

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Implementación de un sistema de control y monitoreo de
motores de bomba de agua de 200 kw a través de un
sistema de radioenlace basado en un PLC S7-300**

Ronal Reigan Vigilio Cecilio

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

TSP - VIGILIO CECILIO RONAL REIGAN

INFORME DE ORIGINALIDAD

53%

INDICE DE SIMILITUD

53%

FUENTES DE INTERNET

17%

PUBLICACIONES

26%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	www.sicma21.com Fuente de Internet	6%
3	repositorio.ecci.edu.co Fuente de Internet	3%
4	concables.cl Fuente de Internet	2%
5	www.researchgate.net Fuente de Internet	2%
6	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	2%
7	srcsl.com Fuente de Internet	2%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	2%
9	vsip.info Fuente de Internet	2%

10	industriasingsl.com Fuente de Internet	2%
11	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
12	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
13	docplayer.es Fuente de Internet	1%
14	www.sincables.net Fuente de Internet	1%
15	www.energiminas.com Fuente de Internet	1%
16	www.corzan.com Fuente de Internet	1%
17	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
18	rd.udb.edu.sv:8080 Fuente de Internet	1%
19	es.wikipedia.org Fuente de Internet	1%
20	www.ugr.es Fuente de Internet	1%
21	instrumentacionhoy.blogspot.com Fuente de Internet	1%

22	ENGINEERS & ENVIRONMENTAL PERU SOCIEDAD ANONIMA. "Actualización del Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Explotación de Relaves-IGA0010358", R.D. N° 044-2020/MINEM-DGAAM, 2020 Publicación	<1 %
23	maquinasdeipet132.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
24	Ordaz Rivera Gabriel. "Sustentabilidad de la agricultura en México mediante el uso de energía solar fotovoltaica en los sistemas de riego", TESIUNAM, 2022 Publicación	<1 %
25	Submitted to tec Trabajo del estudiante	<1 %
26	www.nnet.com.uy Fuente de Internet	<1 %
27	myslide.es Fuente de Internet	<1 %
28	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
29	www.wrautomatizaciones.com Fuente de Internet	<1 %
30	www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

31	fr.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
32	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
33	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
34	ejemplos.net Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
36	www.osiptel.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
37	mecatronix0.webnode.mx Fuente de Internet	<1 %
38	vatia.com.co Fuente de Internet	<1 %
39	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
40	www.monografias.com Fuente de Internet	<1 %
41	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
42	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %

43	repositorio.up.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
44	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
45	3resoluciones-integrales.com Fuente de Internet	<1 %
46	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
47	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
48	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	giorgigiuliano.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
50	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
51	www.durman.com.mx Fuente de Internet	<1 %
52	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
53	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD Trabajo del estudiante	<1 %
54	biblus.us.es Fuente de Internet	

<1 %

55

edoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

56

tiptiktak.com

Fuente de Internet

<1 %

57

www3.fi.mdp.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

58

Submitted to Aliat Universidades

Trabajo del estudiante

<1 %

59

prezi.com

Fuente de Internet

<1 %

60

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

61

worldwidescience.org

Fuente de Internet

<1 %

62

Submitted to Universidad de Santiago de Chile

Trabajo del estudiante

<1 %

63

www.161gtw.pl

Fuente de Internet

<1 %

64

THE ANDEAN SUSTAINABLE GROUP S.A.C. -
THE ANDEAN SG S.A.C.. "EIA del Proyecto
Ariana-IGA0005501", R.D. N° 127-2016-
MEM/DGAAM, 2020

<1 %

65	repository.unipiloto.edu.co Fuente de Internet	<1 %
66	www.huachos.com Fuente de Internet	<1 %
67	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
68	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
69	Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de Administración de Negocios para Graduados Trabajo del estudiante	<1 %
70	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
71	manualzz.com Fuente de Internet	<1 %
72	CESEL S A. "Primera MEIA de la Unidad Minera Casapalca-IGA0000614", R.D. N° 188 -2019-SENACE-PE/DEAR, 2020 Publicación	<1 %
73	descargar6iy.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
74	ribuni.uni.edu.ni Fuente de Internet	<1 %

75	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
76	busquedas.elperuano.pe Fuente de Internet	<1 %
77	epdf.pub Fuente de Internet	<1 %
78	ibertronica.es Fuente de Internet	<1 %
79	www.imtactsac.com.pe Fuente de Internet	<1 %
80	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
81	www.sbn.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
82	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
83	natlex.ilo.ch Fuente de Internet	<1 %
84	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
85	García Gómez Miguel Ángel. "Generalidades del diseño de instalaciones eléctricas residenciales e industriales", TESIUNAM, 2010 Publicación	<1 %

86 Gomez Ferro Francisco Javier. "Programa de mantenimiento en el area electromecanica dentro de la Facultad de Estudios Superiores Acatlan U.N.A.M", TESIUNAM, 2005
Publicación

87 PERU WASTE INNOVATION S.A.C. - PWI S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para las Ciudades de Nasca y Vista Alegre; Provincia de Nasca, Departamento de Ica-IGA0003519", R.D. N° 177-2014/DSB/DIGESA/SA, 2020
Publicación

88 www.fcm.org.co
Fuente de Internet

89 GEOSTUDIOS AMBIENTALES S.A.C.. "MEIA-D del Proyecto Reubicación de la Planta Concentradora Argentum-IGA0013075", R.D. N° 00026-2021-SENACE-PE/DEAR, 2021
Publicación

90 Urvicio Ramirez José Antonio. "Guia de procedimientos para el diseño y calculo de una instalacion electrica en centros comerciales", TESIUNAM, 2005
Publicación

91 iguren.es
Fuente de Internet

92	repositorio.espe.edu.ec:8080 Fuente de Internet	<1 %
93	sired.udenar.edu.co Fuente de Internet	<1 %
94	www.cacic2016.unsl.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
95	www.ciparequipa.org Fuente de Internet	<1 %
96	www.procompetencia.gov.ve Fuente de Internet	<1 %
97	Martínez Izaguirre Juan, Torres González Ricardo. "Reutilización de tablero auto soportado en baja tensión de 2000 amperes con sistema de transferencia de un generador y un tablero en emergencia", TESIUNAM, 2012 Publicación	<1 %
98	TINTAYA CONSULTORIA S.A.C.. "Actualización del Plan de Manejo Ambiental del DAP de la Planta Lurín Dedicada a la Fabricación de Concreto Pre Mezclado, Bloques de Concreto y Durmientes-IGA0001159", R.D. N° 289-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2020 Publicación	<1 %
99	WSP PERU S.A.. "Actualización y Modificación del Instrumento de Gestión Ambiental de la Planta de Fabricación de Cemento-	<1 %

IGA0019040", R.D. N° 255-2020-
PRODUCE/DGAAMI, 2022

Publicación

100	ateneo.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
101	dspace.istvidanueva.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
102	ikastaroak.ulhi.net Fuente de Internet	<1 %
103	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
104	proyectoelectricidadindustria.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
105	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
106	repositoriodspace.unipamplona.edu.co Fuente de Internet	<1 %
107	ve.class.posot.com Fuente de Internet	<1 %
108	www.esan.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
109	www.garrigues.com Fuente de Internet	<1 %
110	www.ice.co.cr Fuente de Internet	<1 %

111	www.veoliawatertechnologies.es Fuente de Internet	<1 %
112	GENIE GENERALE ET SURVEILLANCE S R LTDA. "DAP de la Planta Industrial de Producción de Concreto Premezclado - La Joya, Arequipa- IGA0003361", R.D. N° 275-2015- PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2021 Publicación	<1 %
113	Luna López Francisco Javier. "Análisis del funcionamiento de un sistema de aire acondicionado", TESIUNAM, 2012 Publicación	<1 %
114	SNC LAVALIN PERU S.A.. "Segundo ITS de la Tercera MEIA de la Unidad Minera Las Bambas-IGA0012067", R.D. N° 126-2020- SENACE-PE/DEAR, 2020 Publicación	<1 %
115	ASESORES Y CONSULTORES MINEROS S.A. - ACOMISA. "Modificación del EIA Proyecto para las Operaciones Mineras y Funcionamiento de las Plantas Portátiles de la Cantera Jicamarca de la Empresa Unión de Concreteras-IGA0014499", R.D. N° 326-2016- PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2021 Publicación	<1 %
116	SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "PMA de la Estación de Compresión Nuevo	<1 %

Mundo - Primera Etapa-IGA0002141", R.D. N° 354-2013-MEM/AAE, 2022

Publicación

117

encolombia.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por todo lo que hasta el momento me ha dado y por las oportunidades que me brinda de seguir creciendo laboral y profesionalmente.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Continental, por haberme compartido sus conocimientos y guiarme en mi formación académica y, a la empresa minera, Shouxin Perú S. A., por brindarme la oportunidad de laborar en el Área de Mantenimiento Eléctrico e Instrumentación, que favoreció mi desarrollo personal y profesional.

DEDICATORIA

A mi madre, por haberme forjado como la persona que soy hoy en día; gran parte de mis logros se lo debo a ella y siempre me acompaña en los momentos más difíciles de mi formación académica.

A mis hermanos y mis tíos, por el apoyo incondicional que siempre me brindaron

ÍNDICE

Agradecimientos.....	ii
Dedicatoria	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	x
Introducción	xi
CAPÍTULO I.....	12
ASPECTOS GENERALES.....	12
1.1. Datos generales de la empresa	12
1.2. Actividades principales de la empresa	13
1.3. Historia de la empresa.....	14
1.3.1. Políticas de la empresa.....	16
1.3.1.1. Política integrada de seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y relaciones comunitarias.....	16
1.4. Organigrama.....	18
1.5. Visión y misión	18
1.5.1. Misión.....	18
1.5.2. Visión.....	19
1.5.3. Valores	19
1.6. Bases legales	19
1.6.1. Normas legales aplicables al proyecto.....	19
1.6.2. Normas legales ambientales.....	20
1.6.3. Documentos administrativos.....	20
1.7. Descripción del área donde se realizaron las actividades preprofesionales	21
1.8. Descripción del cargo y las responsabilidades del bachiller en la empresa	21
CAPÍTULO II.....	23
ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	23
2.1. Diagnóstico situacional del proyecto	23
2.2. Identificación de oportunidad en el área de actividad profesional	24
2.3. Objetivos de la actividad profesional	25
2.3.1. Objetivo general.....	25
2.3.2. Objetivos específicos	25

2.4. Justificación de la actividad profesional	25
2.4.1. Teórico	25
2.4.2. Practico	26
2.5. Resultados esperados	26
CAPÍTULO III.....	28
MARCO TEÓRICO	28
3.1. Bases teóricas de las actividades realizadas en el proyecto	28
3.1.1. Conceptos básicos.....	28
3.1.1.1. Subestación eléctrica.....	28
3.1.1.2. Transformador.....	29
3.1.1.3. Cuchillas fusibles	30
3.1.1.4. Aparta rayos	30
3.1.1.5. Transformadores de instrumento.....	30
3.1.1.6. Cubículos o tableros eléctricos.....	30
3.1.1.7. Conductores eléctricos	30
3.1.1.8. Conductores eléctricos	32
3.1.1.9. Motores eléctricos	36
3.1.1.10. Bombas	42
CAPÍTULO IV	67
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	67
4.1. Descripción de las actividades profesionales	67
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	91
4.2.1. Metodología	91
4.2.2. Técnicas	91
4.2.3. Instrumentos.....	92
4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades.....	92
CAPÍTULO V	93
RESULTADOS	93
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas.....	93
5.2. Logros alcanzados.....	93
5.3. Aportes del bachiller en la empresa	94
Conclusiones	95
Recomendaciones	96
Lista de referencias	97
Anexos	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de fluidos	46
Tabla 2. Tipos de tuberías	48
Tabla 3. Velocidades de rotación.....	50
Tabla 4. Cronograma de actividades antes de la ejecución del proyecto.....	68
Tabla 5. Datos de la antena	77
Tabla 6. Datos del variador de frecuencia.....	84
Tabla 7. Cronograma de actividades culminados satisfactoriamente	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de minera Shouxin S. A.	13
Figura 2. Minera Shouxin Perú S. A.	14
Figura 3. Minera Shouxin empresa filial de la empresa Shougan Hierro Perú.....	15
Figura 4. Organigrama.....	18
Figura 5. Distancia que recorre la tubería de agua.....	21
Figura 6. Motor 1 y motor 2 en el area de barcaza	24
Figura 7. Personal operador, regulando frecuencia en barcaza.....	25
Figura 8. Subestación eléctrica	29
Figura 9. Partes del conductor eléctrico.....	31
Figura 10. Sección de los conductores.....	32
Figura 11. Cable tipo ARCNET.....	33
Figura 12. Cable tipo AS-I.....	33
Figura 13. Cable tipo CANbus.....	34
Figura 14. Cables tipo CANopen.....	34
Figura 15. Cable tipo DeviceNet	34
Figura 16. Cable tipo buscampo	35
Figura 17. Cable tipo profibus	35
Figura 18. Cables P-NET.....	36
Figura 19. Motor eléctrico	36
Figura 20. Conexión doble estrella en serie.....	38
Figura 21. Conexión doble triángulo en serie	38
Figura 22. Conexión doble triángulo en paralelo.....	38
Figura 23. Conexión en triángulo	39
Figura 24. Conexión en estrella	39
Figura 25. Conexión en triángulo	39
Figura 26. Los cuatro tipos de arranques más comunes.....	40
Figura 27. Evolución de la corriente absorbida (estatórica) y de la cupla desarrollada con la velocidad.....	41
Figura 28. Evolución de la corriente y del par de motor de un arranque estrella triángulo	41
Figura 29. Características de corriente y de par de función de velocidad.....	42
Figura 30. Evolución de la corriente y del par con la velocidad mecánica, utilizando un VDF	42
Figura 31. Tipos de bombas.....	43
Figura 32. Velocidad lineal de flujo de fluido	48

Figura 33. Variador de frecuencia.....	49
Figura 34. Etapas de un variador de frecuencia	50
Figura 35. Etapa de rectificacion de la onda senosoidal	51
Figura 36. Etapa de filtrado de la onda	51
Figura 37. Etapa de inversora de DC a AC.....	52
Figura 38. Etapa de control	52
Figura 39. Sistema Profinet.....	56
Figura 40. Sistema Ethernet	56
Figura 41. Sistema profibus	57
Figura 42. Sistema As-i.....	57
Figura 43. Diferentes variedades de PLC	59
Figura 44. PLC tipo compacto	59
Figura 45. PLC tipo modular	60
Figura 46. PLC con HMI incluido	61
Figura 47. CPU como procesador central.....	62
Figura 48. Litebeam m5 sistema inalambrico de banda ancha	65
Figura 49. La zona fresnel	66
Figura 50. Diseño del diagrama de lazo en autocad	69
Figura 51. Diagrama de lazo concluido	70
Figura 52. Diseño de circuito de fuerza y control en AutoCad.....	70
Figura 53. Diagrama de fuerza y contro concluido.....	71
Figura 54. Programacion de bloques en el software Simatic step 7.....	71
Figura 55. Montaje de componentes del tablero electrico de control	72
Figura 56. Cableado y conexionado del circuito de control de acuerdo al diagrama	72
Figura 57. Proceso de codificacion de cableado	73
Figura 58. Montaje de tablero de forma empotrada.....	74
Figura 59. Proceso de doblado y roscado de tuberías de canalización	74
Figura 60. Canalaizacion de circuitos en tablero de flujómetros	75
Figura 61. Canalizacion por bandejas en sala electrica.....	75
Figura 62. Canalizacion de cables de señal desde UVF	76
Figura 63. Enlace de antena y software para su configuración.....	77
Figura 64. Sistema de IP	78
Figura 65. Insertar usuario y contraseña.....	78
Figura 66. Ventana de ajustes	79
Figura 67. Ventana del menú principal.....	79
Figura 68. Ventana del menú inalámbrico.....	80

Figura 69. Ventana de la red	80
Figura 70. Ventana del panel avanzado	81
Figura 71. Ventana del panel de servicios	81
Figura 72. Montaje de antena en 570-sala electrica y en 510-sala de control.....	82
Figura 73. Canalizacion para antena.....	82
Figura 74. Direccionamiento de antenas.....	83
Figura 75. Conexión de los VDF y demas circuitos al tablero de control realizados por el bachiller	84
Figura 76. Habilitación de salida para indicador de corriente	85
Figura 77. Habilitacion de salida para indicador de frecuencia.....	86
Figura 78. Habilitacion de entrada de señal para regular frecuencia	87
Figura 79. Habilitación de panel de control en Scada.....	87
Figura 80. Panel de visualización y control en el Scada.....	88
Figura 81. Prueba de bloques de señal de entrada en funcionamiento.....	88
Figura 82. Visualización de señal de bloque de salida en funcionamiento.....	89
Figura 83. Proceso de regulación de frecuencia en el Scada	89

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional que por título lleva «Implementación de un sistema de control y monitoreo de motores de bomba de agua de 200 kW, a través de un sistema de radioenlace basado en un PLC S7-300», tiene como objetivo principal optimizar la pérdida de horas hombre y la automatización del proceso de producción de la empresa minera Shouxin Perú S. A.

Desarrollar y mejorar un buen control y monitoreo de los equipos eléctricos en el proceso de producción de la empresa minera Shouxin S. A., enriquece de muchos conocimientos para el desarrollo profesional y mejoras de procesos para el empleador. En efecto, se concluye que la formación laboral es una pieza fundamental para el presente bachiller en ingeniería eléctrica, ya que constituye la herramienta pedagógica básica que le permite trascender en el abordaje de conocimientos teóricos abstractos, tomar contacto con la realidad desde el inicio de la formación e intervenir en ella contribuyendo con la transformación de situaciones. De modo que, las funciones realizadas en la empresa minera Shouxin S. A., proporcionó la suficiente experiencia y conocimiento para cumplir los objetivos planteados. La elaboración del presente proyecto es producto de la experiencia laboral práctica del presente investigador en el campo de la ingeniería eléctrica, desarrollando actividades como inspección en campo, diseño, ejecución del proyecto y puesta en funcionamiento con responsabilidad honestidad, respeto y excelencia en el trabajo.

INTRODUCCIÓN

El bien común de todo profesional universitario es desarrollarse y afinar sus competencias adquiridas durante los años de estudio en la carrera de ingeniería eléctrica en la Universidad Continental y esto se hace realidad con el desarrollo profesional en cada una de sus labores, esto incentiva el interés de la investigación científica y un contacto con la realidad.

La elaboración del presente trabajo de suficiencia profesional es producto de la experiencia laboral práctica del presente investigador en el campo de la ingeniería eléctrica, desarrollando actividades como inspección en campo, diseño, ejecución del proyecto y puesta en funcionamiento con responsabilidad, honestidad, respeto y excelencia en el trabajo.

Para una buena presentación de este informe se optó por dividirlo en cinco capítulos, con el fin de que el material sea didáctico y de consulta para los estudiantes y profesionales interesados en el tema:

En el capítulo I se detallan los aspectos generales de la empresa como los datos generales, actividades principales, historia de la empresa, organigrama, visión, misión y bases legales.

En el capítulo II se detallan los aspectos generales de las actividades profesionales como diagnóstico situacional del proyecto, identificación de oportunidades, objetivos de la actividad profesional y resultados esperados.

En el capítulo III se detalla el marco teórico como actividad realizada en el proyecto, estudio definitivo y ejecución del proyecto.

En el capítulo IV se detalla la descripción de las actividades profesionales como aspectos técnicos de la práctica profesional y ejecución de estas actividades.

En el capítulo V se detallan los resultados finales de las actividades realizadas, logros alcanzados y aporte del bachiller en la empresa.

