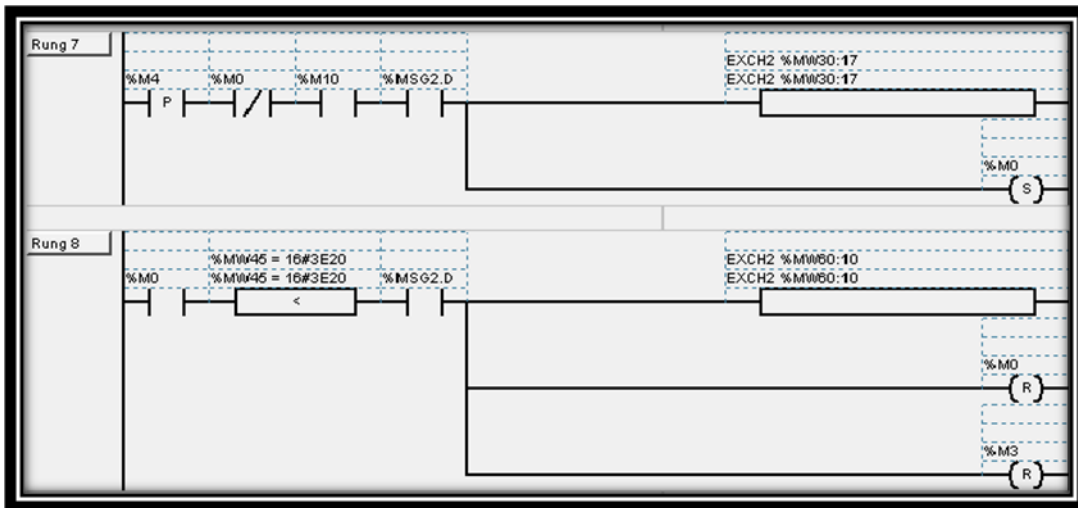


Figura IV.13 Envío del texto configurado

Permite resetear el bloque de mensajería

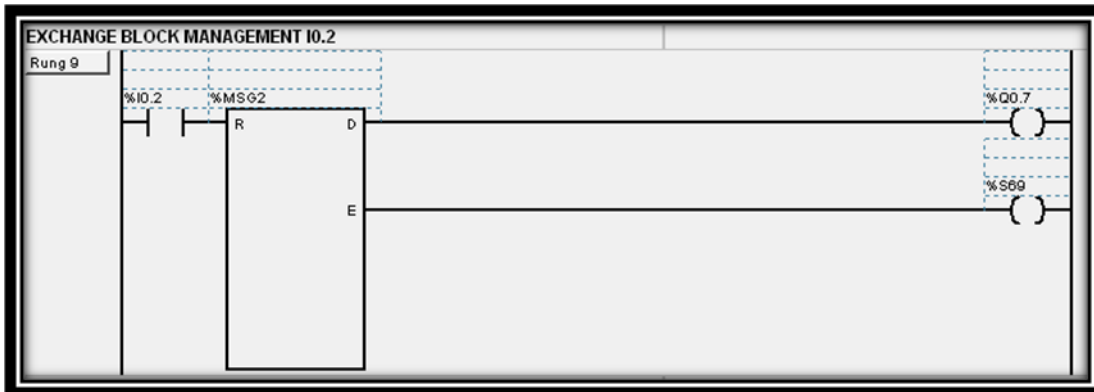


Figura IV.14 Reseteo

4.2.3. GRAFCET DEL SISTEMA DE MEZCLADO

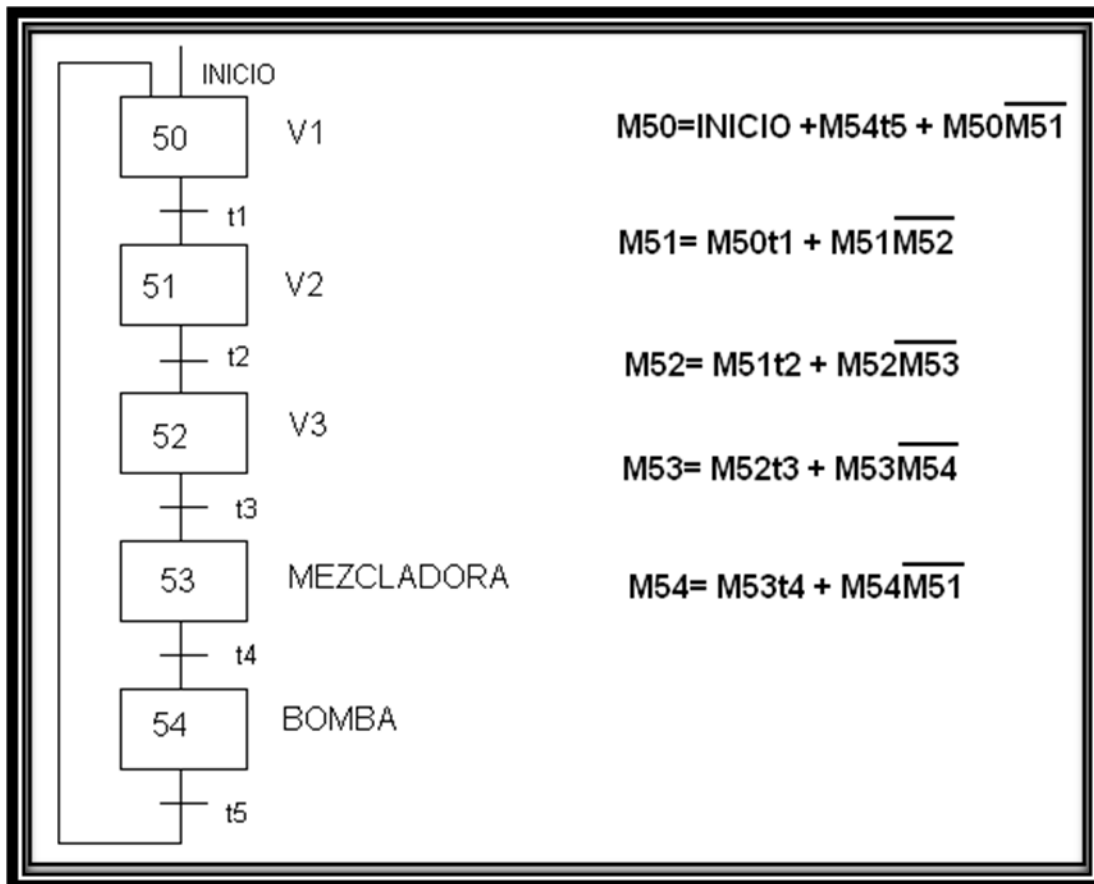


Figura IV.15 Grafcet del sistema de mezclado

4.2.4. HMI DEL SISTEMA DE MEZCLADO DE LÍQUIDOS

Configuración de la comunicación Modbus:

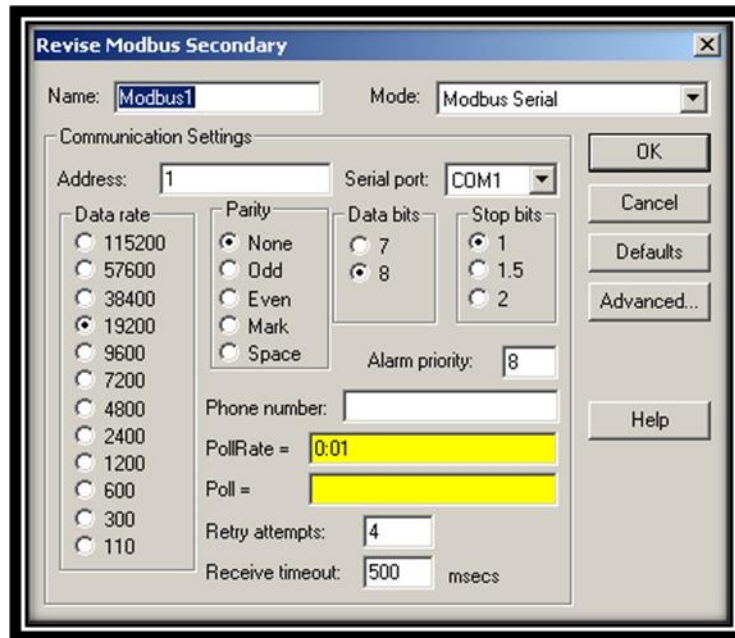


Figura IV.16 Comunicación Modbus

Se configura la direcciones Modbus de todos los componentes que permitirán el monitoreo y control de Sistema de mezclado de líquidos.