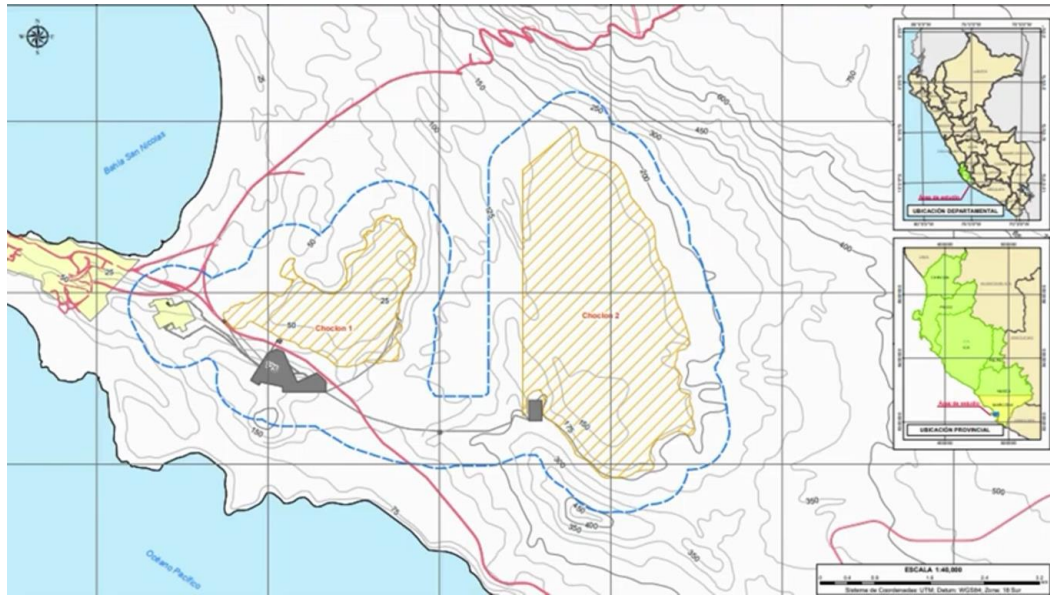
CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Datos generales de la empresa

La minera Shouxin Perú S. A. es una empresa conjunta, conformada por la *China Baiyin Nonferrous Group* con (51 %) y la peruana *Shougang Hierro Perú S. A. A.* (49 %) para la explotación de yacimientos en Perú. Posee el proyecto de recuperación de relaves de cobre, zinc y hierro en la mina Marcona, en el departamento peruano de Ica.

Nombre comercial:	Shouxin Perú S. A.
Numero de RUC:	20392776975
Ubicación:	Ica – Nazca – Marcona
Actividad:	proceso de relave de Shougang Hierro Perú S. A. A.
Tipo de extracción minera:	cielo abierto
Metales de extracción:	cobre, zinc y hierro
Producción anual estimada:	8 m
Reservas:	relaves de proceso de Shougang Hierro Perú S. A. A.
Planta de beneficio:	planta concentradora polimetálica por flotación
Leyes de concentración:	Cu = 20 % Cu / Zn = 42 % Zn / Fe = 66 % Fe



**Figura 1. Ubicación de minera Shouxin S. A.
Tomada de Minera Shouxin S. A.**

1.2. Actividades principales de la empresa

De conformidad con los estatutos de la compañía, el objeto social de empresa minera Shouxin S. A., son las actividades de industria minera como cateo, prospección, explotación, labor general, beneficio, comercialización y transporte minero. Pudiendo también actuar como contratista minera.

Actividad: proceso de relave de Shougang Hierro Perú S. A. A.

Fecha de inicio de actividades

Tipo de extracción minera: cielo abierto

Metales de extracción: cobre, zinc y hierro

Producción anual estimada: 8 m

Reservas: relaves de proceso de Shougang Hierro Perú S. A. A.

Planta de beneficio: planta concentradora polimetálica por flotación

Leyes de concentración: Cu = 20 % Cu / Zn = 42 % Zn / Fe = 66 % Fe



*Figura 2. Minera Shouxin Perú S. A.
Tomada de minera Shouxin S. A.*

1.3. Historia de la empresa

La empresa minera Shouxin Perú S. A., conformada por *Baiyin Nonferrous Group* con (51 %) y *Shougang Hierro Perú S. A. A.* (49 %), solicitó a las autoridades el permiso para aumentar la capacidad de procesamiento de su planta concentradora de 6,8 millones de toneladas al año (20 606 t/d) hasta 8 millones de toneladas al año (24 242 t/d), «utilizando la misma cantidad de equipos en todas las áreas de la planta» y «agregando únicamente una bomba pistón con las mismas características que las que están actualmente operando».

El proyecto de explotación integral de relaves de la minera Shouxin Perú está constituida por la inversión conjunta de *Baiyin Nonferrous Group*, con (51 %) y *Shougang Hierro Perú S. A. A.* (49 %). La compañía fue fundada en 2011 y tiene su sede en Lima. Este proyecto se encuentra en San Juan de Marcona, departamento de Ica, ciudad costera situada en el litoral medicinal del Perú, aledaña a la planta de Shougang Hierro Perú.



**Figura 3. Minera Shouxin empresa filial de la empresa Shougang Hierro Perú
Tomada de minera Shouxin S. A.**

En junio de 2015 el proyecto de Shouxin inicio la construcción de su planta de beneficio, que culminó en marzo del 2017. En diciembre de dicho año dio por terminada la etapa de prueba, comenzando así la de operaciones. Los equipos principales son importados de china. La inversión del proyecto alcanza el monto total de 200 millones de dólares.

El objetivo principal de Shouxin es la recuperación de metales valiosos como cobre, zinc y hierro contenidos en los relaves de Shougang, esto se realiza mediante la tecnología de flotación, aprovechando los reactivos que son resultados de la investigación y desarrollo independiente de Baiyin. Los productos principales que se obtienen son concentrados de cobre zinc y hierro, los relaves se transportan después a otra relavera con alta densidad y el agua de obra se recicla retornando a los procesos de producción.

El proyecto de Shouxin ha sido diseñado para tener una capacidad anual de procesamiento de 6.8 millones de toneladas de relaves con un rendimiento de 18 000 toneladas de finos de cobre y 650 000 toneladas de concentrados de hierro.

En el 2018 con el término de la construcción y con el inicio de las operaciones de la nueva zona de Shougang la capacidad anual del proyecto de Shouxin aumentó la capacidad de 7.4 a 8 millones de toneladas, a través del mejoramiento de la capacidad de producción en el año 2019 se procesa más de 10 millones de toneladas de relaves.

Para la gestión del proyecto Shouxin cuenta con un sistema completo de administración habiendo creado para ello seis gerencias.

- Gerencia de Producción y Tecnología
- Gerencia de Gestión y Finanzas
- Gerencia de Relaciones Públicas
- Gerencia de Recursos Humanos
- Gerencia de Materiales
- Gerencia de Seguridad, Medio Ambiente y Salud Ocupacional

Actualmente, Shouxin cuenta con más de 300 trabajadores peruanos en su planilla y ha promovido más de 3000 puestos de forma directa e indirecta. Cada año, Shouxin paga más de 18 millones de soles de impuestos al gobierno peruano, además Shouxin no deja de hacer esfuerzos para contribuir con la comunidad local a través de una interacción comunitaria, donaciones de caridad, capacitación y construcción de infraestructuras, entre otros; siendo el primer proyecto de explotación integral de relaves del país, la minera Shouxin tendrá un excelente futuro en beneficio del desarrollo del Perú.

1.3.1. Políticas de la empresa

1.3.1.1. Política integrada de seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y relaciones comunitarias

La minera Shouxin Perú S. A. es una compañía constituida en el Perú, dedicada a la industria minera, que realiza actividades de cateo, prospección, exploración, labor general, beneficio, comercialización y transporte minero, pudiendo actuar también como contratista minero conforme a la legislación de la materia.

La minera Shouxin Perú S. A. para alcanzar sus objetivos se compromete a:

1. Proteger a todos sus colaboradores en un ambiente de trabajo seguro y saludable, donde se prioriza en todo momento fomentar una cultura de prevención de riesgos y accidentes con daños a su personal, empresas terceras, equipo y medio ambiente en todas sus actividades.

2. El cumplimiento de la legislación nacional vigente aplicable a la seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, así como también todos los compromisos asumidos en forma voluntaria por la empresa.
3. Contar con un sistema de gestión de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente que sea compatible con los otros sistemas de gestión de la empresa.
4. Asegurar la consulta y participación de nuestros trabajadores, quienes deben ser informados y capacitados en todos los aspectos de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente de acuerdo con sus actividades, cumplimiento a la normatividad nacional vigente y nuestro sistema de gestión.
5. Revisar periódicamente, aplicando mecanismos que promuevan un proceso de mejora continua con la consulta y participación de nuestros trabajadores y sus representantes en el sistema de gestión de seguridad, salud ocupacional, medio ambiente, calidad y relaciones comunitarias, mediante la implementación de adecuadas medidas de previsión, prácticas, técnicas de control y mitigación en la protección de la seguridad, salud ocupacional y del medio ambiente.
6. Esta política será difundida a nivel de todos los trabajadores que laboran para la organización o en nombre de ella, siendo revisada en forma permanente. Además, la presente política se encontrará a disposición del público.

1.4. Organigrama

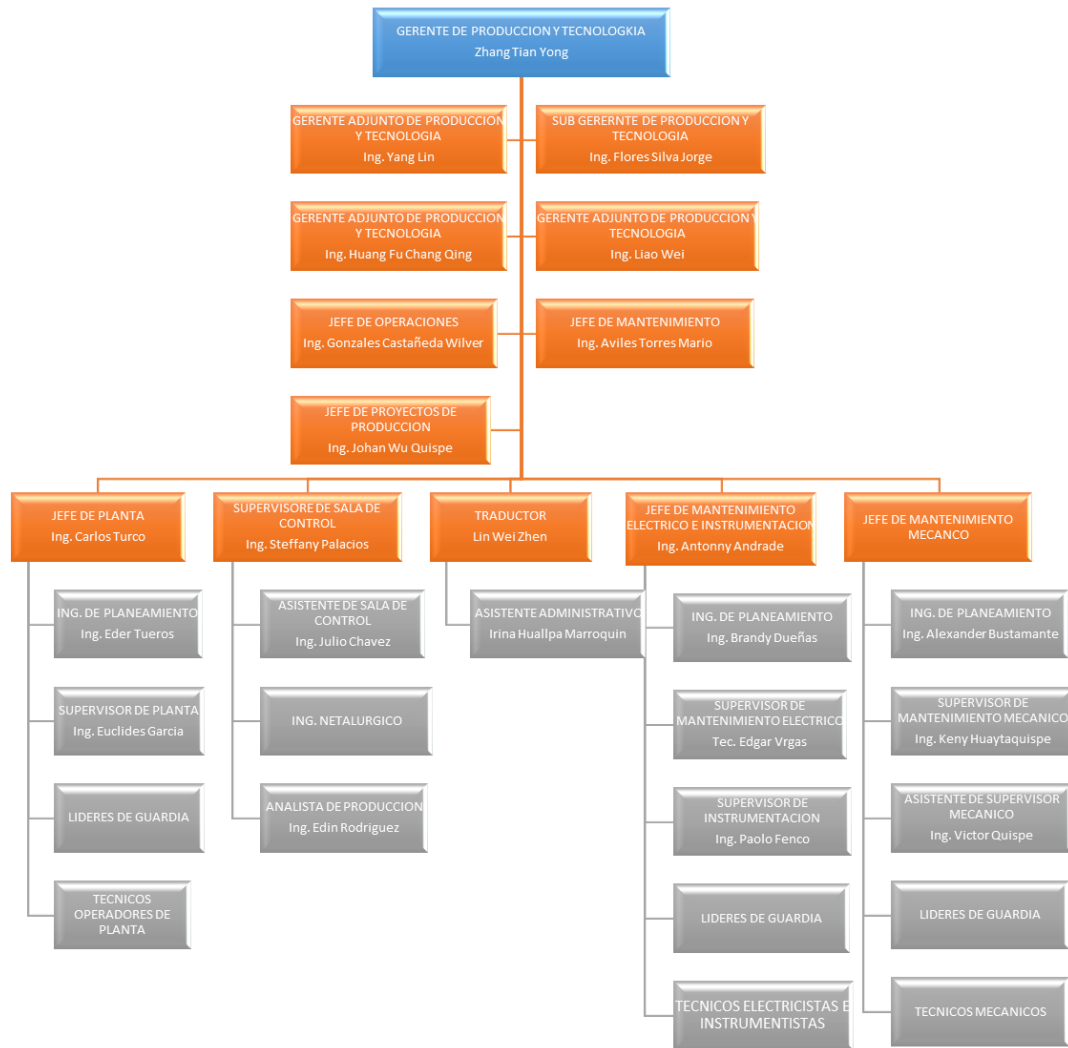


Figura 4. Organigrama

1.5. Visión y misión

1.5.1. Misión

Posicionarse en el mercado competitivo y asegurar el crecimiento productivo, rentabilidad económica, tener excelentes resultados en calidad, adaptabilidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente.

Crear nuevas oportunidades de trabajo generando servicios y negocios, impulsando el desarrollo económico regional, asegurando el desarrollo sostenible para mejorar la calidad de vida de nuestros trabajadores, colaboradores, socios y la sociedad en su conjunto.

1.5.2. Visión

Ser una empresa líder en el rubro, muy competitiva y de gran desempeño dentro del mercado nacional e internacional, poseedores de una excelente calidad de concentrados de cobre, hierro y zinc, cumpliendo con los más altos estándares de calidad, seguridad, salud, y medio ambiente, garantizando de este modo la satisfacción completa de nuestros clientes

1.5.3. Valores

- Seguridad
- Respeto
- Responsabilidad
- Objetividad
- Integridad

1.6. Bases legales

El expediente N.º 090-2020/SBNSDAPE que sustenta el procedimiento administrativo de aprobar la constitución del derecho de servidumbre a favor de la empresa minera Shouxin Perú S. A. para la ejecución del proyecto de inversión «Explotación de relaves», por el plazo de veinticinco años, sobre el predio de 13 441,73 m² ubicado en el distrito de Marcona, provincia de Nasca en el departamento de Ica, inscrito a favor del Estado en la partida N.º 11033200 de la Oficina Registral de Nasca de la Zona Registral N.º XI - sede Ica, y registrado con CUS N.º 59568 en el Sistema de Información Nacional de Bienes Estatales (Sinabip).

1.6.1. Normas legales aplicables al proyecto

- Decreto supremo N.º 014-92.EM, texto único ordenado de la ley general de minería
- Decreto supremo N.º 040-2014.EM, reglamento de protección y gestión ambiental para las actividades de explotación, beneficio de labor general, transporte y almacenamiento minero (1)
- Decreto supremo N.º 024-2016-EM. Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería (1)
- Resolución ministerial N.º 209-2010-MEM/DM. Disponen la presentación de declaración jurada anual de coordenadas UTM (PSAD 56) con la presentación de la declaración anual consolidada correspondiente al año 2009 y modifican formulario aprobado por R. M. N.º 184-2005-MEM/DM

- Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería D. S. 024-2016-EM, y su modificatoria D. S. 023-2017-EM (1)

1.6.2. Normas legales ambientales

- Ley N.º 28611. Ley general del ambiente
- Ley N.º 30327. Ley de promoción de las inversiones para el crecimiento económico y el desarrollo sostenible
- Ley N.º 27446. Ley del sistema nacional de evaluación del impacto ambiental
- D. S. N.º 019-2009-Minam. Reglamento de la ley N.º 27446
- D. S. N.º 002-2009-Minam. Reglamento sobre transparencia, acceso a la información pública ambiental y participación y consulta ciudadana en asuntos ambientales.

1.6.3. Documentos administrativos (1; 2; 3)

- IPERC (identificación de peligros, evaluación de riesgos y control)
- PETS (procedimiento escrito de trabajo seguro)
- PETAR (permiso escrito para trabajos de alto riesgo)
- ATS (análisis de trabajo seguro)
- CNE (código nacional de electricidad)
- PETS-1 SX-101-MEI-101 Procedimiento de monitoreo de motores en baja tensión
- PETS-19 SX-101-MEI-019 Procedimiento de contrastación de instrumentos
- PETS 20 SX-101-MEI-020 Procedimiento de tablero de control y PLC
- PETS 43 SX-101-MEI-043 Procedimiento de mantenimiento, montaje y desmontaje de motores de 200 kW
- PETS 37 SX-101-MEI-037 Procedimiento de calibración de flujómetros
- PETS 36 SX-101-MEI-036 Procedimiento de mantenimiento de variadores Schneider de baja tensión
- PETS 45 SX-101-MEI-045 Procedimiento de montaje de antenas de comunicación
- PETS 52 PETS SX-MSP-MEI-052 Procedimiento para canalización con elementos Conduit
- PETS 48 SX-101-MEI-048 Procedimiento de bloqueo

1.7. Descripción del área donde se realizaron las actividades preprofesionales

Las actividades encomendadas como técnico de mantenimiento eléctrico lo realicé en la zona 570-barcaza área de bombeo de agua que suministra a la planta concentradora, bajo los conocimientos de diseños de diagramas eléctricos en AutoCAD, control de motores eléctricos de bomba de agua con variadores de frecuencia y cursos básicos de instrumentación industrial.

Especialmente, en el proyecto eléctrico de «implementación de un sistema de control y monitoreo de motores de bomba de agua de 200 kW, mediante un sistema de radioenlace basado en un PLC s7-300» en donde se desarrollaron las habilidades del investigador aplicando los conocimientos adquiridos en la Universidad Continental.

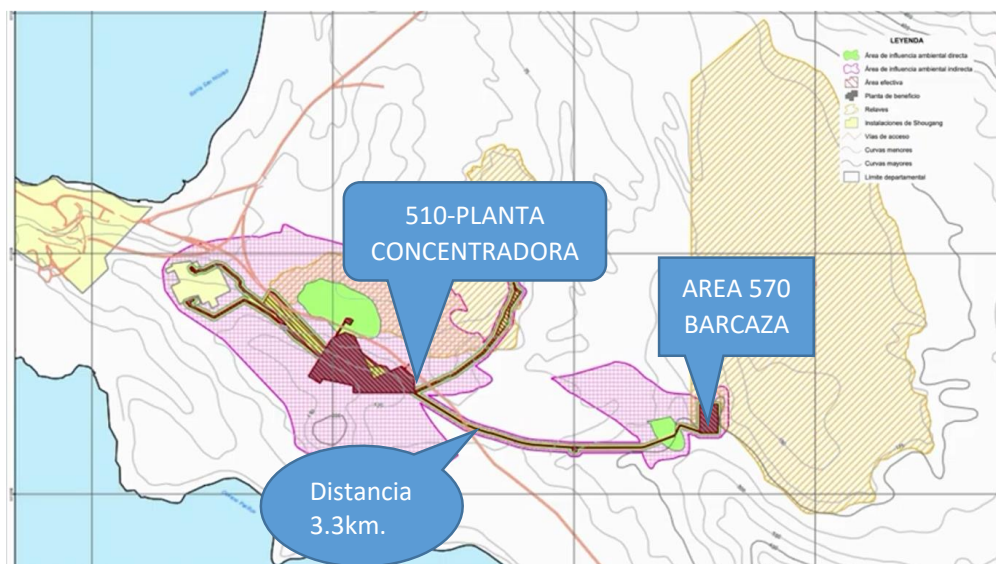


Figura 5. Distancia que recorre la tubería de agua (3)

La distancia que recorre el agua desde la zona del relave para llegar hasta la planta es de aproximadamente 3.3 km de distancia y la sección de las dos tuberías son de 10».

1.8. Descripción del cargo y las responsabilidades del bachiller en la empresa

En la empresa minera Shouxin Perú, yo, Ronal Reigan Vigilio Cecilio, actualmente ocupo el puesto de técnico de mantenimiento eléctrico bajo la modalidad de «contrato por necesidad de mercado» y de acuerdo con el MOF cumplo principalmente las siguientes funciones:

- Efectuar la programación de los trabajos de mantenimiento preventivo y predictivo en coordinación con el supervisor de mantenimiento eléctrico y jefatura de mantenimiento eléctrico e instrumentación.

- Coordinar los recursos necesarios para la ejecución de mantenimiento preventivo y correctivos
- Ejecutar las ordenes de trabajo cumpliendo con los estándares y procedimientos
- Efectuar el reemplazo de componentes eléctricos en equipos de planta que presente criticidad
- Informar a supervisión y jefatura de mantenimiento eléctrico e instrumentación sobre los avances e inconvenientes en los trabajos realizados o por realizar
- Verificar y controlar los avances de mantenimiento preventivo y predictivo
- Coordinar la disponibilidad y utilización de recursos necesarios para el cumplimiento de los programas de mantenimiento
- Cumplir con la política integrada en materia de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente
- Cumplir con los estándares, procedimientos, políticas y sistemas de gestión establecidos por Minera Shouxin S. A.
- Cumplir con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería D. S. 024-2016-EM, y su modificatoria D. S. 023-2017-EM; y así como los reglamentos internos de la empresa

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

2.1. Diagnóstico situacional del proyecto

La empresa minera Shouxin Perú dedicada a la explotación de yacimientos desarrolla el proyecto de recuperación de relaves pertenecientes a la empresa Shougang Hierro Perú.

Actualmente, se procesan más de 10 millones de toneladas anuales, que describe una fuente de consumo de agua directa, hasta la estabilización del sistema de operaciones y procesos para luego trabajar la planta con agua recirculada que proviene del depósito de relaves choclón N.º 1 de la minera Shougang.

En dicho relave se cuenta con dos bombas para el sistema de recirculación que bombean el agua hasta el área 610-agua recuperada y de ahí se distribuye el agua a toda la planta y son operadas manualmente por un personal técnico en operaciones, con la finalidad de optimizar las pérdidas de horas-hombre en cuanto al control de flujo de agua que requiere la planta, para su correcto funcionamiento se ve en la necesidad y obligación de seguir automatizando sus procesos gracias a las nuevas investigaciones y tecnologías innovadoras para ver de qué manera se puede contribuir a reducir el costo de horas-hombre en la operación, implementando un sistema de monitoreo de flujo y control de motores de bombas de agua, mediante un sistema de radioenlace basado en un PLC S7-300, que permitirá regular y visualizar el flujo de agua que alimenta a toda la planta desde la sala de control sin la necesidad de que ningún personal llegue al punto de bombeo (3).



Figura 6. Motor 1 y motor 2 en el area de barcaza (3)

2.2. Identificación de oportunidad en el área de actividad profesional

A fin de maximizar la mejora continua de la minera Shouxin que a su vez permite mejorar los procesos productivos faculta a todos sus trabajadores de distintas áreas presentar proyectos innovadores que permitan mejorar y optimizar el proceso de producción, es así como surgió la idea para dar solución al problema existente que se sustentó en el problema situacional.

Las actividades realizadas en la presente solución enriquecieron con mucho conocimiento al presente investigador, que tuvo a su cargo realizar el diseño, la ejecución y la puesta en marcha del proyecto, de esta manera favoreció el poder aprovechar al máximo todas las experiencias adquiridas a lo largo del periodo laboral con el único fin de ser un valor presente más en la empresa minera Shouxin Perú. Colaborando e investigando nuevas tecnologías innovadoras que ayuden a mejorar el proceso productivo (3).



Figura 7. Personal operador, regulando frecuencia en barcaza (3)

2.3. Objetivos de la actividad profesional

2.3.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de control y monitoreo de motores de bomba de agua de 200 kW, mediante un sistema de radioenlace basado en un PLC S7-300 en la minera Shouxin Perú S. A.

2.3.2. Objetivos específicos

Realizar el análisis y el diseño de planos de circuitos eléctricos de control para monitorear y controlar el flujo de agua mediante bombas que serán controladas a larga distancia.

Lograr los objetivos realizando todo el proceso de ejecución y puesta en funcionamiento del presente proyecto.

2.4. Justificación de la actividad profesional

2.4.1. Teórico

Las participaciones profesionales dentro de la elaboración del diseño, desarrollo y puesta en funcionamiento del presente proyecto complementan la formación, permitiendo así desarrollar cualidades profesionales y, a su vez, aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso de estudios en la universidad.

Desarrollar una estrategia de automatización y aplicarlo en una empresa catalogado como gran minería es una forma de ver el mundo actual, además, contribuye a fortalecer el grado de confianza y seguridad profesional, por esta razón, los profesionales que hayan tenido la oportunidad de desarrollar un proyecto antes o después de culminar una carrera profesional cuentan con un perfil atractivo y competitivo frente a los ojos de los empleadores.

2.4.2. Practico

Hoy en día, trabajar es una necesidad indispensable en la etapa de una carrera profesional, pero aún más importante es desarrollarse profesionalmente con la finalidad de adquirir experiencia práctica en base a los estudios realizados y así formar parte de una solución de gestión de activos automatizados que abarcan especialidades como mecánica, eléctrica e instrumentación.

Desarrollar y gestionar una buena implementación de un sistema de monitoreo y control de flujo de agua a larga distancia de la minera Shouxin Perú, enriquece de muchos conocimientos para el desarrollo profesional y mejoras de los procesos para el empleador.

2.5. Resultados esperados

- Confiabilidad en la efectividad del diseño, desarrollo y puesta en funcionamiento del presente proyecto.
- Cumplimiento eficiente del desarrollo del proyecto para su posterior funcionamiento.
- Confiabilidad y eficiencia en el monitoreo del flujo de agua que son suministrados desde la relavera hasta la planta concentradora.
- Confiabilidad y eficiencia en el control de regulación del flujo de agua que son suministrados para toda la planta concentradora a larga distancia sin la necesidad de regularlo manualmente.
- Se apoya a mejorar y reducir las pérdidas de horas hombre que tomaba para realizar las actividades de monitoreo y control en poco tiempo.

- El proceso de producción de toda la planta concentradora no se ve afectado por la deficiencia de suministro de agua.
- Poner conocimientos adquiridos en la Universidad Continental así como el esfuerzo y la capacidad de seguir aportando nuevas ideas a la empresa.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Bases teóricas de las actividades realizadas en el proyecto

3.1.1. Conceptos básicos

3.1.1.1. Subestación eléctrica

La subestación eléctrica es aquella instalación que forma parte de un sistema eléctrico de potencia.

El objetivo principal que tiene es modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, de esta manera, facilitar la transmisión, distribución y uso final de la energía eléctrica.

Los niveles de tensión normalizadas según el CNE en plantas industriales en nuestro país son de: 22.9 kV, 13.2 kV, 10 kV como distribución primaria y 440 V, 380 V y 220 V como distribución secundaria, acompañado de un sistema de protección contra sobretensiones y protección contra sobrecorriente.

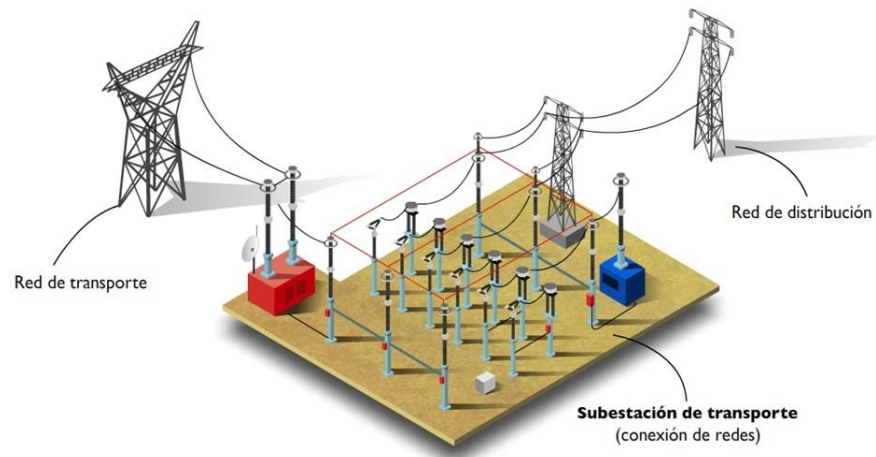


Figura 8. Subestación eléctrica
Tomada de Prezi.com

Las subestaciones pueden ser de dos tipos:

Subestaciones de transformación

Son las encargadas de transformar la energía eléctrica mediante transformadores y estas subestaciones pueden ser elevadoras o reductoras de tensión.

Subestaciones de maniobra

Son las encargadas de conectar dos o más circuitos y realizar sus maniobras. Por lo tanto, en este tipo de subestación la tensión no es transformada.

Los elementos principales en una subestación son:

3.1.1.2. Transformador

Es una máquina eléctrica estática que transfiere energía eléctrica de un circuito a otro, conservando la frecuencia constante, opera bajo el principio de inducción electromagnética y tiene circuitos eléctricos que están enlazados magnéticamente y aislados eléctricamente.

Interruptor de potencia: interrumpe y restablece la continuidad de un circuito eléctrico. La interrupción se debe efectuar con carga o corriente de corto circuito.

3.1.1.3. Cuchillas fusibles

Son elementos de conexión y desconexión de circuitos eléctricos. Tienen dos funciones: una como cuchilla desconectador, se conecta y desconecta, y otra como elemento de protección. El elemento de protección lo constituye el dispositivo fusible que se encuentra dentro del cartucho de conexión y desconexión.

3.1.1.4. Aparta rayos

Se encuentra conectado permanentemente en el sistema, descarga la corriente a tierra cuando se presenta una sobretensión de determinada magnitud. Su operación se basa en la formación de un arco eléctrico entre dos explosores cuando se alcanza el valor para el que está calibrado o dimensionado.

3.1.1.5. Transformadores de instrumento

Existen dos tipos: transformadores de corriente (TC), cuya función principal es cambiar el valor de la corriente en su nivel primario a otro en el secundario; y transformadores de potencia (TP), cuya función principal es transformar los valores de voltaje sin tomar en cuenta la corriente. Estos valores sirven como lecturas en tiempo real para instrumentos de medición, control o protección que requieran señales de corriente o voltaje.

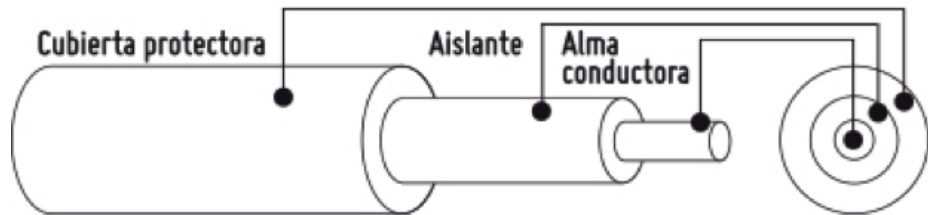
Barras, buses o cajas derivadores: Son las terminales de conexión por fase (4).

3.1.1.6. Cubículos o tableros eléctricos

Los tableros eléctricos son gabinetes en el que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente.

3.1.1.7. Conductores eléctricos

Desde el inicio de su recorrido en las centrales generadoras hasta llegar a los centros de utilización, las energías eléctricas son conducidas a través de líneas de transmisión y redes de distribución formadas por conductores eléctricos.



*Figura 9. Partes del conductor eléctrico
Tomada de Indeco*

A) Partes de un conductor eléctrico

- **Cubierta protectora:** el objetivo principal de esta parte de un conductor es proteger la integridad de la aislación y del alma conductora contra daños mecánicos como los golpes o raspaduras.
- **Aislante:** el objetivo en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula entre en contacto con las personas o con los objetos.
- **Alma conductora:** elemento conductor cuyo objetivo es servir de camino a la energía eléctrica.

B) Clasificación de los conductores eléctricos

a) Por su función

- Conductores para transporte de energía eléctrica
- Conductores de control y para transmisión de señales codificadas

b) Por su tensión

- Muy baja tensión (menor a 50 V)
- Baja tensión (de 50 hasta 1 kV)
- Media tensión (de 1 kV hasta 30 kV)
- Alta tensión (de 31 kV hasta 220 kV)
- Muy alta tensión (de 220 kV hasta 500 kV)

c) Por la naturaleza de sus componentes

- Conductores de cobre o aluminio
- Aislados con plástico, goma o papel impregnado
- Armados apantallados

C) Medida de los conductores eléctricos

Las medidas de los cables y alambres eléctricos se suelen categorizar en calibres si se trata del sistema AWG (*American Wire Gauge*), sin embargo, es más común conocerlos dependiendo del diámetro del cable en el sistema métrico decimal y categorizarlos en milímetros cuadrados dependiendo del diámetro de la sección. La siguiente tabla también es muy útil para saber las equivalencias de calibre en milímetros.

FOTO	CALIBRE / AWG	DIAMETRO EN MM	CONSUMO DE CORRIENTE	EJEMPLOS
	6	16mm	Muy alto	Aires acondicionados centrales, equipos industriales (se requiere instalación especial de 240 volts).
	8	10mm	Alto	Aires acondicionados, estufas eléctricas y acometidas de energía eléctrica.
	10	6mm	Medio - alto	Secadoras de ropa, refrigeradores, aires acondicionados de ventana.
	12	4mm	Medio	Hornos de microondas, licuadoras, contactos de casas y oficinas, extensiones de uso rudo.
	14	2.5mm	Medio - bajo	Cableado de iluminación, contactos de casas, extensiones reforzadas.
	16	1.5mm	Bajo	Extensiones de bajo consumo, lámparas.
	18	1mm	Muy bajo	Productos electrónicos como termostatos, timbres o sistemas de seguridad.

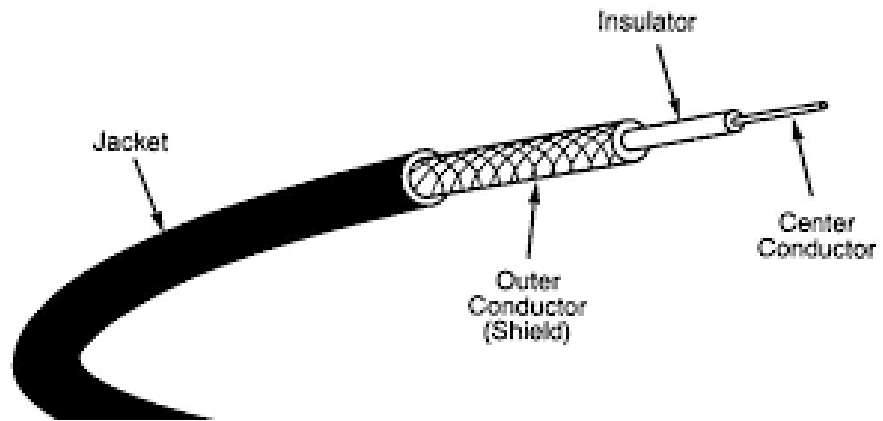
Figura 10. Sección de los conductores Tomada de Indeco

3.1.1.8. Conductores eléctricos

Los cables de instrumentación son cables multiconductores que transportan señales eléctricas de baja energía utilizadas para supervisar o controlar los sistemas de energía eléctrica y sus procesos asociados. Las funciones de medición y control son vitales en las aplicaciones de fabricación y procesamiento. Estas funciones dependen en gran medida de sus circuitos electrónicos. Las aplicaciones típicas incluyen el control de equipos industriales, la radiodifusión, los equipos de montaje o los sistemas de transporte masivo.

A) Los cables ARCNET

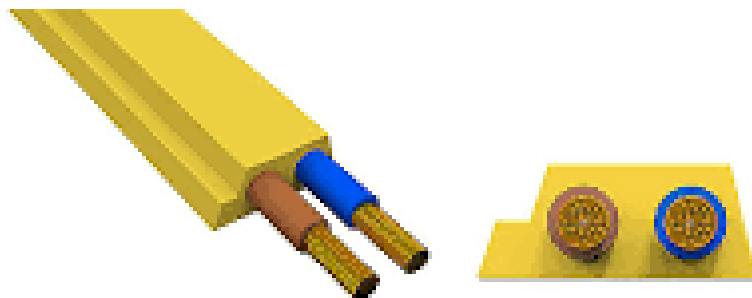
Se utilizan en redes ARCNET de alta velocidad, basadas en tokens, que proporcionan comunicaciones de red de área local (LAN) entre ordenadores industriales.



*Figura 11. Cable tipo ARCNET
Tomada de Centelsa*

B) Los cables AS-I

Se utilizan para conectar actuadores binarios, sensores y otros dispositivos AS-i. Estos cables bifilares suministran energía y transfieren datos.



*Figura 12. Cable tipo AS-I
Tomada de Centelsa*

C) Los cables CANbus

Se utilizan en redes de datos en serie de alta velocidad, diseñadas para entornos eléctricos difíciles. Se utilizan ampliamente en la industria del automóvil.



*Figura 13. Cable tipo CANbus
Tomada de Centelsa*

D) Los cables CANopen

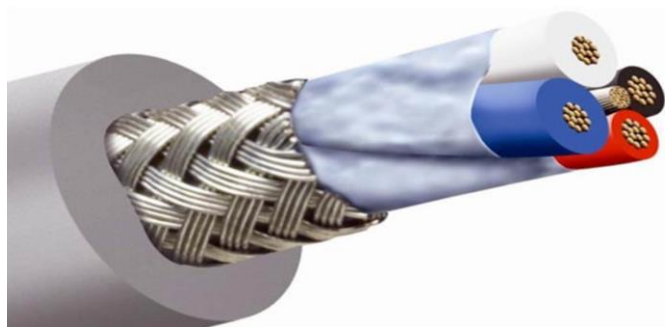
Se utilizan con un protocolo de bus de campo de comunicaciones industriales que se basa en *CANbus*.



*Figura 14. Cables tipo CANopen
Tomada de Centelsa*

E) Los cables DeviceNet

También utilizan el protocolo de red de área de controlador (CAN), pero suelen conectar dispositivos como interruptores de límite, células fotoeléctricas, colectores de válvulas, arrancadores de motor, accionamientos y pantallas de operador a controladores lógicos programables (PLC) y ordenadores personales.



*Figura 15. Cable tipo DeviceNet
Tomada de Centelsa*

F) Los cables de *bus* de campo

Se utilizan para conectar dispositivos industriales como actuadores, sensores, transductores y controladores. En la jerarquía de las redes de planta, el entorno del *bus* de campo es el grupo de nivel básico.



*Figura 16. Cable tipo buscampo
Tomada de Centelsa*

G) Los cables *profibus*

Utilizan un estándar de *bus* de campo independiente del proveedor que es adecuado para aplicaciones de automatización de procesos y de fabricación.

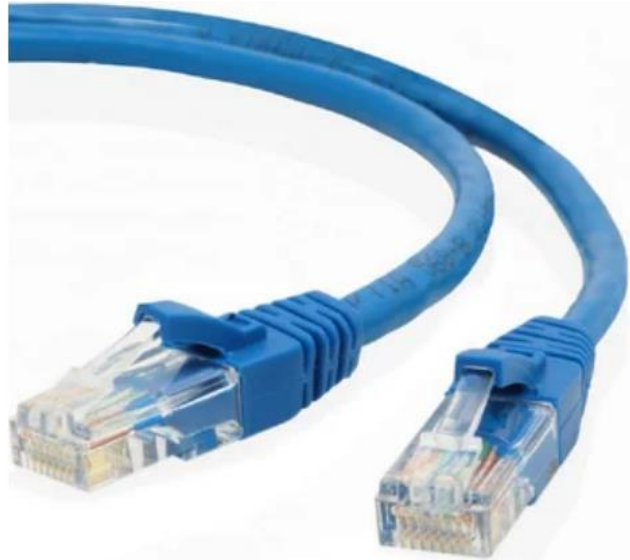


*Figura 17. Cable tipo profibus
Tomada de Centelsa*

H) Los cables P-Net

Se ajustan a una norma europea (EN 50 170 Vol. 1) que ahora forma parte de la norma internacional de bus de campo (IEC 61558 Tipo 4).

Los compradores también pueden adquirir cables de alimentación y multiconductores que no se adhieren a un tipo de red o protocolo de comunicaciones específico.