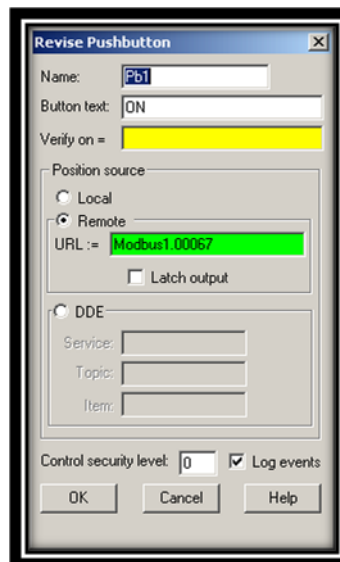


Figura IV.17 Configuración de botones de inicio y paro

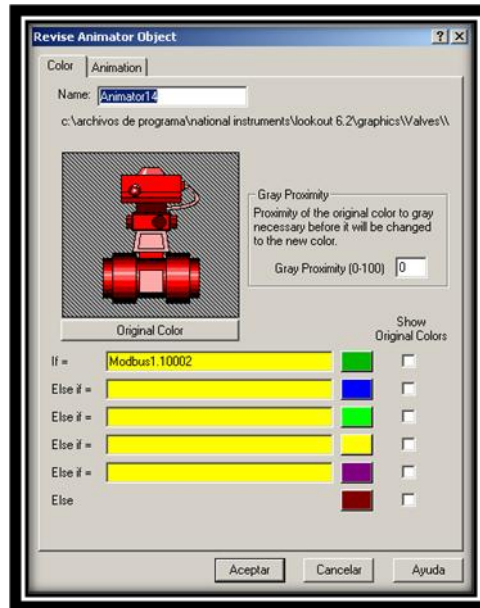


Figura IV.18 Configuración de válvulas

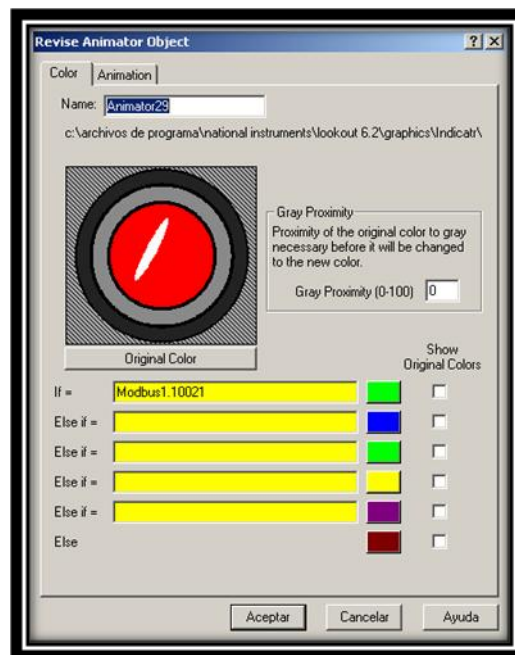


Figura IV.19 Configuración del indicador de nivel

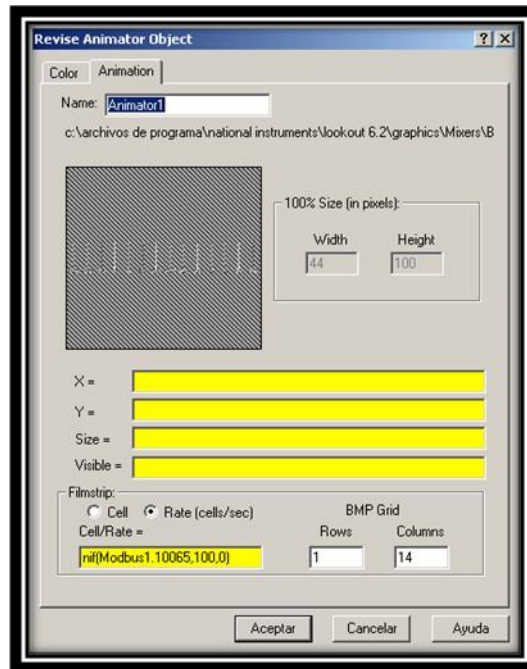


Figura IV.20 Configuración del motor de mezclado

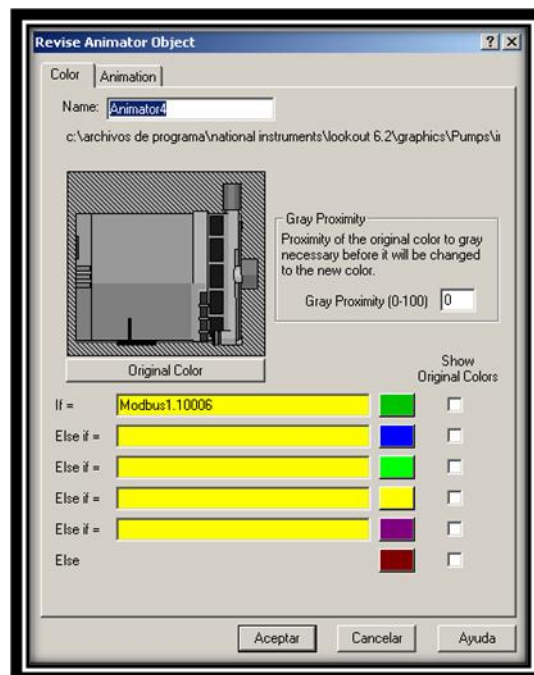


Figura IV.21 Configuración de la bomba

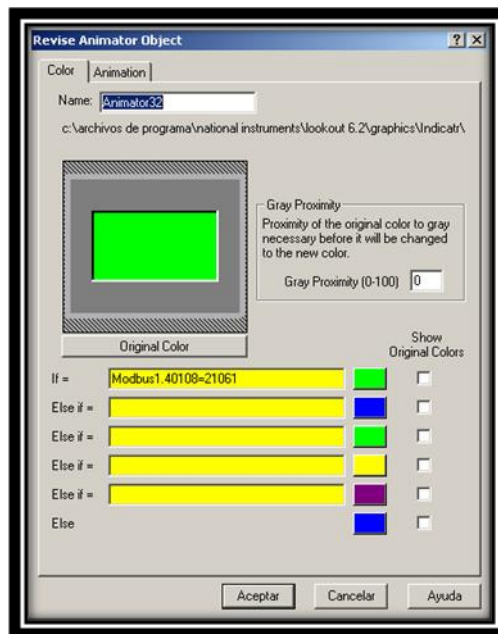


Figura IV.22 Configuración del indicador de sms recibido

4.3. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Haciendo uso de la herramienta Modbus Statistics de Lookout 6.2 la cual nos proporciona información sobre el porcentaje de tramas validas durante la comunicación, así como también el porcentaje de errores, se llego a constatar que la comunicación GSM entre un dispositivo móvil y un PLC permite controlar y monitorear un MPS.