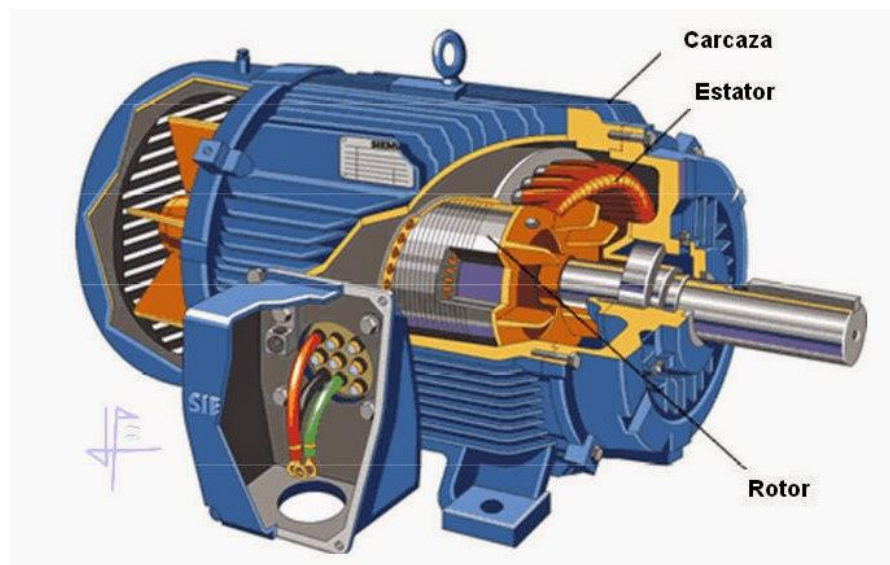


*Figura 18. Cables P-NET
Tomada de Centelsa*

3.1.1.9. Motores eléctricos

Los motores eléctricos son máquinas que absorben energía eléctrica por los bornes para transformar la energía eléctrica a la energía mecánica por medio de campos magnéticos variables.

Los motores eléctricos se componen de dos partes, una fija llamada estator y una móvil llamada rotor. Estos funcionan generalmente bajo el principio de magnetismo.



*Figura 19. Motor eléctrico
Tomada de hvhindustial.com*

A) Clasificación de los motores de acuerdo con el tipo de corriente utilizada

a) Motores de corriente continua

- De excitación independiente
- De excitación en serie
- De excitación (*shunt*) o derivación
- De excitación compuesta

b) Motores de corriente alterna

- **Motores síncronos:** estos motores tienen la característica de que su velocidad de giro es directamente proporcional a la frecuencia de la red alterna que lo alimenta y son utilizados en aquellos casos donde se requieren que la velocidad sea constante.
- **Motores asíncronos:** llamados también motores de inducción son las máquinas de impulsión más usadas pues son sencillas, seguras y baratas.

c) Monofásicos

- De bobinado auxiliar
- De espiar en corto circuito
- Universal

d) Trifásicos

- De rotor bobinado
- De rotor en cortocircuito (jaula de ardilla)

e) Sistemas y arranques de motores trifásicos

- Conexión de los motores trifásicos de acuerdo con el nivel de tensión de 12 terminales.
- Sistema 440 V (conexión de doble triángulo en serie)

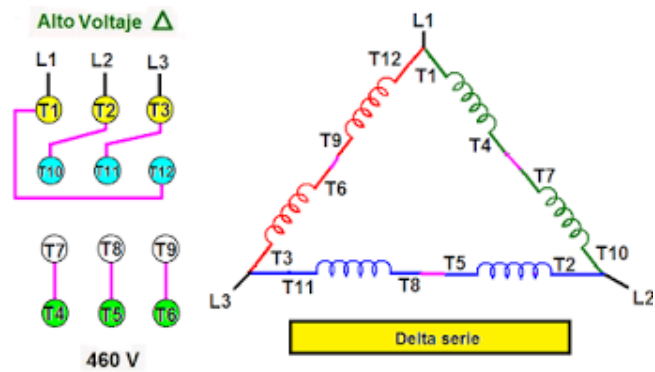


Figura 20. Conexión doble estrella en serie
Tomada de Consorcio de Ingeniería Eléctrica

- Sistema 380 V (conexión doble estrella en serie)

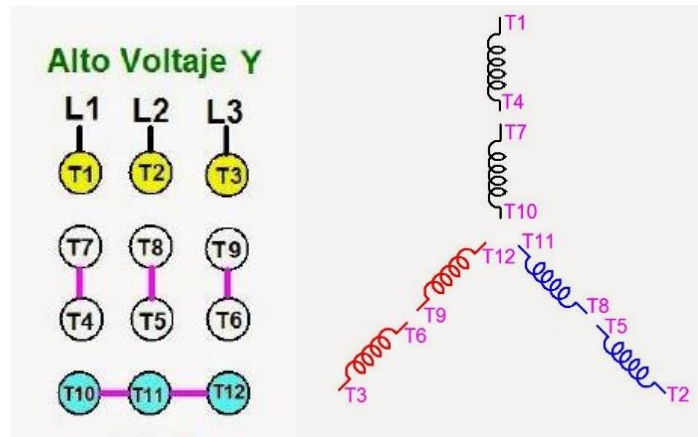


Figura 21. Conexión doble triángulo en serie
Tomada de Consorcio de Ingeniería Eléctrica

- Sistema 220 V (conexión doble triángulo en paralelo)

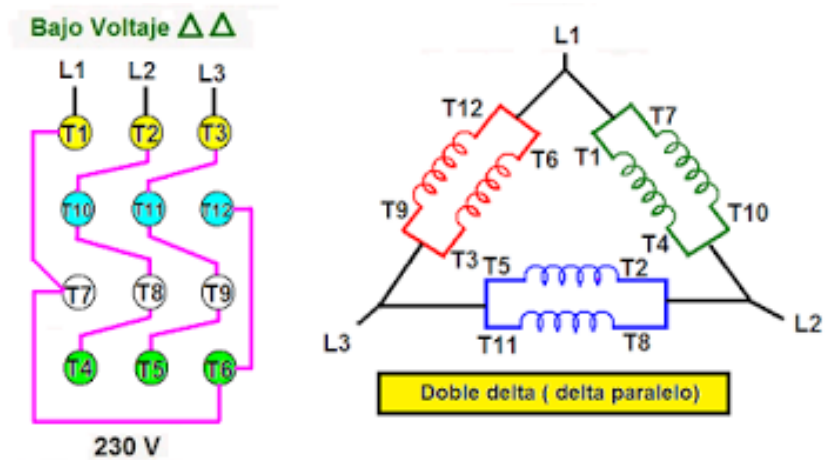


Figura 22. Conexión doble triángulo en paralelo
Tomada de Consorcio de Ingeniería Eléctrica

- Conexión de los motores trifásicos de acuerdo con el nivel de tensión de 6 terminales.
- Sistema 440 V (conexión triángulo en serie)

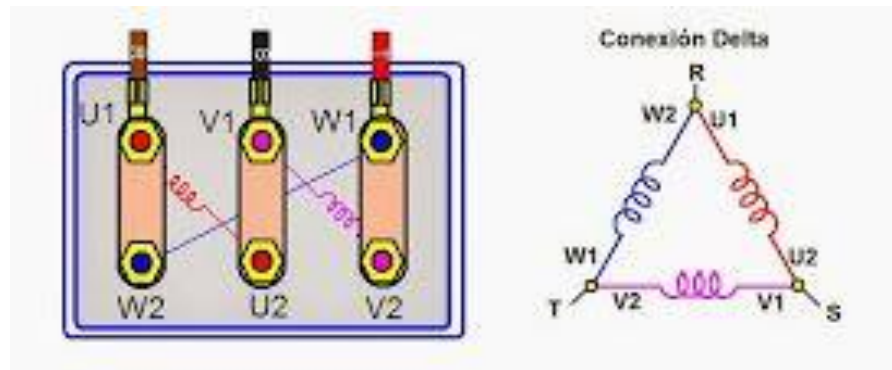


Figura 23. Conexión en triángulo
Tomada de Consorcio de Ingeniería Eléctrica

- Sistema 380 V (conexión estrella en serie)

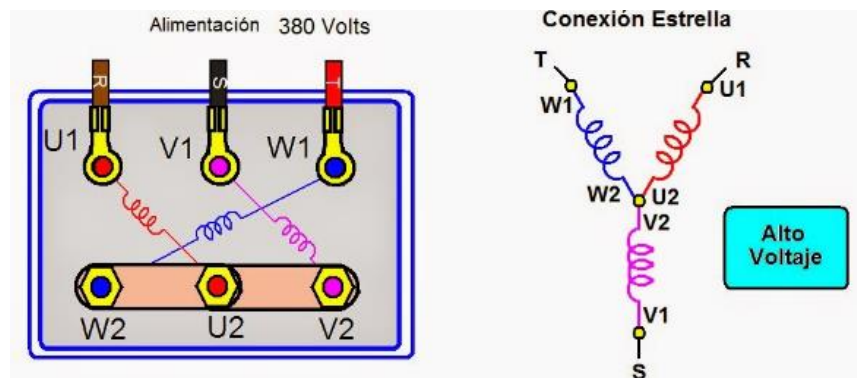


Figura 24. Conexión en estrella
Tomada de Consorcio de Ingeniería Eléctrica

- Sistema 220 V (conexión triángulo en serie)

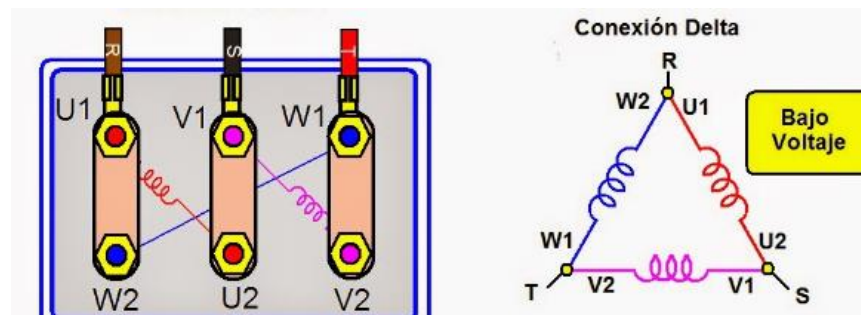


Figura 25. Conexión en triángulo
Tomada de Consorcio de Ingeniería Eléctrica

- Conexión de los motores monofásicos, generalmente son empleados en el uso doméstico, los motores monofásicos son muy parecidos a los trifásicos, con el inconveniente de que su rendimiento y factor de potencia son inferiores.

f) Tipos de arranques de motores

Existen cuatro tipos más comunes que se utilizan en las industrias para arrancar un motor trifásico, y estas son:

- Arranque directo
- Arranque estrella triángulo
- Arranque con arrancador suave
- Arranque con variador de frecuencia

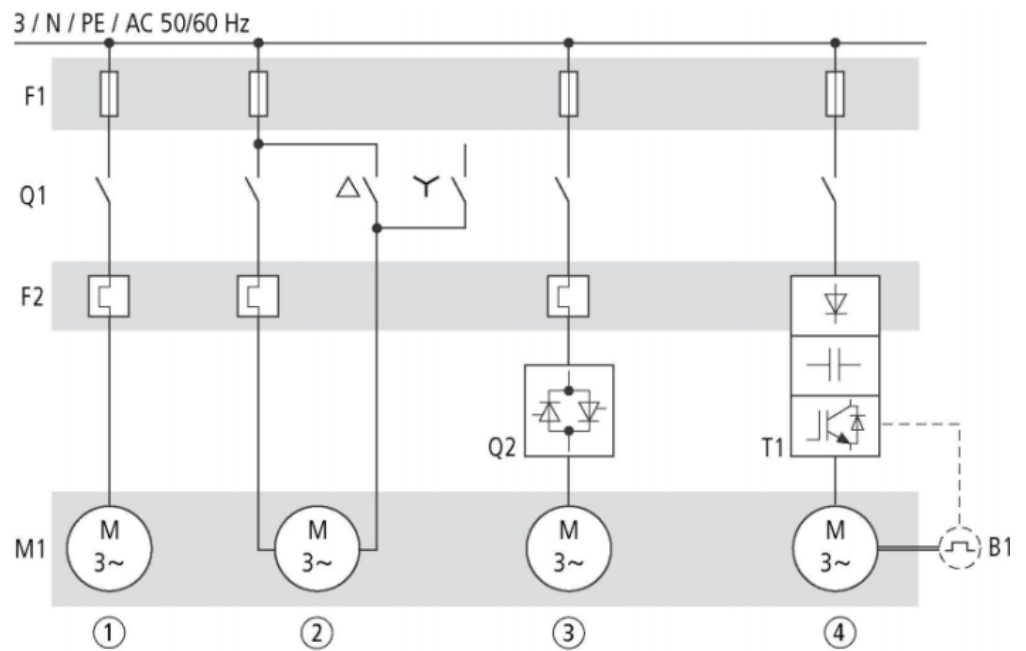


Figura 26. Los cuatro tipos de arranques más comunes
Tomada de Consorcio de Ingeniería Eléctrica

- **Arranque directo:** es uno de los métodos más simples para dar arranque a un motor de inducción. Simplemente, consiste en conectar los devanados estáticos directamente con él.

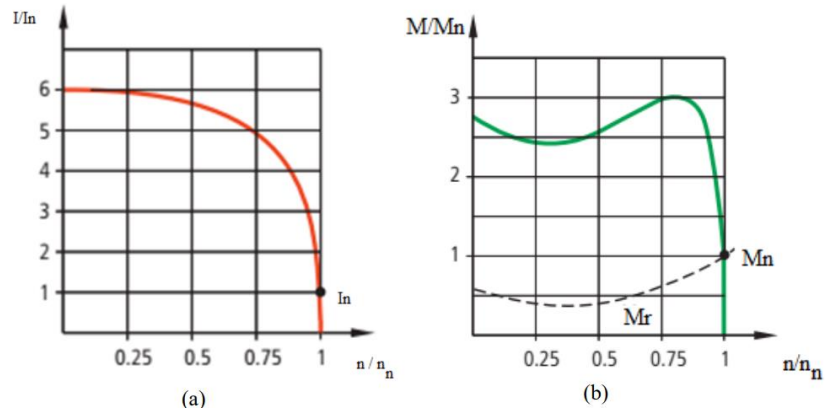


Figura 27. Evolución de la corriente absorbida (estática) y de la cupla desarrollada con la velocidad
Tomada de todoelectrico.tech

- **Arranque estrella triángulo:** llamados también motores de inducción son las máquinas de impulsión más usadas, pues son sencillas, seguras y baratas.

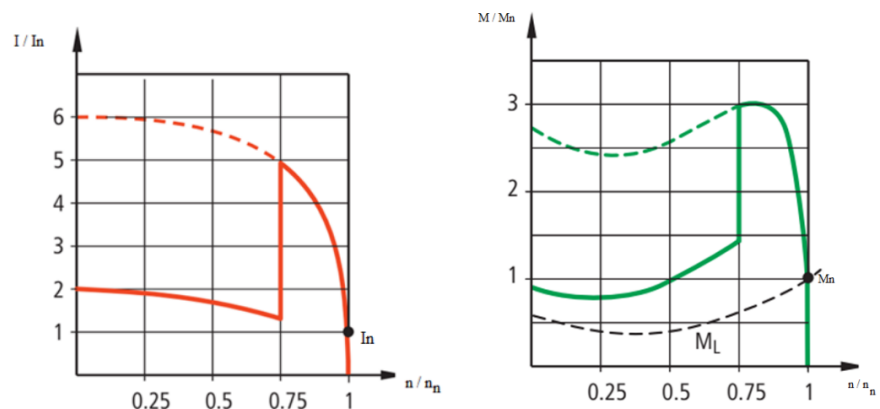


Figura 28. Evolución de la corriente y del par de motor de un arranque estrella triángulo
Tomada de todoelectrico.tech

- **Arranque con arrancador suave:** en muchos casos los dos tipos de arranques mencionados en la parte anterior no son la mejor opción para arrancar un motor trifásico de inducción, ya que las grandes corrientes pico pueden influenciar a la red eléctrica y, la conmutación de ambos arranques, pueden someter a esfuerzos mecánicos y a los componentes de la máquina. El arrancador suave provee una solución óptima a los problemas mencionados, ya que proporciona una tensión que crece en el tiempo en forma de rampa continua.

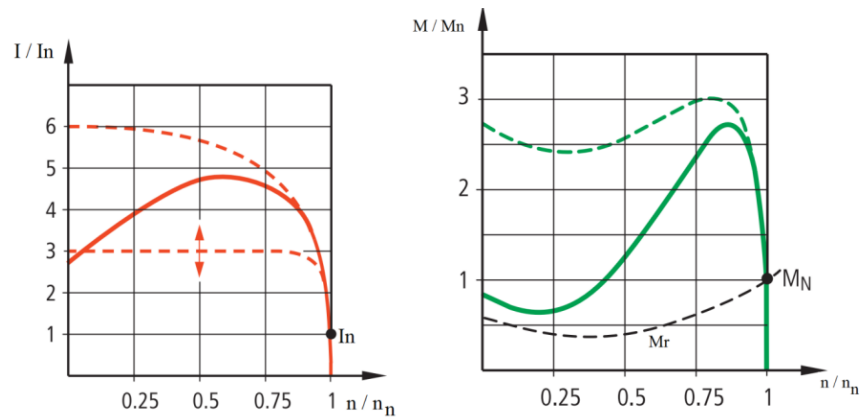


Figura 29. Características de corriente y de par de función de velocidad
Tomada de *todoelectrico.tech*

- **Arranque con variador de frecuencia:** este tipo de arranque son la mejor solución para implementar arranques continuos y sin conmutaciones para motores trifásicos de inducción. Estos poseen la capacidad de variar la frecuencia de la tensión aplicada al estator del motor, además limitan la corriente que produce los picos de corriente en la red y mitigan los esfuerzos mecánicos en diferentes partes de la máquina.

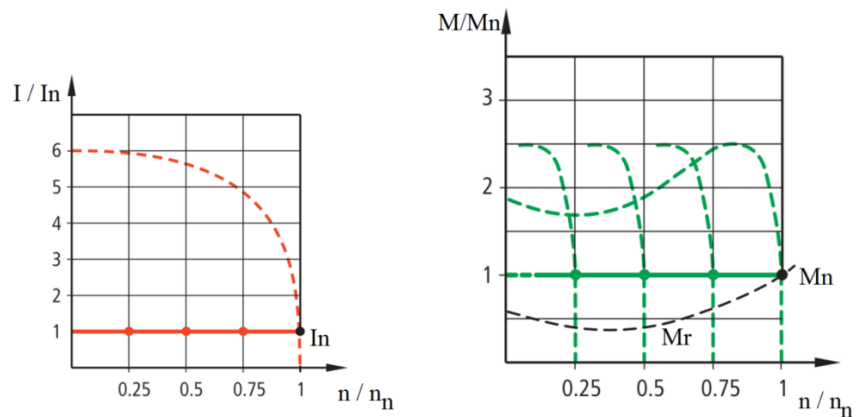


Figura 30. Evolución de la corriente y del par con la velocidad mecánica, utilizando un VDF
Tomada de *todoelectrico.tech*

3.1.1.10. Bombas

Siempre que tratemos cualquier tema relacionado con la circulación de fluidos, estamos de alguna manera entrando al tema de bombas. El funcionamiento será la de un convertidor de energía, es decir, transformará la energía mecánica en energía cinética, generando presión y velocidad en el fluido. Existen muchos tipos de bombas para diferentes aplicaciones, las

bombas se clasifican en base a una gran cantidad de criterios, que van desde sus aplicaciones, materiales de construcción, hasta su configuración mecánica.

Un criterio básico que incluye una clasificación general es el que se basa en el principio por el que se adiciona energía al fluido (5).

Bajo este criterio las bombas se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- a) bombas de desplazamiento positivo
- b) bombas rotodinámicas



*Figura 31. Tipos de bombas
Tomada de sindex.com*

B) Bombas de desplazamiento positivo

Las bombas de desplazamiento positivo funcionan con bajas capacidades y altas presiones en relación con su tamaño y costo. Este tipo de bomba resulta la más útil para presiones extremadamente altas, para operación manual, para descargas relativamente bajas, para operación a baja velocidad, para succiones variables y para pozos profundos cuando la capacidad de bombeo requerida es muy poca.

Y dentro de este tipo de bombas existen dos clases de bombas:

- Bombas reciprocantes
- Bombas rotatorias
- Bombas rotodinámicas

a) Bombas reciprocantes

En las bombas reciprocantes el pistón crea un vacío parcial dentro del cilindro, permitiendo que el agua se eleve, ayudada por la presión atmosférica. Como hace falta un espacio determinado de tiempo para que se llene el cilindro, la cantidad de agua que entra al espacio de desplazamiento dependerá de la velocidad de la bomba, el tamaño de las válvulas de entrada y la efectividad del material de las válvulas y del pistón.

b) Bombas rotatorias

Las bombas rotatorias son unidades de desplazamiento positivo, que consisten en una caja fija que contiene engranes, aspas u otros dispositivos que rotan, y que actúan sobre el líquido atrapándolo en pequeños volúmenes entre las paredes de la caja y el dispositivo que, rota desplazando de este modo el líquido de manera similar a como lo hace el pistón de una bomba reciprocante.

c) Bomba rotodinámica

En este tipo de bomba, la energía mecánica que recibe puede ser de un motor eléctrico, térmico, etc. y posteriormente la convierte en energía hidráulica, que el fluido adquiere en forma de presión, de posición o de velocidad.

Y este tipo de bomba también se subdivide en tres grandes grupos:

- Centrífuga
- Periférica
- Especial

d) Bomba centrífuga

Toda bomba centrífuga basa su funcionamiento en el aprovechamiento de la fuerza de un impulsor, que gira a cierta velocidad dentro de una carcasa y que su movimiento impulsa al fluido en contacto con él, hacia la periferia con cierta velocidad.

Este tipo de bomba presenta una clasificación de acuerdo con la trayectoria del fluido en el interior del impulsor:

- Bomba de flujo radial: el movimiento del flujo se inicia en un plano paralelo al eje de giro del impulsor de la bomba y termina en un plano perpendicular a este. Estas bombas pueden ser verticales y horizontales.
- Bomba de flujo axial: la dirección del fluido en el impulsor es en forma axial y alrededor del eje de giro del impulsor de la bomba, sin tener cambios de dirección. Estas bombas desarrollan su carga por la acción de un impulsor o elevación de los álabes sobre el líquido y usualmente son bombas verticales de un solo paso.
- Bomba de flujo mixto: el movimiento del fluido dentro del impulsor se desarrolla en tres direcciones, tangencial radial y axial al eje de giro del impulsor de la bomba. Estas bombas desarrollan su carga parcialmente por fuerza centrífuga y parcialmente por el impulsor de los álabes sobre el líquido.

e) Bomba periférica

Las bombas periféricas son también conocidas como bombas tipo turbina, de vértice y regenerativas; en este tipo de bomba de agua se producen remolinos en el líquido por medio de los álabes a velocidades muy altas, dentro del canal anular donde gira el impulsor.

f) Bomba especial

Se trata de bombas indispensables para procesos industriales donde es necesario inyectar químicos a un proceso como aditivo o para mantener el agua en condiciones adecuadas.

C) Cálculo básico de bombas y tuberías

a) Principios para el diseño (tramos de tubería a considerar)

Para llevar a cabo el diseño de las tuberías que componen las distintas líneas de proceso se dividirán estas en tramos, cada uno estará formado por la porción de línea comprendida entre dos equipos consecutivos. De esta forma,

los diferentes aspectos a calcular (diámetro óptimo de la conducción, pérdidas de carga, etc.) se evaluarán independientemente para cada uno de estos tramos. La definición y descripción de los diferentes tramos de tubería se realizará sobre el correspondiente diagrama de flujo, usándose para designar cada uno de ellos los nombres de los equipos que constituyen su principio y su final.

b) Principios para el diseño (tramos de tubería a considerar)

Un aspecto muy importante para tener en cuenta para el diseño del sistema de tuberías sistema es el de la velocidad que alcanza el fluido por el interior de las conducciones. Dicha velocidad, en el caso de la circulación isoterma de fluidos incompresibles, viene determinada por el caudal y el diámetro de la sección interna de la conducción, y para cada fluido tiene un valor máximo que no debe ser sobrepasado, ya que de lo contrario puede producirse un deterioro del producto por tratamiento mecánico inadecuado. Los valores aproximados que se usan en la práctica dependen del tipo de fluido que se trate, pero los más corrientes se recogen en la tabla 1. Los valores de la tabla son los más corrientes en la práctica ordinaria, sin embargo, en condiciones especiales, pueden requerirse velocidades que están fuera de los intervalos indicados. Las velocidades pequeñas han de ser las más utilizadas, especialmente cuando el flujo es por gravedad desde tanques elevados.

Tabla 1. Tipos de fluidos

Fluido	Tipo de flujo	Velocidad	
		ft/s	m/s
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0.5 - 1	0.15 - 0.30
	Entrada de bomba	1-Mar	0.3 - 0.9
	Salida de bomba	4-Oct	1.2 - 3
Líquidos viscosos	Línea de conducción	4-Oct	1.2 - 2.4
	Entrada de bomba	0.2 - 0.5	0.06 - 0.15
	Salida de bomba	0.5 - 2	0.15 - 0.6
Vapor de agua		30 - 50	set-15
Aire o gas		30 - 100	set-30

Nota: tomada de sindex.com

D) Unidades de medición del agua

Existen muchas maneras de expresar el volumen y el flujo del agua. El volumen del agua aplicada generalmente se expresa en acre-pulgadas o acre-pies para los cultivos en surcos, o galones-árbol en las huertas. La terminología para el caudal de agua es aún más variada. El caudal o gasto se expresa en pies

cúbicos por segundo (cfs), galones por minuto (gpm) y en algunas áreas, en pulgadas de minero. A continuación, se da una descripción de cada una de estas medidas.

a) Acre-pulgada (ac-in)

Un acre-pulgada es el volumen de agua que se requiere para cubrir un acre de tierra con una lámina de una pulgada de agua. Un acre-pulgada equivale a aproximadamente 3630 pies cúbicos o 27,154 galones.

b) Acre-pie (ac-ft)

Un acre-pie es el volumen de agua que se requiere para cubrir un acre de tierra con una lámina de un pie de agua. Un acre-pie equivale a aproximadamente 43 560 pies cúbicos, 325 848 galones o 12 acre-pulgadas.

c) Pies cúbicos por segundo (cfs)

Un pie cúbico por segundo es el equivalente al flujo de agua en un canal de 1 pie de ancho y 1 pie de profundidad, fluyendo a una velocidad de 1 pie por segundo. Un pie cúbico por segundo equivale a 450 galones por minuto o a 40 pulgadas de minero.

d) Galones por minuto (gpm)

Galones por minuto es una medida de la cantidad de agua que se está bombeando o que está fluyendo en un canal o que está saliendo de una tubería en un minuto.

e) Pulgadas de minero

La pulgada de minero es un término fundado en los antiguos tiempos de la minería. Es tan solo otra forma de expresar el caudal. En algunas áreas del oeste aún se usa esta unidad de medición. Se debe tener precaución porque existen pulgadas de minero de Arizona, pulgadas de minero de California y probablemente algunas pulgadas de minero de uso regional.

E) Velocidad lineal de flujo de fluido

La velocidad lineal de un flujo que fluye en una tubería se calcula a partir de (6):

$$V = \frac{0.4085g}{d^2}$$

Velocidad lineal de flujo del fluido en pies por segundo

Caudal en galones por minuto

Diámetro interior de la tubería en pulgadas

Figura 32. Velocidad lineal de flujo de fluido

Los valores en la siguiente tabla son precisos para todos los fluidos.

La velocidad de flujo lineal en un sistema debería estar limitada generalmente a 5 pies/seg. Para aplicaciones industriales, particularmente para los tamaños de tubería de 6 pulgadas o más.

F) Factor c de Hazen-Williams

La fórmula de Hazen-Williams es el método generalmente aceptado para calcular las pérdidas de carga de fricción en los sistemas de tuberías. Los valores de pérdida de carga de fricción en las siguientes tablas de flujo de fluido se basan en esta fórmula y el constante de dureza de superficie de las tuberías de Corzan CPVC de $C = 150$.

A modo de referencia, las constantes de rugosidad de la superficie para materiales de tuberías nuevos y antiguos se dan a continuación.

Tabla 2. Tipos de tuberías

Constante	Tipo de tubería
150	Tubería de CPVC, nuevo-40 años antes
130-140	Acero/tubería de hierro fundido, nuevo
125	Tubería de acero antiguo
120	Hierro fundido, 4-12 años antes
110	Acero galvanizado; hierro fundido, 13-20 años antes
60-80	Hierro fundido, gastado/picado

Nota: tomada de sindex.com

G) Variador de frecuencia

Un variador de frecuencia (VFD) es un tipo de controlador de motor que impulsa un motor eléctrico variando la frecuencia y el voltaje suministrados al motor eléctrico. Otros nombres para un VFD

son accionamiento de velocidad variable, control de velocidad ajustable, convertidor de frecuencia, variador de velocidad, *micro drive* e inversor (7).



**Figura 33. Variador de frecuencia
Tomada de Schneider Electric**

Aunque el variador controla la frecuencia y el voltaje de la energía suministrada al motor, a menudo nos referimos a esto como control de velocidad, ya que el resultado es un ajuste de la velocidad del motor.

Los variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad mecánica de un motor de corriente alterna CA es directamente proporcional a la frecuencia a la que es alimentada el motor, e inversamente proporcional al número de polos en el estator de la máquina (cantidad que siempre deberá ser par), de acuerdo con la siguiente relación.

$$RPM = \frac{120 \times f}{p}$$

En donde

RPM: revoluciones por minuto

f: frecuencia de suministro CC (Hercios)

p: número de polos

La siguiente tabla contiene las velocidades de rotación del campo giratorio, o velocidad de sincronización siguiendo la anterior relación,

correspondiente a las frecuencias industriales de 50 Hz, 60 Hz y 100 Hz, de acuerdo con el número de polos.

Tabla 3. Velocidades de rotación

Numero de polos	Velocidad de rotación en RPM		
	50 Hz	60 Hz	100 Hz
2	3000	3600	6000
4	1500	1800	3000
6	1000	1200	2000
8	750	900	1500
10	600	720	1200
12	500	600	1000
16	375	450	750

Nota: tomada de roidisa.es

Las características del motor de CA necesitan de una variación proporcional del voltaje cada vez que la frecuencia es variada. Por ejemplo, si un motor está diseñado para trabajar a 460 voltios a 60 Hz, el voltaje aplicado debe reducirse a 230 voltios cuando la frecuencia es reducida a 30 Hz, así la relación voltios/Hercios se debe mantener con un valor constante para un óptimo funcionamiento. El control de esta relación voltios/Hercios se realiza por modulación de ancho de pulso (PMW = *pulse width modulation*).

H) Composición del variador de frecuencia

Para comprender mejor el funcionamiento de un variador de frecuencia, lo dividiremos en cuatro etapas:

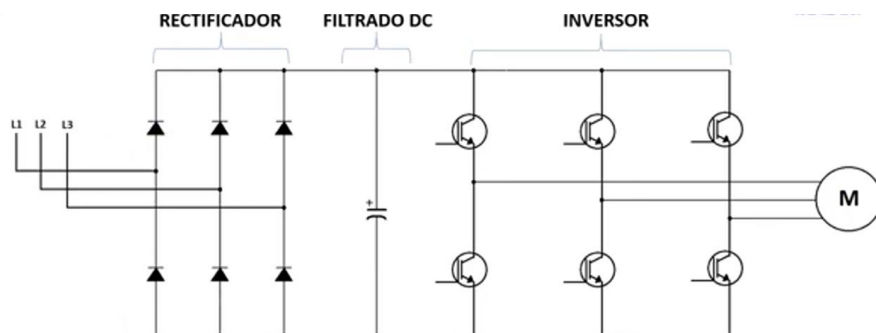
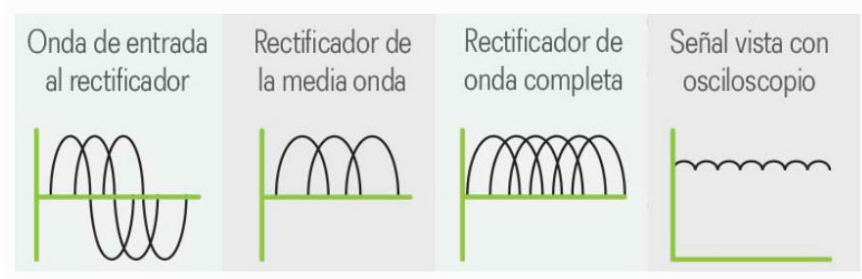


Figura 34. Etapas de un variador de frecuencia
Tomada de ogrados.com

I) Etapa rectificadora

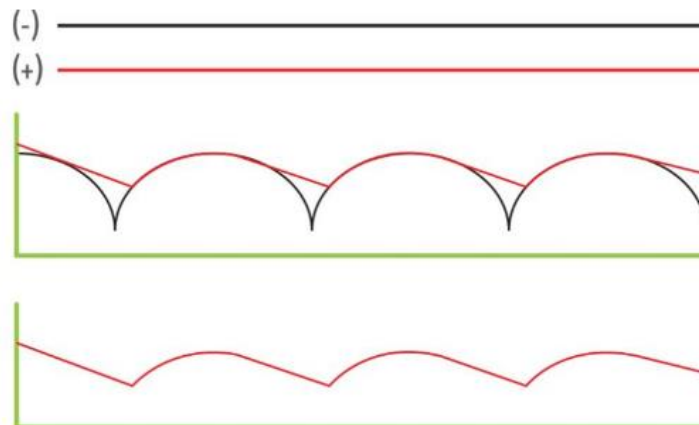
- Convierte la tensión alterna en continua mediante rectificadores de diodos, transistores, etc.



*Figura 35. Etapa de rectificación de la onda senoidal
Tomada de ogrados.com*

J) Etapa intermedia

- Existe un filtro para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos.



*Figura 36. Etapa de filtrado de la onda
Tomada de ogrados.com*

K) Inversor o «invertir»

- Convierte la tensión continua en otra de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos. Actualmente, se emplean IGBT (*Isolated Gate Bipolar Transistors*) para generar los pulsos controlados de tensión. Los equipos más modernos utilizan IGBT inteligentes que incorporan un microprocesador con todas las protecciones por sobrecorriente, sobretensión, baja tensión, cortocircuito, puesta a masa del motor, sobretemperaturas, etc.

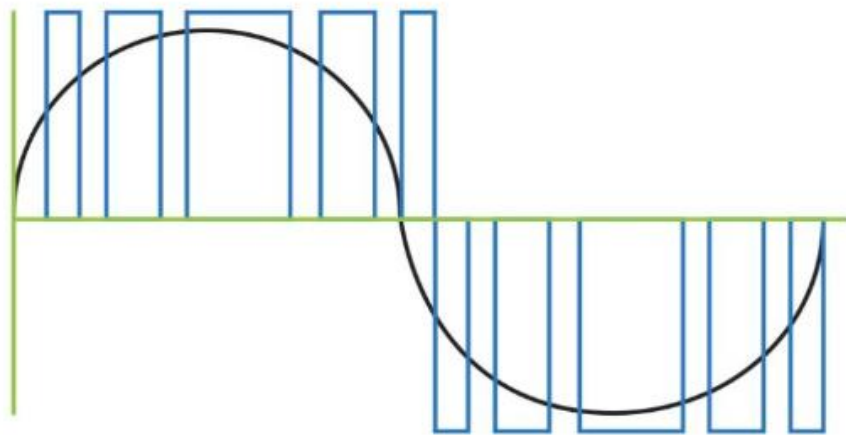


Figura 37. Etapa de inversora de DC a AC
Tomada de ogrados.com

L) Etapa de control

- Esta etapa controla los IGBT para generar los pulsos variables de tensión y frecuencia. Y además, controla los parámetros externos en general, etc. Los variadores utilizan modulación PWM (modulación de ancho de pulsos) y usan en la etapa rectificadora puente de diodos rectificadores. En la etapa intermedia se usan condensadores y bobinas para disminuir las armónicas y mejorar el factor de potencia mediante cálculos matemáticos.

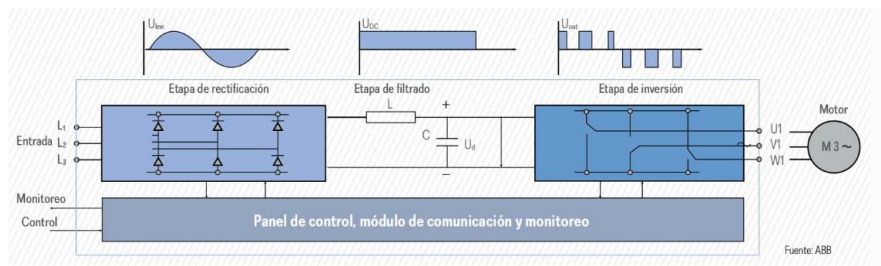


Figura 38. Etapa de control
Tomada de ogrados.com

a) Tipos de variadores de frecuencia

Las unidades de frecuencia variable (VFD) son dispositivos que ayudan a permitir que los motores cambien su velocidad de manera más rápida y eficiente. Se utilizan para ayudar a motores de inducción de corriente alterna, que son dispositivos de una sola fase estándar, para lograr multiplicar velocidades de operaciones alterna. A continuación, los diferentes tipos de variadores de frecuencia.

- De corriente directa: son utilizados para motores que requieran corriente continua.
- De frecuencia en la tensión de entrada: por lo general trabajan simultáneamente con un condensador.
- De frecuencia de fuentes de entrada: se caracteriza por la gran cantidad de ondas que recibe en la entrada.
- De frecuencia de vector de flujo: lo compone un microprocesador para la regulación de la corriente eléctrica.
- De frecuencia de alto pulso: utilizan transistores para cambiar la corriente en distintas frecuencias.

b) Aplicación de los VDF

Por ser un equipo capaz de controlar la electricidad que se usa para el eficiente funcionamiento de motores, puede ser utilizado en toda el área que requiera controlar la energía proveniente de los motores. Lo podemos incorporar en los procesos industriales o en algunas actividades cotidianas.

- **Fajas transportadoras:** controlan y sincronizan la velocidad de producción de acuerdo con el tipo de producto que se transporta, para evitar ruidos y golpes en transporte de botellas y envases, para arrancar suavemente y evitar la caída del producto que se transporta, etc.
- **Bombas y ventiladores centrífugos:** controlan el caudal, uso en sistemas de presión constante y volumen variable. En este caso se obtiene un gran ahorro de energía porque el consumo varía con el cubo de la velocidad, o sea que, para la mitad de la velocidad, el consumo es la octava parte de la nominal.
- **Bombas de desplazamiento positivo:** control de caudal y dosificación con precisión, controlando la velocidad. Por ejemplo, en bombas de tornillo, bombas de engranajes. Para transporte de pulpa de fruta, pasta, concentrados mineros, aditivos químicos, chocolates, miel, barro, etc.

- **Ascensores y elevadores:** para arranque y parada suaves manteniendo el torque del motor constante, y diferentes velocidades para aplicaciones distintas.
- **Extrusoras:** se obtiene una gran variación de velocidades y control total del toque del motor.
- **Centrífugas:** se consigue un arranque suave evitando picos de corriente y velocidades de resonancia.
- **Compresores de aire:** se obtienen arranques suaves con máximo torque y menor consumo de energía en el arranque.
- **Pozos petrolíferos:** se usan para bombas de extracción con velocidades de acuerdo con las necesidades del pozo.

c) Ventaja de los variadores de frecuencia

- Reducción del consumo de energía
- Elimina períodos de vacíos en su funcionamiento
- Todos los variadores tienen un arranque suave, disminuyendo la intensidad para iniciar funciones
- Eliminación de potencia reactiva
- Contiene métodos de parada
- Ahorros en sostenimiento
- En caso de ser utilizados en procesos industriales, mejora la productividad y genera rentabilidad.

d) Redes de comunicación industrial

Se considera que la comunicación es el intercambio de información entre dos o más partes. Para ello, la información se transfiere de una parte a otra, que la recibe, la procesa y la almacena/desecha en función de su relevancia.

Cuando se añade el componente industrial, se puede hablar de «comunicación industrial». La definición se vuelve bastante más compleja y

extensa de explicar cuando el objetivo, es decir, la comunicación de datos entre los dispositivos de un sistema se realiza desde el principio.

La comunicación de datos es la conversión y transmisión de información, a menudo en formato digital, desde un transmisor a un receptor a través de un enlace (cable de cobre, cable coaxial, fibra óptica o inalámbrico).

e) Función de las redes de comunicación industrial

Las redes de comunicación industrial pueden utilizarse en los sistemas de control para pasar datos entre los dispositivos de campo y entre diferentes PLC, o entre los PLC y los ordenadores personales utilizados para la interfaz del operario, el procesamiento y almacenamiento de datos o la información de gestión.