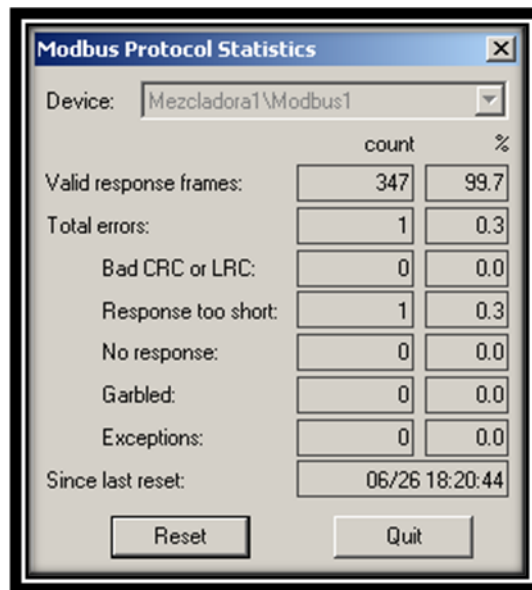


Figura IV.23 Estadísticas del protocolo Modbus

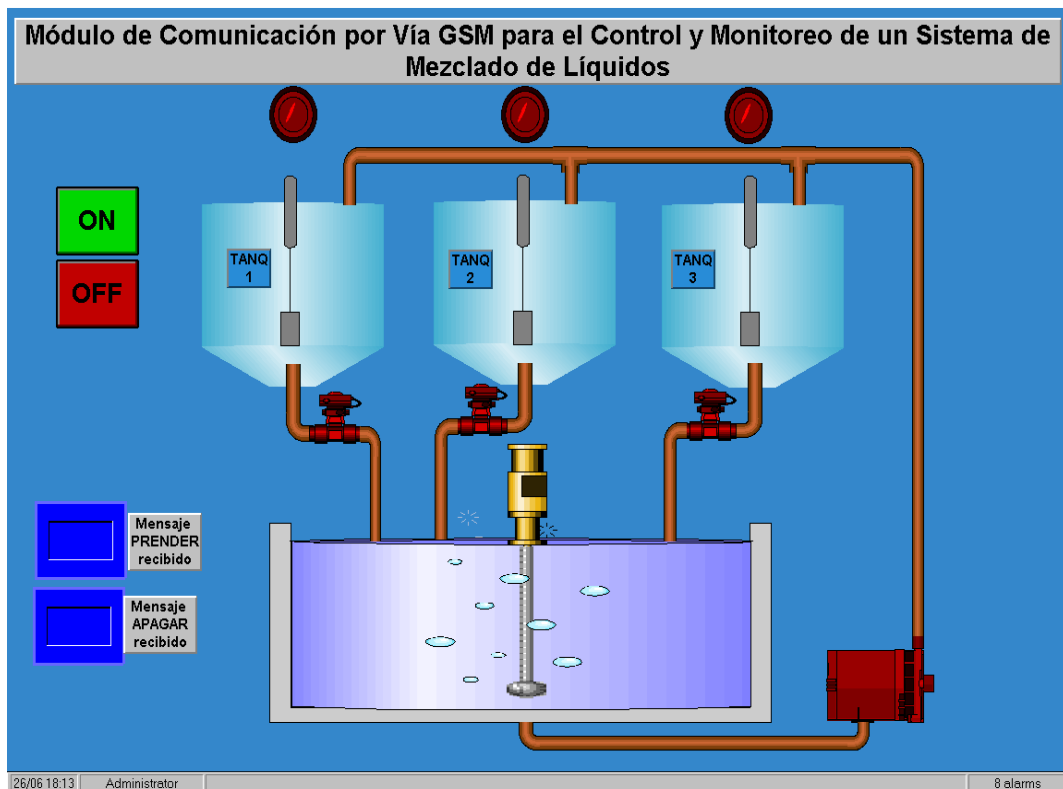


Figura IV.24 HMI pantalla principal

A continuación se muestra el Modulo ya implementado que permitirá la comunicación entre el MPS y el dispositivo móvil, así como también entre el MPS y el HMI



Figura IV.25 Esquema del módulo de comunicación

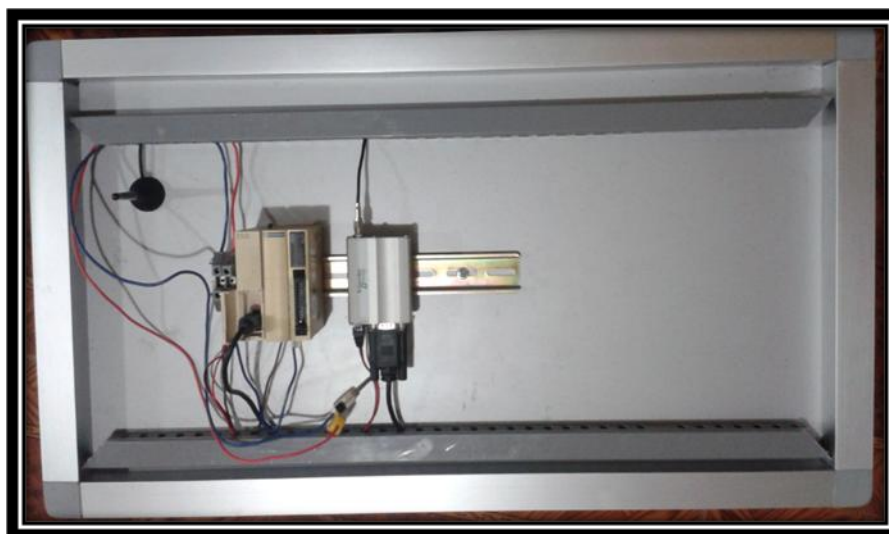


Figura IV.26 Módulo de comunicación GSM

CONCLUSIONES

- El análisis de protocolos y herramientas empleados en el modulo GSM permitió realizar el control y monitoreo de un MPS.
- El twidoSuite fue una gran herramienta de programación ya que permitió diseñar en una forma sencilla la comunicación GSM, debido a que sus componentes son aptos para una comunicación por vía inalámbrica.
- El sistema propuesto, de muy bajo coste, resulta sencillo de implementar sobre cualquier autómatas o equipo de control que cuente con salida RS-232.
- La aplicación descrita puede ser adaptada a cualquier proceso que no exija tiempos de respuesta críticos, con solo cambiar la programación en el PLC.
- Por ser un sistema que requiere de contratación de servicios móviles se corre el riesgo de perder comunicación con el MPS en ubicaciones donde no exista cobertura, sin embargo esto se puede enmendar realizando una llamada al operario por medio de un teléfono convencional.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que al construir las tablas de envío y recepción se revise de manera correcta los códigos de activación.
- Se recomienda mantener correspondencia en las memorias con el fin de no tener confusiones de acuerdo a como se los declaro en el Ladder.
- Se incentive a los estudiantes a investigar las aplicaciones que este proyecto brinda.
- Contratar operadoras de telefonía móvil que proporcionen calidad de servicio.
- Con la finalidad de tener mayor seguridad es recomendable restringir números telefónicos para evitar falsas acciones de operación.

RESUMEN

El diseño e implementación de un módulo de comunicación para el control y monitoreo de un MPS (Sistema de Producción Modular) vía GSM (Global System for Mobil communications) desarrollado por los estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Control y Redes Industriales, perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo proporciona un amplio conocimiento sobre la aplicación de las comunicaciones inalámbricas a nivel industrial.

Empleando el método de investigación deductivo se consideraron aspectos para el diseño de la comunicación, lo que posibilitó seleccionar equipos y materiales a emplearse, un módem SR2MOD03 de Schneider Electric, que establezca la comunicación entre el autómatas TWIDO 20DTK y el dispositivo móvil mediante intercambio de mensajes. Mientras que con el método experimental se realizaron pruebas mediante las cuales se determinó la lógica a emplearse en la configuración del módem y PLC (Controlador Lógico Programable).

Haciendo uso de la herramienta Modbus Statistics de Lookout se compararon porcentajes de tramas válidas con total de errores, obteniendo como resultados un 99.7% de tramas válidas y un 0.3% total de errores.

La tecnología inalámbrica GSM en control de procesos industriales es una manera sencilla de mantener informado al operario sobre la situación actual del proceso, lo que posibilita actuar oportunamente sobre el mismo sin ser necesario estar presente.

Se recomienda contratar servicios de telefonía móvil que ofrezcan calidad de servicio, pues en el sistema es vital tener acceso a la red y contar con paquete de mensajes disponible para el dispositivo móvil como para el módem.

SUMARY

The design and implementation of a communication module for the control and monitoring of a MPS (Module Production System) via GSM (Global System for Mobile Communications) developed by students of the Industrial and Control Networks, belonging to Higher School Polytechnic, provides a wide knowledge about the application of communication wireless to industrial level.