Algunos de los controladores más comunes utilizados en la arquitectura de la automatización industrial son: PLC (controladores lógicos programables), SCADA (control de supervisión y adquisición de datos) y DCS (sistema de control distribuido).

Sobre todo, conectan y controlan dispositivos de campo, sistemas/controladores de E/S distribuidos, HMI y PC de supervisión.

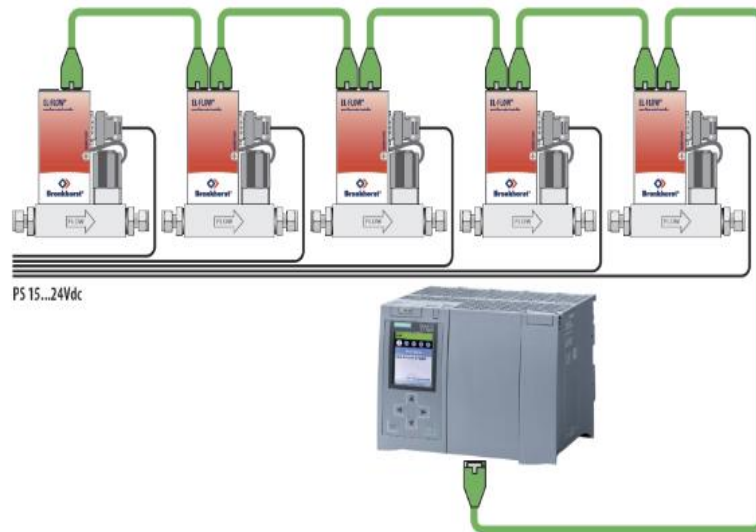
f) Tipos de protocolos en comunicación industrial

Un protocolo es un conjunto de normas para la comunicación entre dispositivos en red. Entre los protocolos más comunes utilizados en el ámbito industrial se encuentran:

Profinet

Se trata de un estándar tipo *ethernet* para automatización que se enfoca en la integración de procesos e interfaces para establecer *networking* en todas las áreas de un proceso. *Profinet* destaca por su flexibilidad y la capacidad de personalizar máquinas y procesos en el sitio de producción.

PROFINET system example

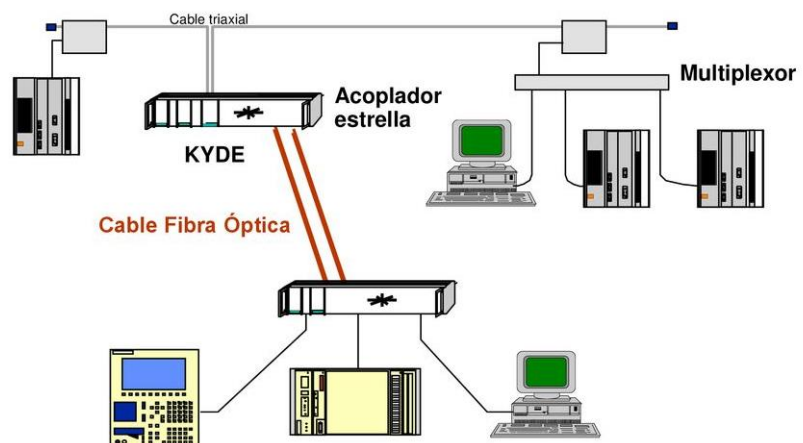


*Figura 39. Sistema Profinet
Tomada de us.profinet.com*

Ethernet industrial

Ofrece comunicación altamente eficiente para sistemas de red y bus, y es posible utilizarla en ambientes industriales hostiles.

Configuración de Ethernet Industrial



*Figura 40. Sistema Ethernet
Tomada de ibm.com*

Profibus

Uno de los *FieldBus* más reconocidos en la industria de la automatización por su universalidad en uso.

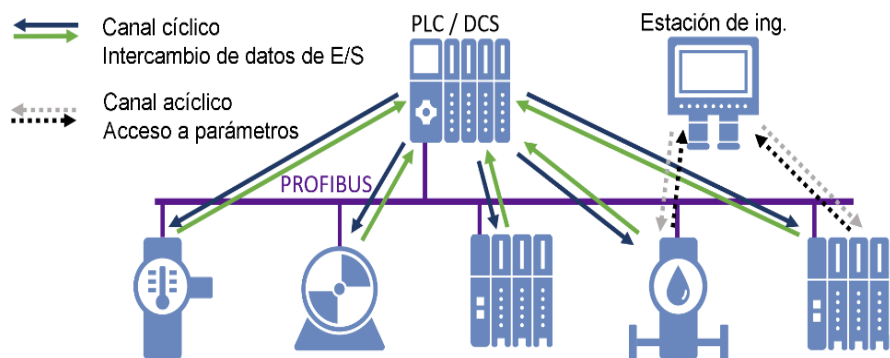


Figura 41. Sistema profibus
Tomada de *ibm.com*

As-i

Enfocado a la conexión de sensores con un sistema de bus muy poderoso y efectivo.

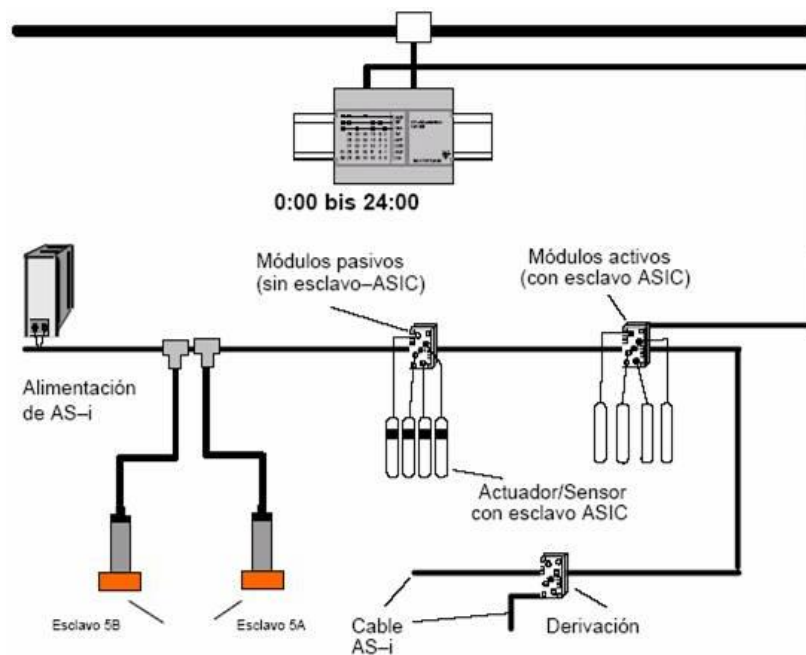


Figura 42. Sistema As-i
Tomada de *ibm.com*

Beneficio del uso de redes de comunicación

Los modernos sistemas de control y de gestión empresarial requieren comunicaciones abiertas y digitales. Las redes de comunicación industrial sustituyen el cableado convencional punto a punto **RS-232**, **RS-485** y **4-20 mA** entre los dispositivos de medición y los sistemas de automatización existentes por una red de comunicación bidireccional totalmente digital.

Las ventajas más significativas de las redes de comunicación son:

- **Reducción del cableado:** lo que se reduce en menos costes generales de instalación y mantenimiento.
- **Dispositivos inteligentes:** permiten un mayor rendimiento y una mayor funcionalidad, como el diagnóstico avanzado.
- **Control distribuido:** dispositivos inteligentes que proporcionan la flexibilidad de aplicar el control de forma centralizada o distribuida para mejorar el rendimiento y la fiabilidad.
- **Cableado simplificado de una nueva instalación:** lo que se traduce en menos planos y en una reducción general de los costes de ingeniería del sistema de control.
- **Reducción de los costos:** la instalación y cableado, de las cajas de derivación y de las cajas de conexión.

PLC

Un PLC es un «cerebro» que activa los componentes de la maquinaria para que desarrollen actividades potencialmente peligrosas para las personas, muy lentas o imperfectas.

Es importante que no confundas los PLC (*Power Line Communications*) que se utilizan en redes de comunicación con el autómatas industrial, pues, aunque comparten nombre, los usos son totalmente dispares.

Este segundo, en el que no vamos a profundizar, transmite la conexión de internet por la red eléctrica. Este tipo de repetidor PLC sirve para ampliar la red Wi-Fi y la conexión *Ethernet*.



Figura 43. Diferentes variedades de PLC
Tomada de Siemens

Tipos de PLC

Como hemos visto en la evolución de los PLC, las modificaciones y mejoras que se han ido realizando han derivado en diferentes tipos de PLC que se pueden agrupar en cuatro categorías principales.

- **Tipo compacto**

Es aquel que se ajusta a las especificaciones genéricas de los PLC, tiene incorporada la fuente de alimentación, la CPU y los diferentes módulos.

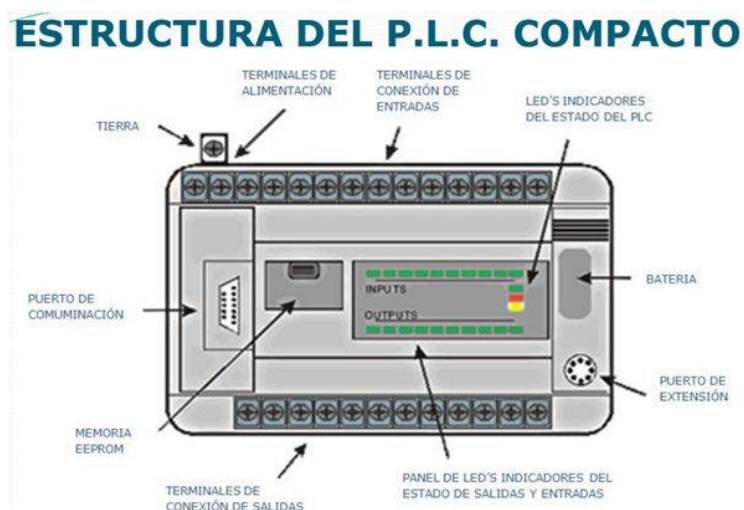


Figura 44. PLC tipo compacto
Tomada de Siemens

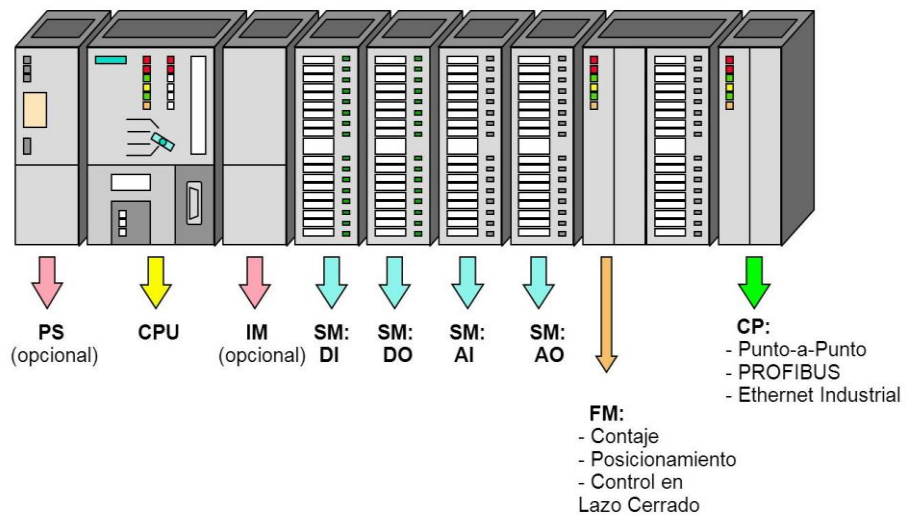
Existen PLC compactos en tamaño nano, que cuentan con un tamaño superreducido, aunque el funcionamiento básico del PLC está más limitado por sus características. Todos nuestros equipos disponen de entradas para acoplar

nuestros sensores de temperatura, presión, humedad, etc. Con los que podrá realizar un control de precisión de su maquinaria y equipos.

- Tipo modular

Esta clase de PLC se caracteriza por estar compuesto por módulos ampliables, lo que le aporta características más potentes que el modelo compacto. Trabaja con programas más complejos, tiene mayor capacidad de memoria y operatividad.

S7-300: Módulos



*Figura 45. PLC tipo modular
Tomada de ieec.uned*

- Montaje en rack

Cuando sabes qué es un PLC modular es más fácil comprender el montaje en rack. Es prácticamente igual, pero existen diferencias en el rack donde se colocan los módulos del PLC.

En el caso del montaje en *rack* se permite el intercambio de información entre los diferentes módulos, esto permite una velocidad mayor de transmisión de la información y, por tanto, optimiza el funcionamiento del PLC.

- PLC con HMI incorporado

El HMI (*Human Machine Interface*) es un dispositivo programable, una interfaz gráfica, que combinado con el PLC permite optimizar la

experiencia de programación y uso de la máquina. Reduce el cableado de los elementos del PLC y los muestra en una pantalla gráfica según se programe.



Figura 46. PLC con HMI incluido
Tomada de Siemens

Estructura física de un PLC

La estructura de un PLC es casi similar a la arquitectura de un ordenador.

Los controladores lógicos programables supervisan de forma continua los valores de entrada en varios dispositivos de detección de entrada (por ejemplo, acelerómetro, balanza de peso, señales cableadas, etc.) y producen la salida correspondiente en función de la característica de la producción y la industria.

Un diagrama de bloques típico de un PLC consta de cinco partes principales:

- *Rack* o chasis
- Módulo de alimentación
- Unidad central de procesamiento (CPU)
- Módulo de entrada y salida
- Módulo de interfaz de comunicación

- *Rack* o chasis

En todos los sistemas PLC, el **rack** o **chasis** del PLC conforma el módulo más importante y actúa como columna vertebral del sistema.

Los PLC están disponibles en diferentes formas y tamaños. Cuando se trata de sistemas de control más complejos, se requieren *racks* de PLC más grandes.

- Módulo de alimentación

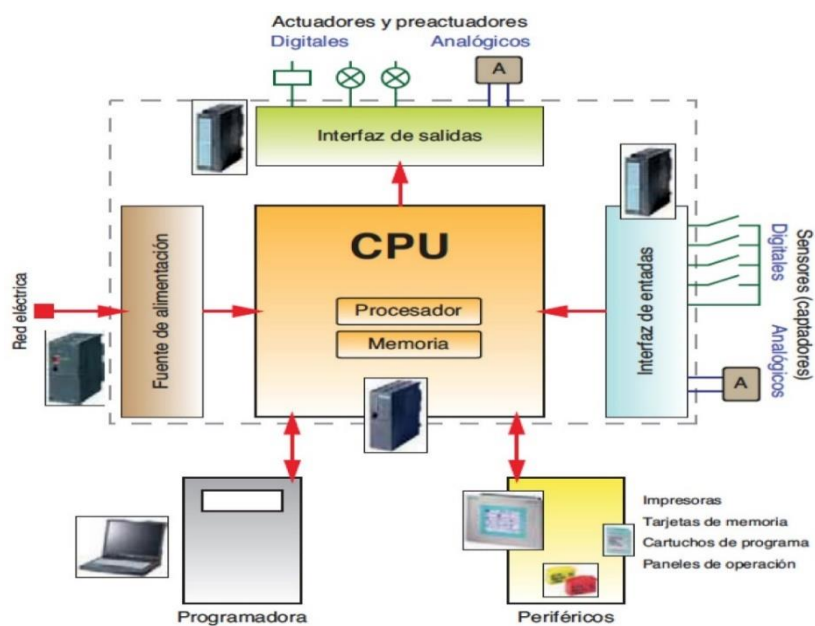
Este módulo se utiliza para proporcionar la energía necesaria a todo el sistema PLC. Convierte la energía AC disponible en energía DC que es requerida por la CPU y el módulo E/S.

El PLC generalmente trabaja con un suministro de 24V DC. Pocos PLC utilizan una fuente de alimentación aislada.

- Unidad central de procesamiento (CPU)

El **módulo CPU** tiene un procesador central, memoria ROM y memoria RAM:

- La memoria ROM incluye un sistema operativo, controladores y programas de aplicación.
- La memoria RAM se utiliza para almacenar programas y datos.
- La CPU es el cerebro del PLC con un microprocesador octal o hexagonal.



*Figura 47. CPU como procesador central
Tomada de instrumentaciónycontrol.net*

Al ser una CPU basada en un microprocesador, sustituye a los temporizadores, relés y contadores.

En un PLC se pueden incorporar dos tipos de procesadores como el de un solo *bit* o el de palabras.

El procesador de un *bit* se utiliza para realizar funciones lógicas. Mientras que los procesadores de palabras se utilizan para procesar texto, datos numéricos, controlar y registrar datos.

La CPU lee los datos de entrada de los sensores, los procesa y finalmente envía el comando a los dispositivos de control.

La fuente de alimentación de DC requiere señales de tensión. La CPU también contiene otras partes eléctricas para conectar los cables utilizados por otras unidades.

- **Módulo de entrada y salida**

El PLC tiene un módulo exclusivo para interconectar entradas y salidas, que se llama módulo de entrada y salida.

Los dispositivos de entrada pueden ser pulsadores de arranque y parada, interruptores, etc. y los de salida pueden ser un calentador eléctrico, válvulas, relés, etc.

El módulo de E/S ayuda a interconectar los dispositivos de entrada y salida con un microprocesador.

El módulo de entrada del PLC realiza cuatro funciones principales.

1. La interfaz del módulo de entrada recibe la señal de los dispositivos de proceso a 220 V AC
2. Convierte la señal de entrada a 5 V DC que puede ser utilizada por el PLC

3. El bloque aislante se utiliza para aislar/evitar que el PLC sufra fluctuaciones
4. Después, la señal se envía al extremo de salida, es decir, al PLC

El módulo de salida del PLC funciona de forma similar al módulo de entrada, pero en el proceso inverso. Hace de interfaz entre la carga de salida y el procesador.

Así que aquí la primera sección sería la sesión lógica y la sección de potencia viene a continuación.

- **Módulo de interfaz de comunicación**

Para transferir información entre la CPU y las redes de comunicación, se utilizan módulos de E/S inteligentes.

Estos módulos de comunicación ayudan a conectar con otros PLC y ordenadores que se encuentran en una ubicación remota.

Antenas Wimax

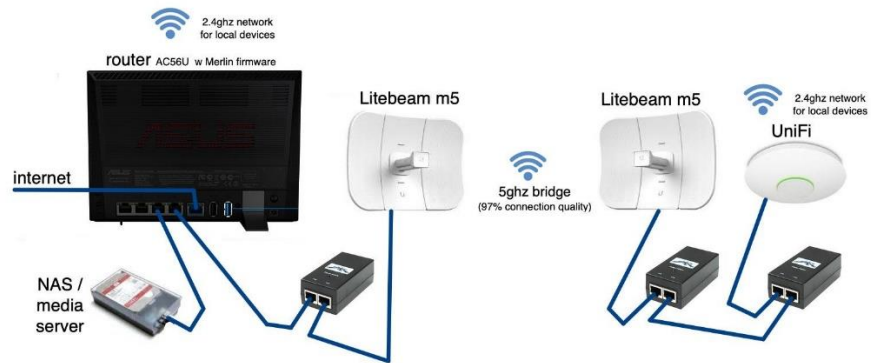
Siglas de *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (interoperabilidad mundial para acceso por microondas), es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,5 a 5,8 GHz y puede tener una cobertura hasta de 70 km.

Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como bucle local que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. El estándar que define esta tecnología es el IEEE 802.16 MAN. Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados (zonas rurales).

LiteBeam M5

El *LiteBeam M5* (LBE-M5-23) es la última evolución de dispositivos inalámbricos de banda ancha para exteriores de *Ubiquiti Networks*. Cada uno

de estos modelos fue diseñado para ser una solución de bajo costo y alto rendimiento para enlaces de largo alcance o como puente inalámbrico de banda ancha.



*Figura 48. Litebeam m5 sistema inalámbrico de banda ancha
Tomada de linion.com.pe*

Radioenlace

Si eres un WISP, la respuesta será obvia para ti, pero vamos a aclararlo para los que recién se están iniciando: un radioenlace es la unión o interconexión de dos ubicaciones fijas, usando para ello ondas de radio.

Los radioenlaces requieren obligatoriamente que haya visual directa y sin obstáculos entre las antenas que forman parte del circuito, además de otras variables, como lo son la distancia de **Fresnel** y, por supuesto, un mínimo de señal útil para poder trabajar.

Fresnel

La **zona de Fresnel** es la distancia que debe estar libre a lo largo de la trayectoria del enlace, y que se debe respetar para evitar reflejos en la señal. Estas señales pueden llegar hasta el receptor desfasadas, creando una interferencia «destruktiva» que puede llegar incluso a cancelar la señal original, provocando así que nuestro enlace funcione mal o que incluso no funcione en absoluto.

Frecuencia Baja/longitud de onda mayor(e.g., 900 MHz)

Frecuencia Media/longitud de onda mediana(e.g., 5 GHz)

Frecuencia Alta /longitud de onda pequeña(e.g., 24 GHz)



*Figura 49. La zona fresnel
Tomada de telectronika.com*

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1. Descripción de las actividades profesionales

Las actividades que se realizaron como técnico de mantenimiento eléctrico en el Área de Mantenimiento Eléctrico e Instrumentación son planificación, diseño, ejecución y puesta en funcionamiento de un sistema de monitoreo y control a distancia del sistema suministro y bombeo de agua para la planta concentradora.

En el presente informe se detallan las tareas realizadas de acuerdo con el cronograma de actividades establecido en el tiempo.

Actividad 1: elaboración del cronograma de actividades

En el presente cuadro se detallan las tareas realizadas de acuerdo con el cronograma de actividades establecido en el tiempo propuesto.

Tabla 4. Cronograma de actividades antes de la ejecución del proyecto

Programa de actividades para el proyecto de automatización de sistema de control de bombas 570 - barcaza				Mayo				Junio				Julio			
N.º	Actividades	Responsable	Avance	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4
1	Elaboración de cronograma de actividades	Ronal Vigilio Cecilio	0 %	█											
2	Elaboración de diseño de diagramas de lazo y control	Ronal Vigilio Cecilio	0 %	█	█										
3	Programación básica de un PLC	Ronal Vigilio Cecilio	0 %		█	█									
4	Armado de tablero eléctrico de control de acuerdo con los diagramas diseñados	Ronal Vigilio Cecilio	0 %			█	█								
5	Canalización y montaje de tablero eléctrico de control en la sala eléctrica 570-ER	Ronal Vigilio Cecilio	0 %					█							
6	Canalización de cables de señal desde los flujómetros hasta la sala eléctrica 570-ER	Ronal Vigilio Cecilio	0 %						█						
7	Canalización de cables de señal desde el VDF hasta el tablero eléctrico de control	Ronal Vigilio Cecilio	0 %							█					
8	Configuración y montaje de las antenas emisoras y receptoras	Ronal Vigilio Cecilio	0 %								█				
9	Canalización de las antenas hasta tablero de control en la sala eléctrica 570-ER	Ronal Vigilio Cecilio	0 %									█			
10	Conexión de los cables de las antenas, flujómetros y cables de señal proveniente del VDF	Ronal Vigilio Cecilio	0 %										█		

11	Configuración básica del VDF y el SCADA	Ronal Vigilio Cecilio	0 %
12	Pruebas de funcionamiento	Ronal Vigilio Cecilio	0 %

Actividad 2: elaboración de diseño de diagramas eléctricos de lazo y control

Diseño del diagrama de lazo de control

Un ILD (*instrument loop diagram*) o diagramas de lazo, son un conjunto de planos que agrupan en cada hoja, la información más relevante del conexionado de una señal eléctrica. es un plano muy utilizado en instrumentación, desarrollado normalmente durante las fases de ingeniería de un proyecto industrial.

Paso sencillo del diseño de lazo de control en AutoCAD del proyecto

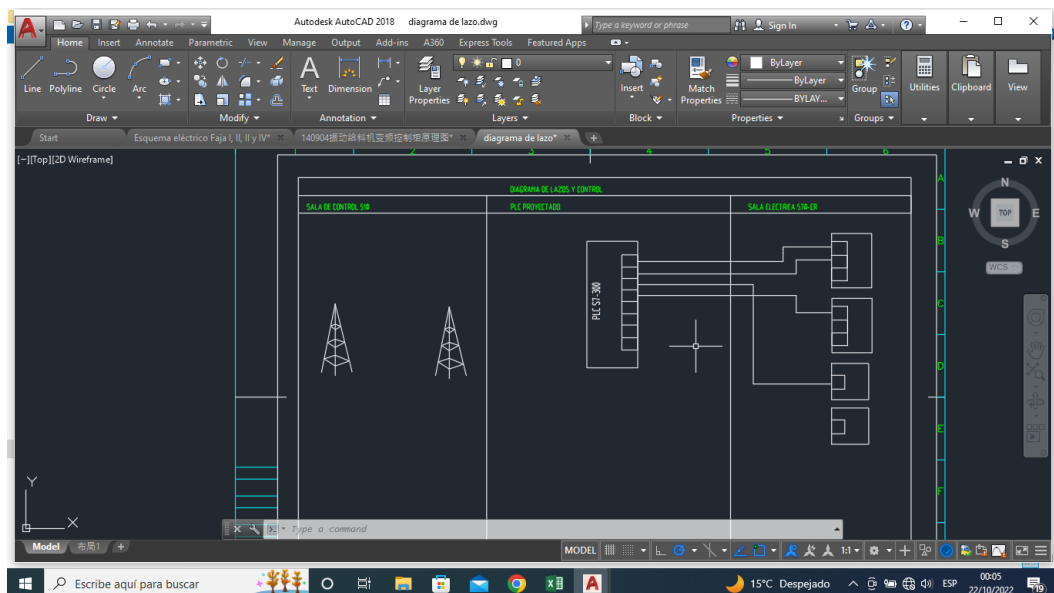


Figura 50. Diseño del diagrama de lazo en autocad

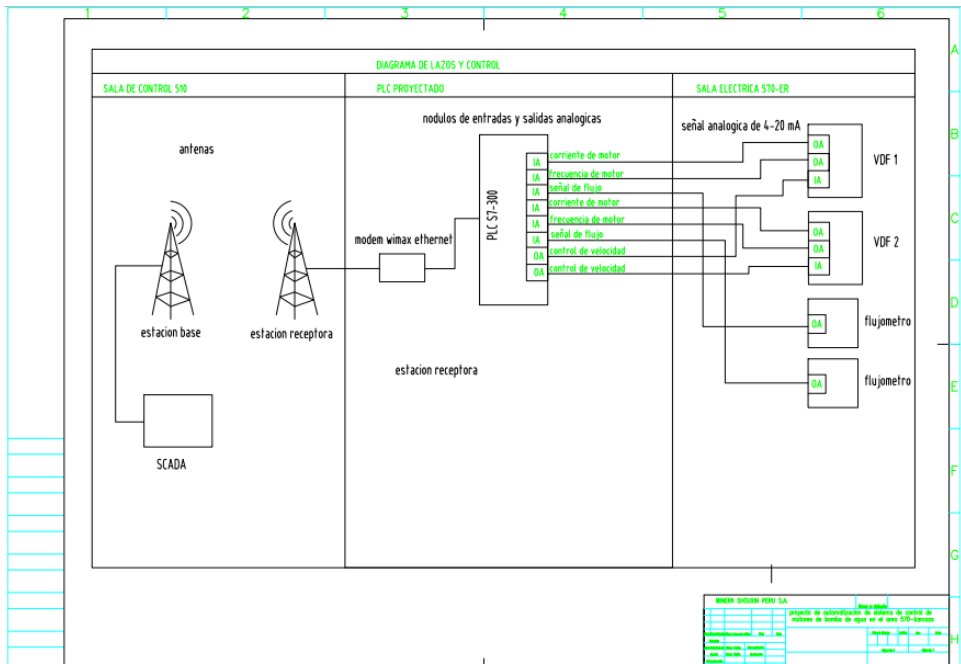


Figura 51. Diagrama de lazo concluido

Diseño del diagrama de fuerza y control

El diagrama de control y el diagrama de potencia son representaciones gráficas de los circuitos eléctricos que tienen la finalidad de representar los componentes de un circuito eléctrico de una manera sencilla siguiendo las normas establecidas.

Diseño de diagrama de fuerza y control del proyecto.

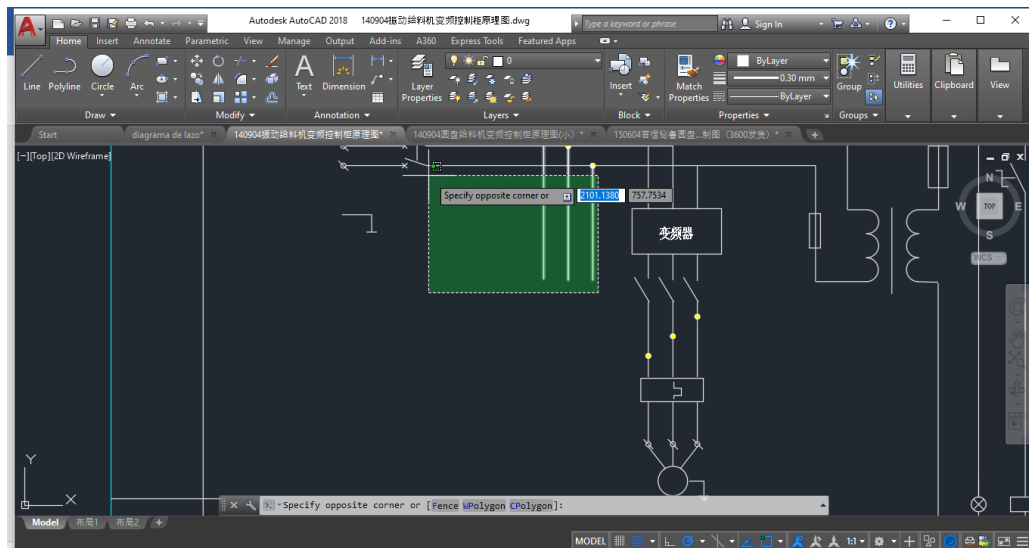


Figura 52. Diseño de circuito de fuerza y control en AutoCad

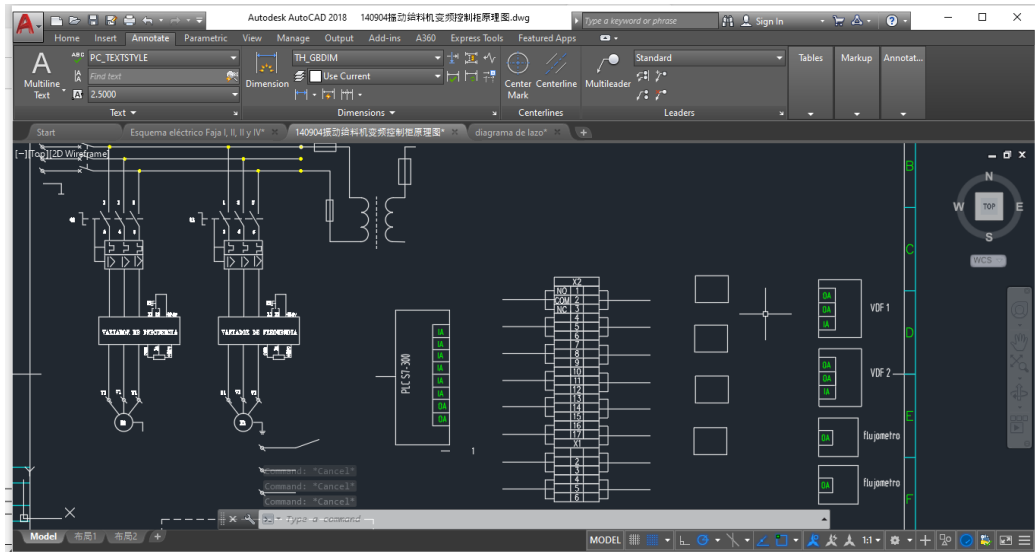


Figura 53. Diagrama de fuerza y control concluido

Actividad 3: programación básica de un PLC s7-300

Programar con el software Simatic step7

Implica generar un conjunto de instrucciones y ordenes que provocan la ejecución de una tarea determinada. Podemos decir que un programa es una respuesta predeterminada a todas las combinaciones posibles de estados de la información que recibe.

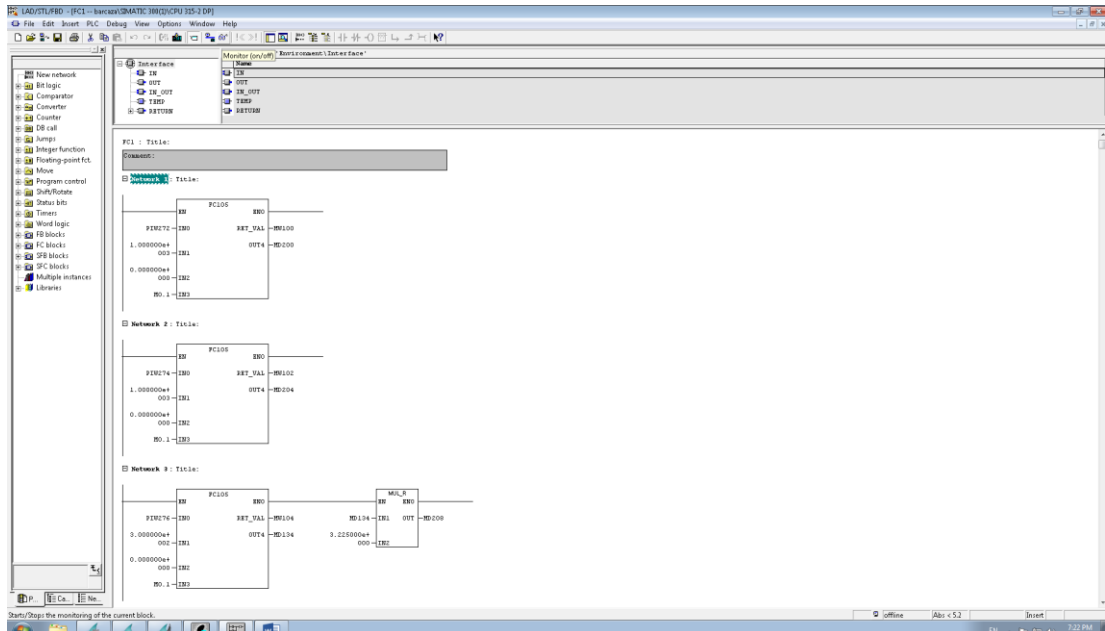


Figura 54. Programacion de bloques en el software Simatic step 7

Actividad 4: armado de tablero eléctrico de control de acuerdo con los diagramas diseñados

Montaje de componentes eléctricos y electrónicos en el tablero

Procedimiento que consiste en montar cada uno de los componentes del tablero tales como: PLC, fuente de alimentación, filtros de señal, interruptores, relay, canaletas, y *riel din* (2).



Figura 55. Montaje de componentes del tablero eléctrico de control (2)

Cableado y conexionado de los circuitos de control

Procedimiento que consiste en interconectar dispositivos eléctricos y electrónicos mediante conductores eléctricos de acuerdo con el diagrama diseñado (2).



Figura 56. Cableado y conexionado del circuito de control de acuerdo al diagrama (2)

Rotulado y etiquetado del cableado

Procedimiento que consiste en identificar el cableado mediante un código *tag*, para su fácil identificación en relación con el diagrama diseñado.

Dichas codificaciones se realizan con una máquina rotuladora de cables (2).



Figura 57. Proceso de codificación de cableado (2)

Actividad 5: canalización y montaje de tablero eléctrico de control en la sala eléctrica 570-ER

Montaje de tablero empotrado en pared

Procedimiento que consiste en anclar el tablero eléctrico sobre una superficie firme y respetando la altura máxima de acuerdo con el código nacional de electricidad que indica que no debe superar el 1.70 de altura (2).



Figura 58. Montaje de tablero de forma empotrada (2)

Canalización del tablero eléctrico desde su alimentación

Procedimiento que consiste desde su preparación con tuberías Conduit de 3/4", de igual forma la preparación de tuberías flexibles para la parte de conexión entre el tablero y las tuberías rígidas mediante conectores rectos, también de la misma medida que la tubería conducta y las mangueras flexibles (8).

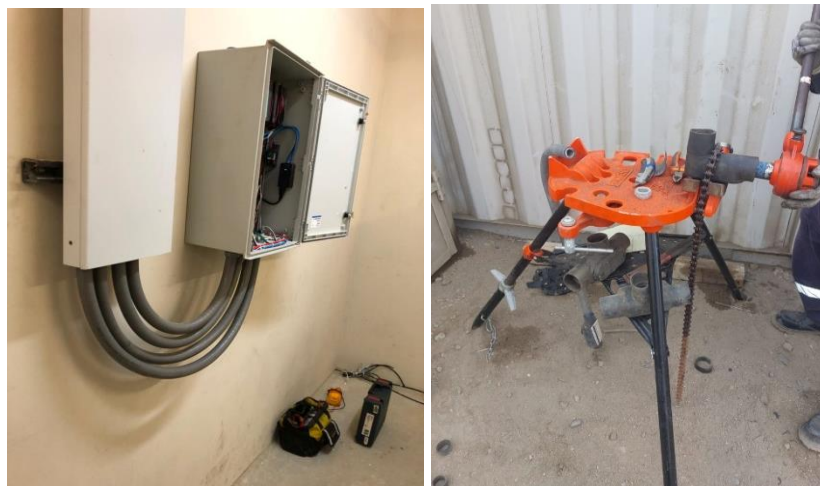


Figura 59. Proceso de doblado y roscado de tuberías de canalización (8)

Actividad 6: canalización de cables de señal desde los flujómetros hasta la sala eléctrica 570-ER

Canalización en tablero de los flujómetros

Procedimiento que consiste en armado de tuberías flexibles y conectores rectos para su posterior canalización por medio de zanjas (8).



Figura 60. Canalización de circuitos en tablero de flujómetros (8)

Canalización en campo y en sala eléctrica

En el presente proyecto se realizaron canalizaciones por bandejas y subterráneas con el único objetivo de proteger los conductores eléctricos de cualquier daño ya sea mecánicos o derivados de la acción de otros agentes como la corrosión (8).



Figura 61. Canalización por bandejas en sala eléctrica (8)

Actividad 7: canalización de cables de señal desde el VDF hasta el tablero eléctrico de control

Canalización de cables de señal desde VDF

Procedimiento que consiste en realizar el cableado de los circuitos de control para comunicar los variadores de frecuencia con el tablero de control mediante cables de instrumentación apantallado (8).



Figura 62. Canalización de cables de señal desde UVF

Actividad 8: configuración y montaje de las antenas emisoras y receptoras

Pasos para la configuración de la antena *LiteBeam M5*

LiteBeam M es un dispositivo *airMAX* ultraligero de largo alcance y un precio bajo. La nueva *LiteBeam M* provee 23dBi de ganancia para una conectividad de largo alcance y usa una antena direccional con un patrón mejorado para inmunidad al ruido.

Características

- Antena direccional de alta ganancia
- Diseño industrial innovador
- Tamaño compacto
- Peso ligero
- POE incluido

Tabla 5. Datos de la antena

Datos característicos de la antena	
Procesador	MIPS 74 K
Memoria	64 MB
Interfaz de red	1X10/100 Ethernet Port
Frecuencia	5150-5875 MHz
Ganancia antena	23 dBi
Potencia máxima de salida	25 dBm
Máximo consumo	4 W
Alimentación	24 V, 0.2 A
Método de alimentación	Passive poE (pairs 4,5+7,8 return)
Temperatura de operación	-10 °C hasta 70 °C
Humedad	5 a 95 % no condensada
Resistencia al viento	200 km/h

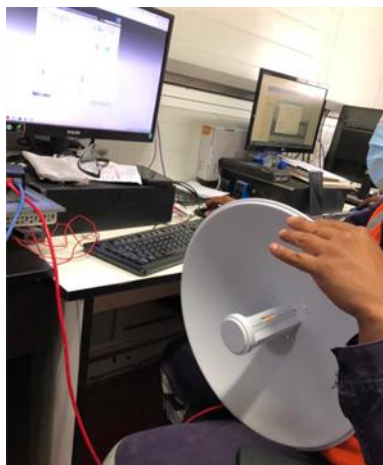


Figura 63. Enlace de antena y software para su configuración

Para ingresar al *web server* de las antenas se debe conocer previamente la dirección IP con las que están configuradas, para este caso revisar la arquitectura de control de la planta que se muestra a continuación, para este caso el radio enlace Shouxin – Oficinas Shougang constan de cuatro antenas que están configuradas con las IP 192.168.5.180/181/182/183.