By using the deductive investigation method, it was considered aspects for the communication design, which was made possible to select the equipment and materials to employ, a modem SR2MOD03 of Schneider Electric that establishes the communication between the automat TWIDO 20DTK and the mobile device through interchanging messages . Meanwhile whit the experimental method was made proofs by means of which were determined the logics to apply in the modem configuration and PLC (Programmable Logic Controller).

Doing use of the tool: Modbus Statistics of Lookout was compared percentages of validated frames with total of errors, obtaining as outcomes a 99.7% of validated frames and a 0.3% of total errors.

The wireless technology GSM in industrial processing controls is a simple way to keep informed to the operator over the current situation of the process that makes possible to act in due time over the same, without being necessary to be present.

It is recommended to hire services of the mobile telephony that offer quality in service, since the system is vital, in order to have access to the net and account with the message pack available both for the mobile device and the modem.

BIBLIOGRAFIA

- 1. CRESPO, C.,** Radiocomunicación., Madrid-España., Pearson Educación., 2008., Pp.12.
- 2. PIIEDRAFITA, R.,** Ingeniería de la Automatización Industrial., México D.F-México., Ra-Ma., 2004., Pp.48.
- 3. RANDALL, K.,** Seguridad para Comunicaciones Inalámbricas., Madrid-España., McGrawHill., 2003., Pp. 28.
- 4. ROLDÁN, D.,** Comunicaciones Inalámbricas., México D.F-México., Alfaomega-Ra-Ma., 2005., Pp.51.
- 5. ROLDÁN, J.,** Esquemas Básicos de Telemando para Contactores., Madrid-España., Paraninfo., 1997., Pp.274.

INTERNET

6. COMUNICACIONES INDUSTRIALES

<http://es.scribd.com/doc/19987005/Comunicaciones-industriales>

2013-05-20

7. CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/controlador-logico-programable/controlador-logico-programable.pdf>

2013-05-25

8. CONTROL POR MEDIO DE GSM

<http://www.emersonindustrial.com/es-ES/documentcenter/ControlTechniques/Brochures/CT-SIMAPRE-GSM-Presentacion.pdf>

2013-06-03.

9. GSM SISTEMA GLOBAL DE COMUNICACIONES MOVILES

<http://es.kioskea.net/contents/681-estandar-gsm-sistema-global-de-comunicaciones-moviles>

2013-05-22

10. MÓDEM GSM

http://www2.schneider-electric.com/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/136000/FA136535/en_US/GSM%20Modem%20User%20Guide_%20SR2MOD02&%20SR2MOD03.pdf

2013-06-05

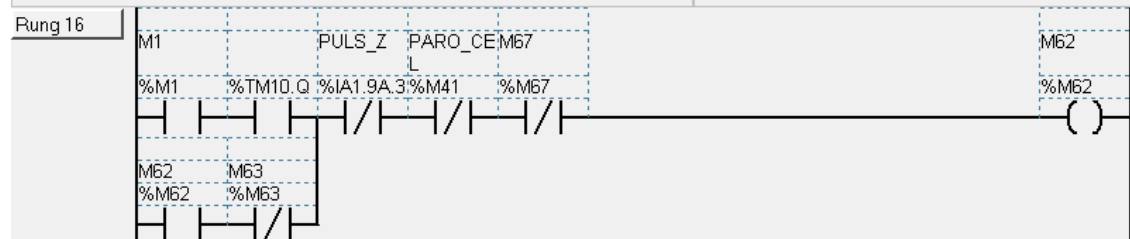
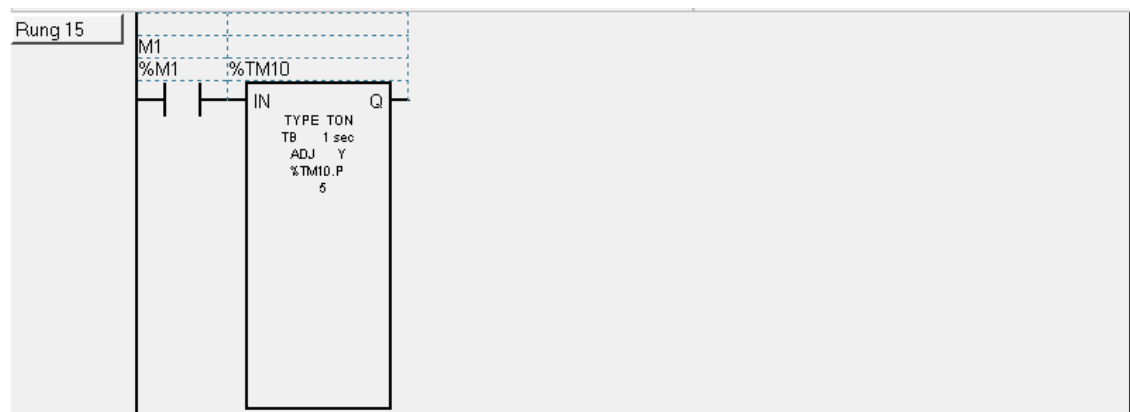
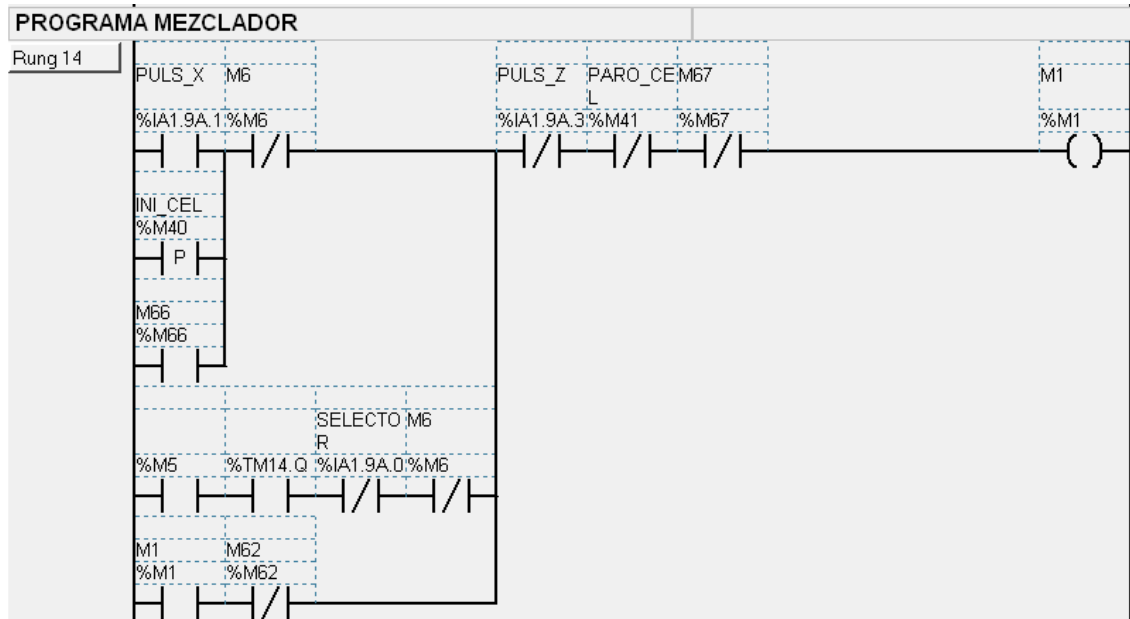
11. PLC

http://www.dsi.fceia.unr.edu.ar/downloads/digital_I/Apunte_PLC.pdf

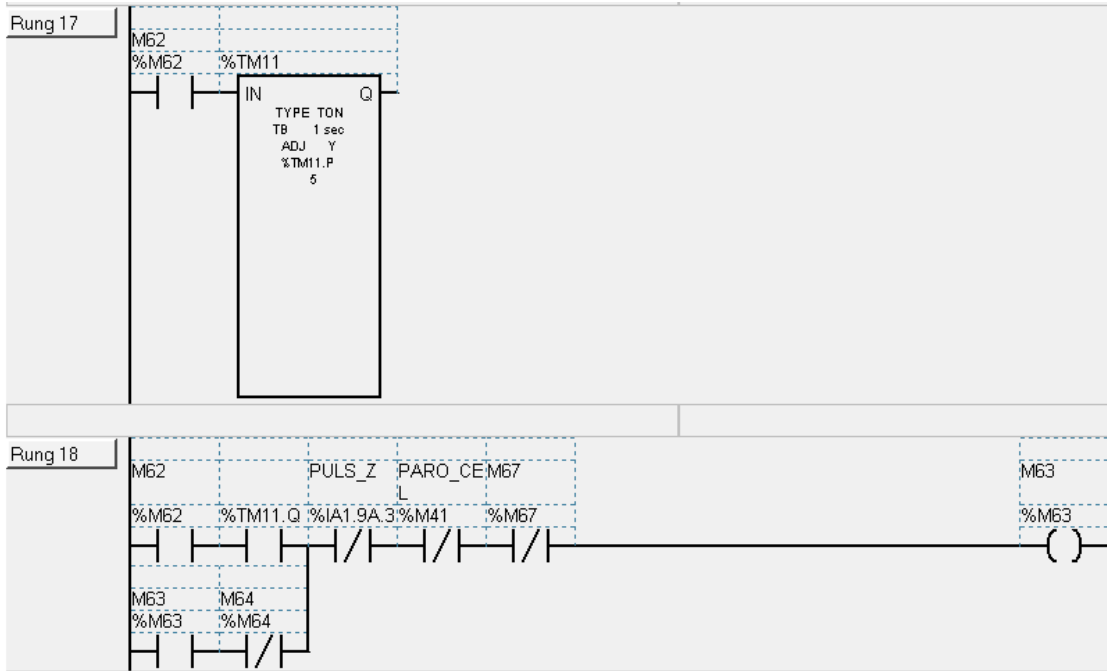
2013-05-30

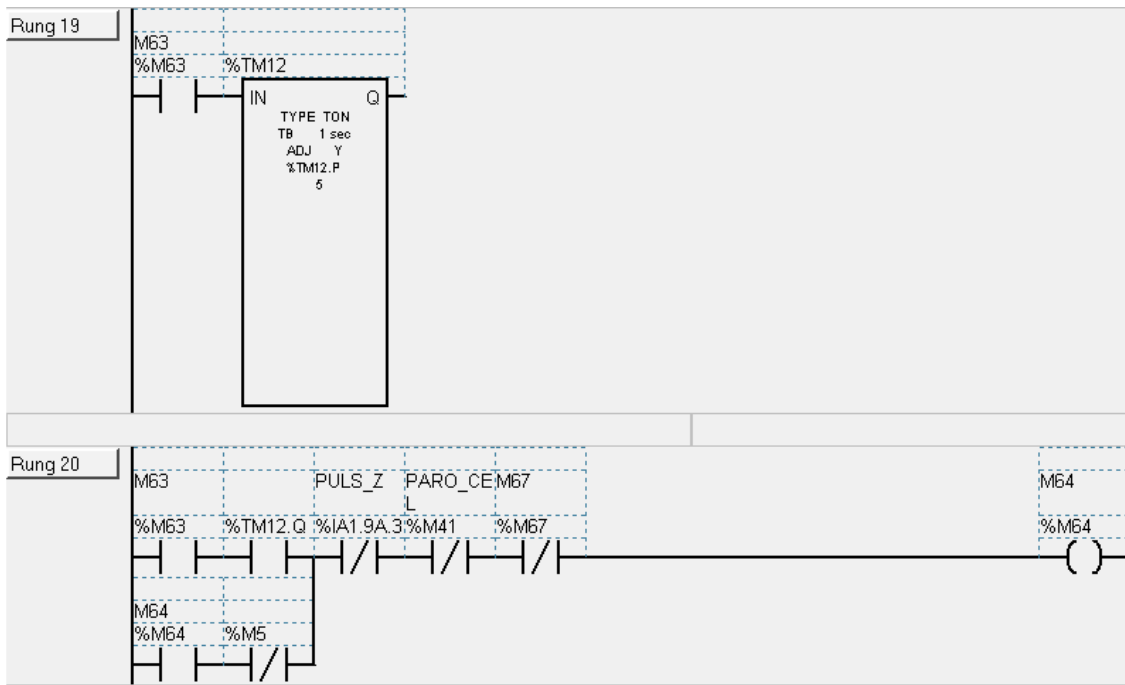
ANEXOS

Anexo 1. Ladder del Sistema de Mezclado de Líquidos

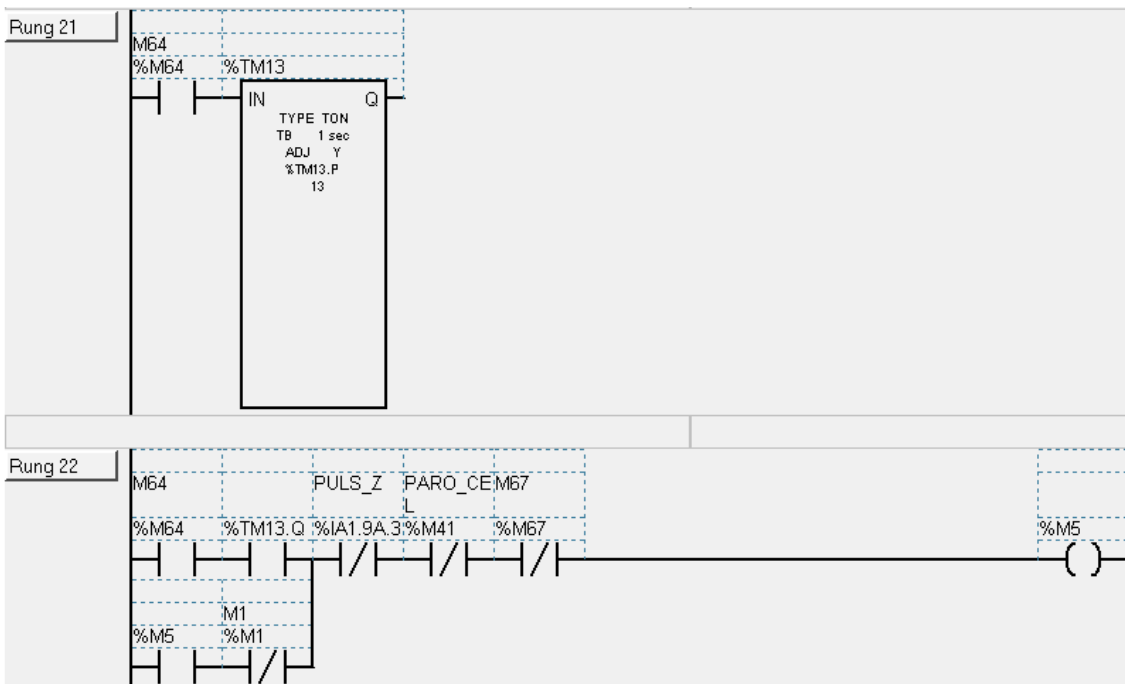


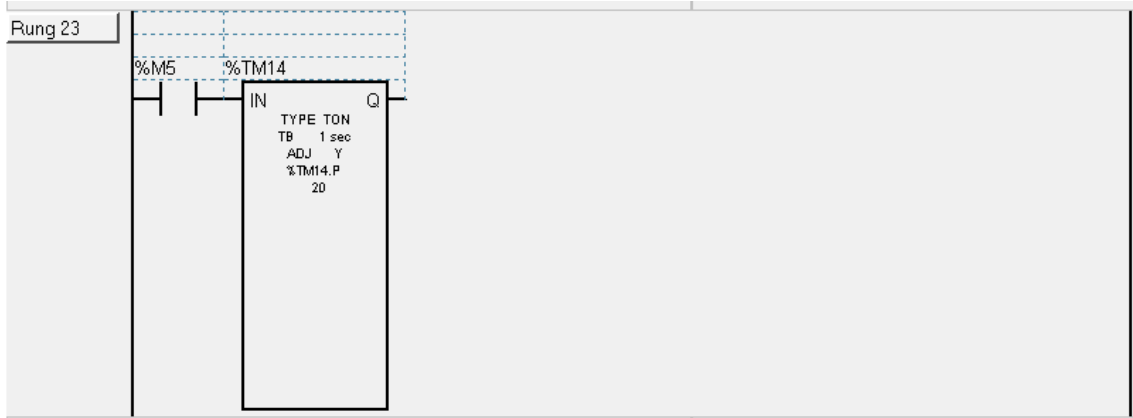
Anexo 2. Ladder del Sistema de Mezclado de Líquidos (Continuación)



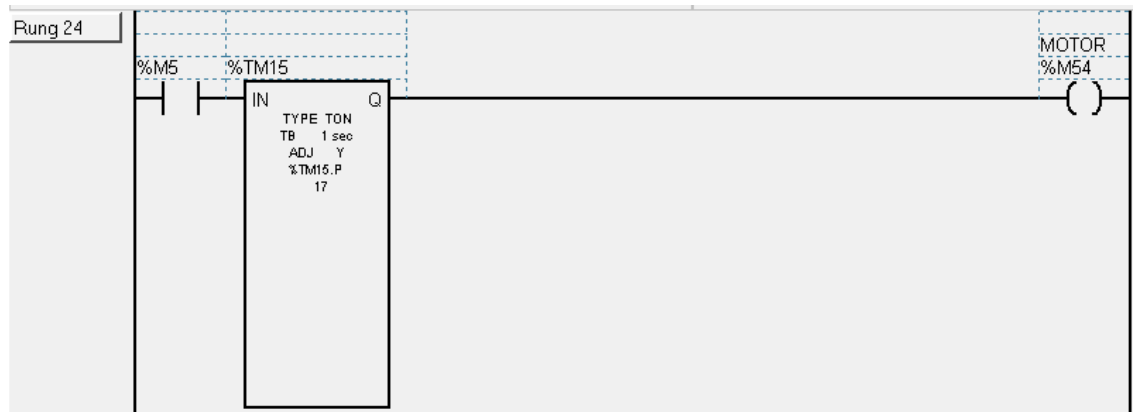


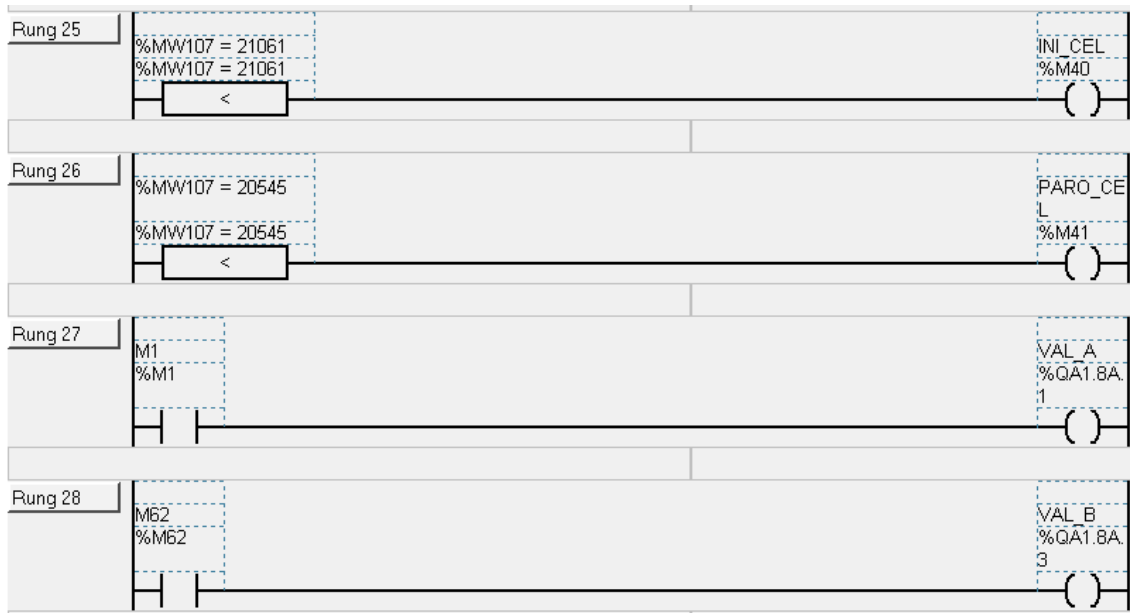
Anexo 3. Ladder del Sistema de Mezclado de Líquidos (Continuación)



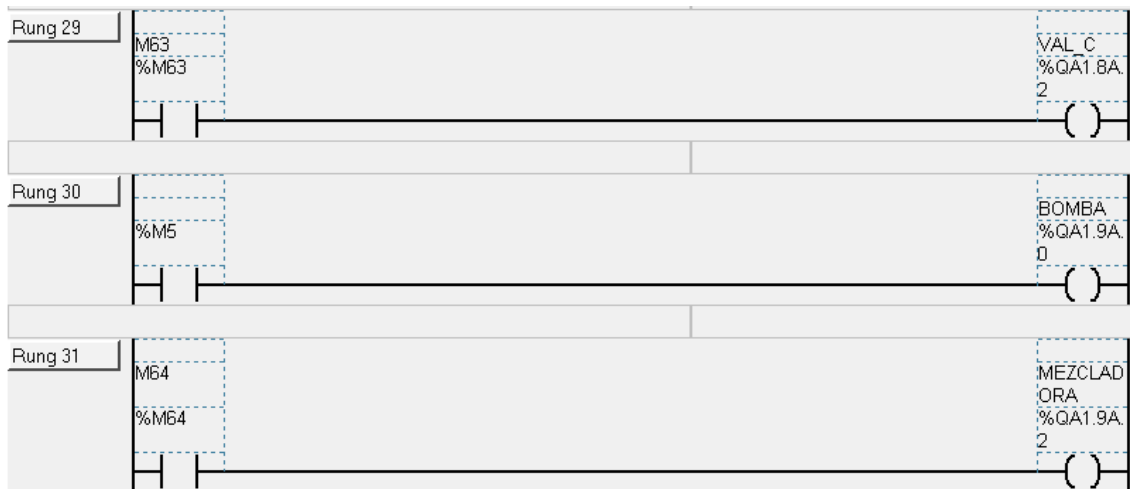


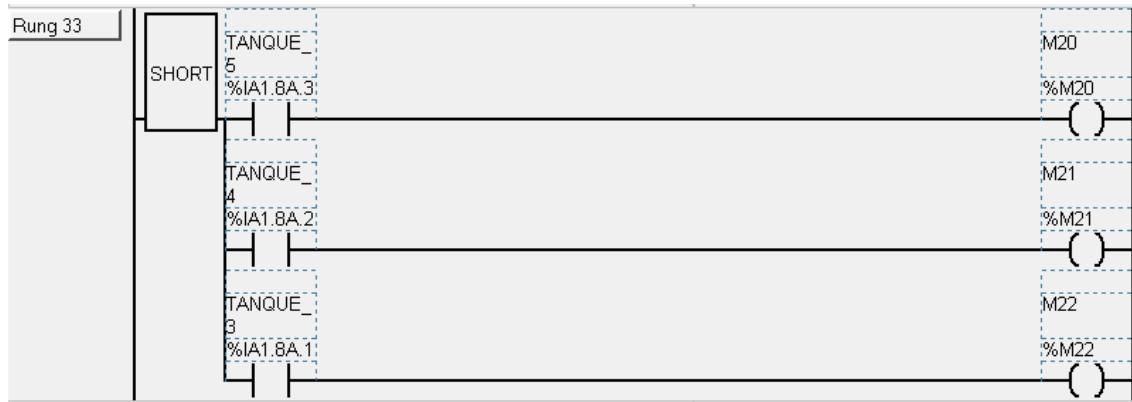
Anexo 4. Ladder del Sistema de Mezclado de Líquidos (Continuación)





Anexo 5. Ladder del Sistema de Mezclado de Líquidos (Continuación)





Anexo 6. Ladder del Sistema de Mezclado de Líquidos (Continuación)