Si no se conociera la dirección IP, se tendría que resetear la antena usando el botón de *reset* que se encuentra en el equipo durante unos 10 segundos.

Luego de hacer esto la antena queda configurada con parámetros por defecto, la dirección IP sería 192.168.1.20. Tener en cuenta que una vez hecho el *reset* se tiene que configurar la tarjeta LAN de la PC de trabajo y configurarla en el mismo segmento de red.

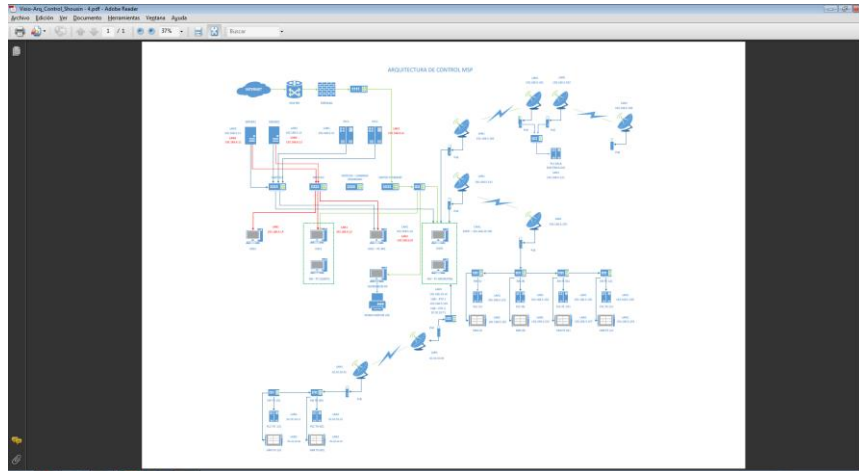


Figura 64. Sistema de IP

Conociendo la dirección IP (192.168.5.180) Ingresamos a su *web server* tipeando esta dirección en un navegador web.

Nos aparecerá un mensaje de conexión privada, damos clic en el botón configuración avanzada.

Luego nos mostrará el siguiente mensaje al que se le hace clic en **Acceder a 192.168.5.180 (sitio no seguro)**.

Luego ya nos mostrará la página de logueo del *web server*. Las credenciales son **User:** ubnt y **Password:** Admin

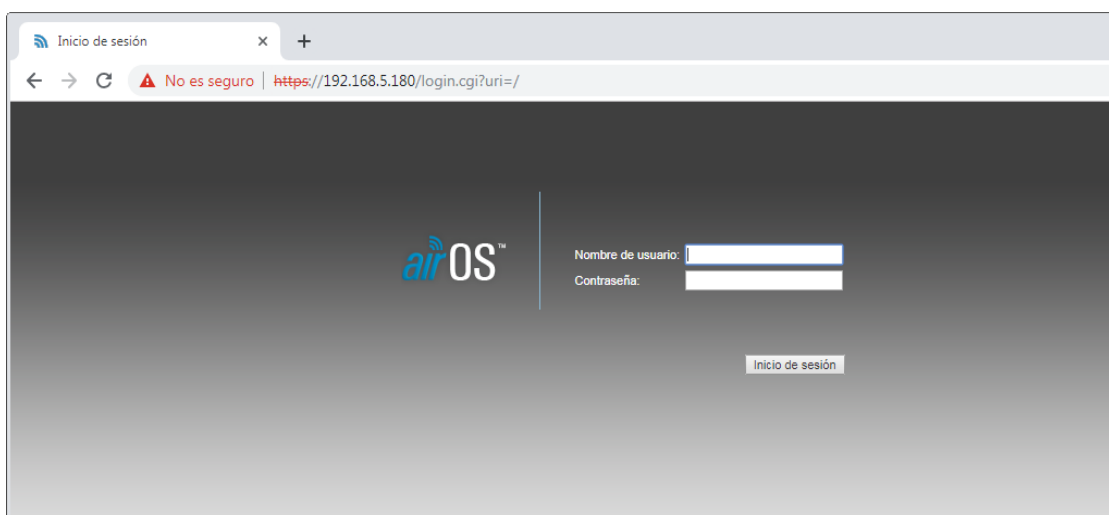


Figura 65. Insertar usuario y contraseña

Luego configurar las pestañas como se muestran a continuación en las siguientes imágenes.

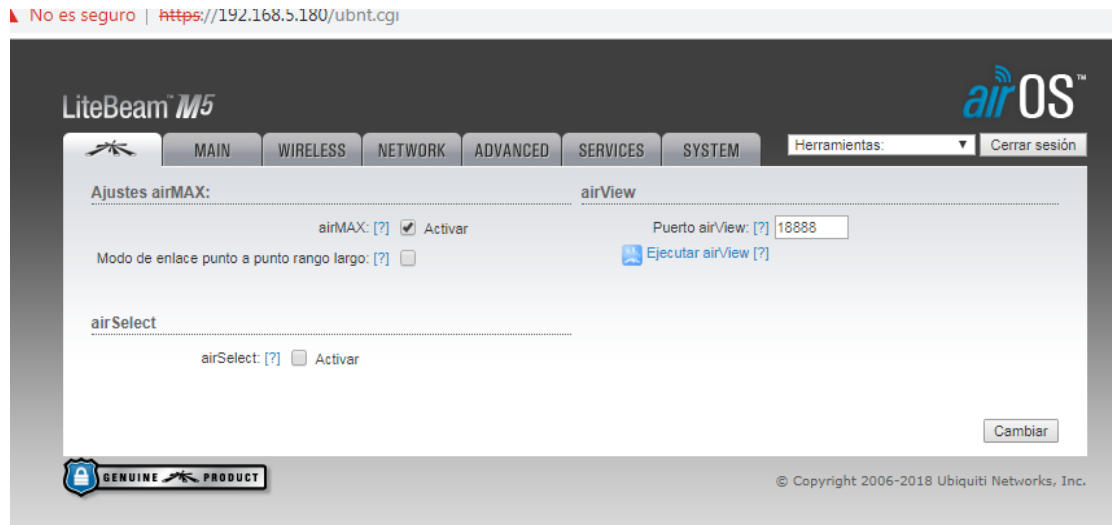


Figura 66. Ventana de ajustes

Esta ventana solo muestra un resumen del estado del enlace y la configuración de la antena. Tomar en cuenta las barras de estado que indican la calidad del enlace, para un buen enlace el parámetro CCQ debería estar en el rango 85 % - 100 % y la calidad de señal debería de estar en <-50dBm.

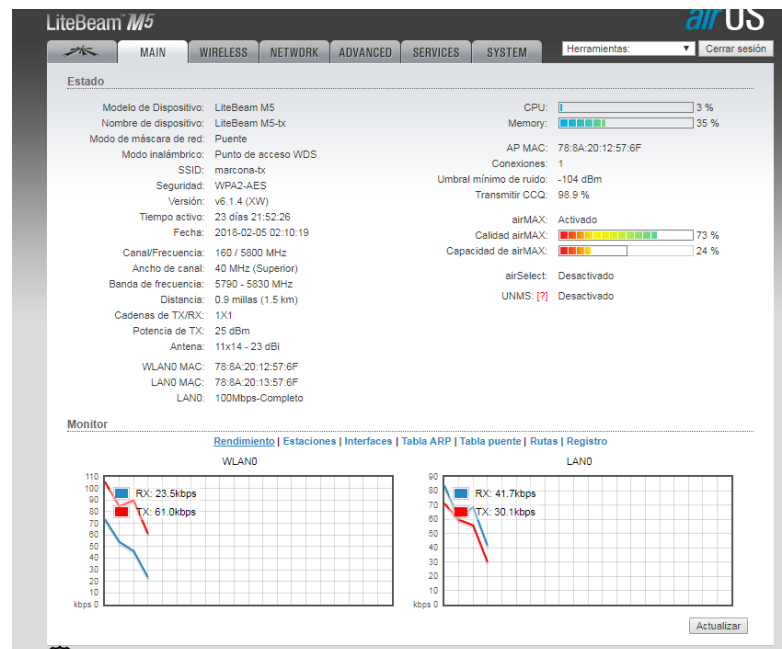


Figura 67. Ventana del menú principal

En esta pestaña se configura como se muestra a continuación, tener en cuenta tres puntos importantes, la activación de la opción WDS (Modo puente transparente), la selección

de frecuencia a la que va a estar trabajando el enlace (para este caso se configuró en 5800 MHz) y el *password* para la seguridad (este enlace tiene por *password*: Marcona123456).

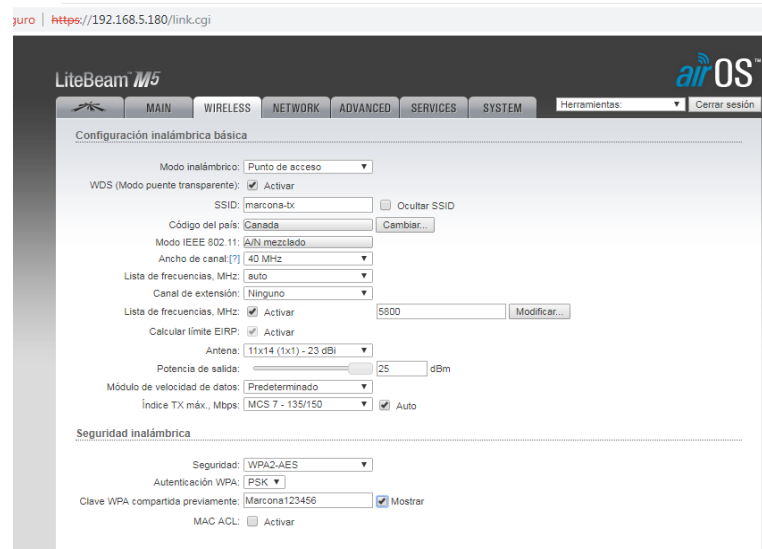


Figura 68. Ventana del menú inalámbrico

En esta pestaña se configura la dirección IP que se le asignará a la antena, para este caso se configuró con la dirección IP 192.168.5.180.

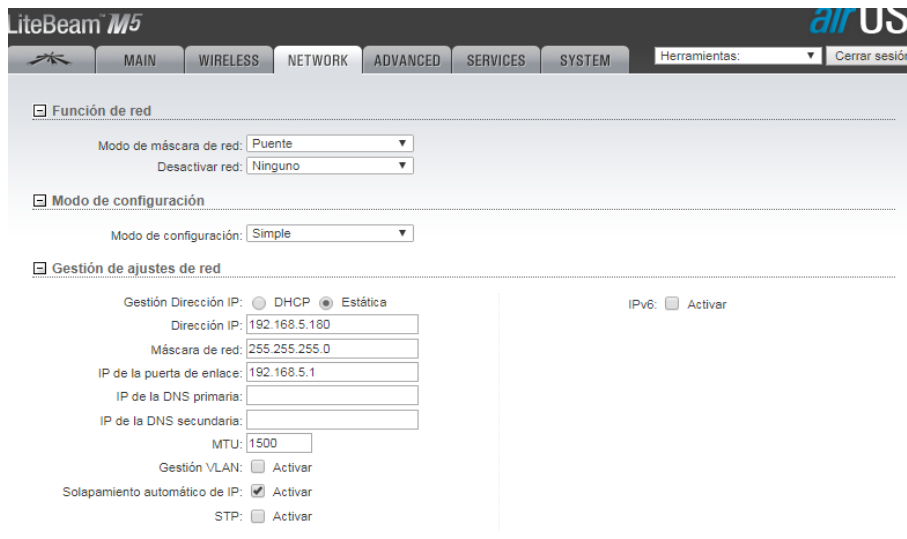


Figura 69. Ventana de la red

En esta pestaña se configura como se muestra a continuación.

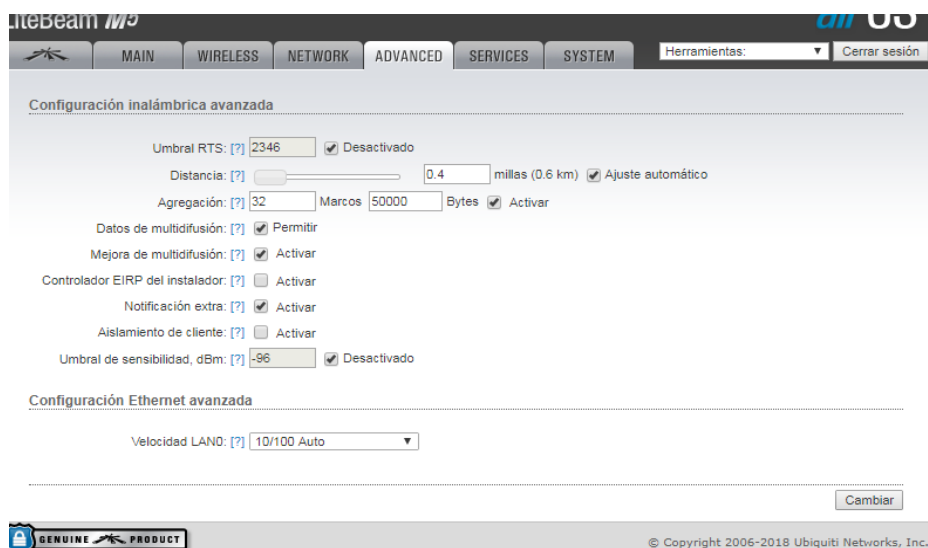


Figura 70. Ventana del panel avanzado

De igual manera, configurar la pestaña Servicios y System como se muestra en las siguientes figuras.

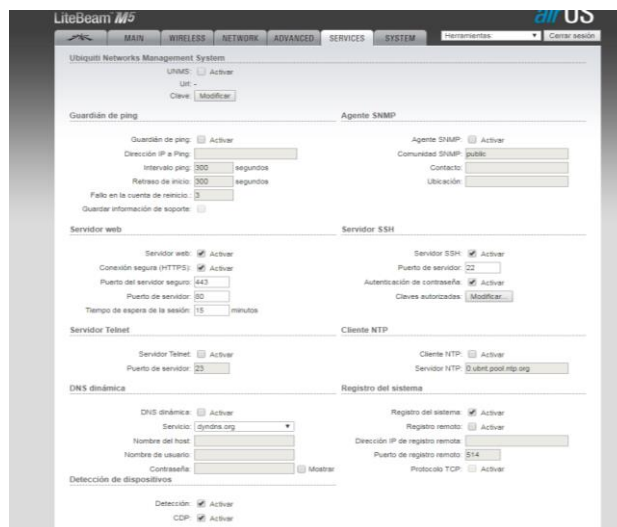


Figura 71. Ventana del panel de servicios

Montaje de las antenas emisoras y receptoras

Procedimiento que consiste en el anclaje de la base de las antenas en una superficie rígida tanto en sala de control 510 como en la sala eléctrica 570-ER



Figura 72. Montaje de antena en 570-sala electrica y en 510-sala de control

Actividad 9: canalización de las antenas

Procedimiento de canalización

El tipo de cable que canalizamos en las tuberías es tipo UTP categoría 6, ya que trabajaremos con señal *ethernet*.

Los conectores que se utilizaron son de tipo RG-56 para puertos *ethernet*



Figura 73. Canalizacion para antena

Alineamiento de la antena

Procedimiento que consiste en hacer un primer alineamiento visual, es decir, apuntando aproximadamente hacia donde está la estación remota. Una vez levantado el enlace, uno de los

extremos hace un barrido horizontal con la antena, hasta encontrar la mejor señal. A continuación, se hace un barrido vertical, igualmente buscando la mejor señal.

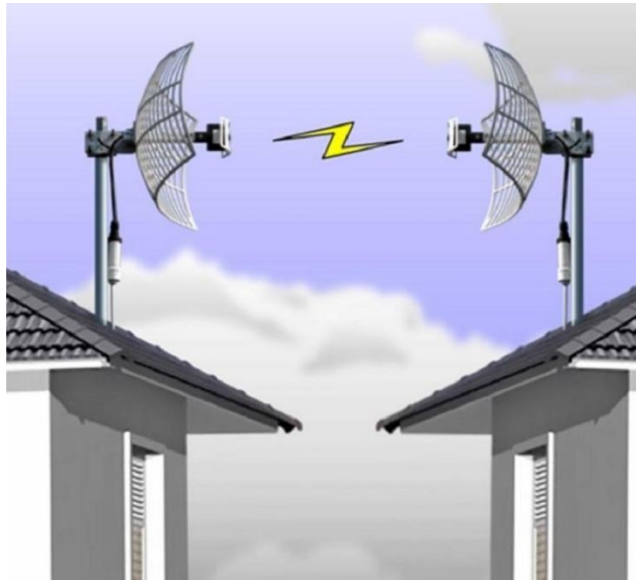


Figura 74. Direccionamiento de antenas

Actividad 10: conexionado de los cables de las antenas, flujómetros y cables de señal del VDF

Montaje de componentes eléctricos y electrónicos en el tablero

Un ILD (*instrument loop diagram*) o diagramas de lazo, son un conjunto de planos que agrupan en cada hoja, la información más relevante del conexionado de una señal eléctrica. Es un plano muy utilizado en instrumentación, desarrollado normalmente durante las fases de ingeniería de un proyecto industrial.



Figura 75. Conexión de los VDF y demás circuitos al tablero de control realizados por el bachiller

Actividad 11: configuración básica en el VDF y en el SCADA

Habilitación de salidas analógicas de corriente en el VDF

Los dos variadores de frecuencia con los que se trabajó son del mismo modelo y capacidad tal como lo indica en el siguiente cuadro.

Tabla 6. Datos del variador de frecuencia

Datos del variador de frecuencia	
Marca	Schneider
Modelo	ATV930C25N4C
Potencia	250 kW
Tensión	380/460
Corriente	481 A
Frecuencia	50-60 Hz

Habilitación de salidas analógicas para señal de corriente en el VDF

Este procedimiento permitirá copiar los valores de corriente que serán enviados hasta el Scada que se encuentra en sala de control por medio del PLC y la antena de comunicación.

Para proceder a habilitar las salidas analógicas del variador de frecuencia, este debe estar en modo *stop* y seguir los pasos:

- Entramos a la barra de menú del controlador del VDF y seleccionamos la opción (entradas y salidas).

- Luego seleccionamos configuración de salidas de intensidad para luego poner la opción en modo aceptar.
- De esta manera, las salidas del variador quedan habilitadas para mandar señal de corriente al Scada para poder monitorear.
- Este mismo procedimiento se realiza para el segundo VDF.

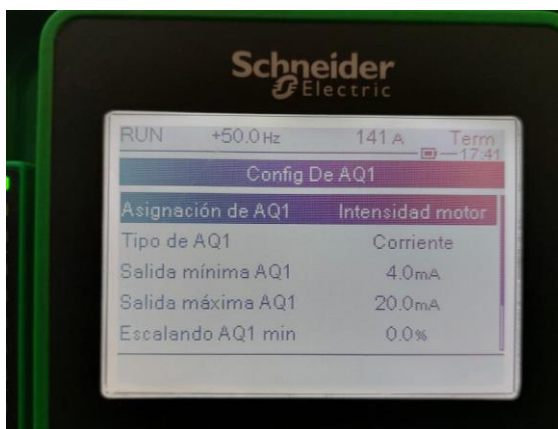


Figura 76. Habilitación de salida para indicador de corriente

Habilitación de salidas analógicas para señal de frecuencia en el VDF

Este procedimiento permitirá copiar los valores de frecuencia que serán enviados hasta el Scada que se encuentra en sala de control por medio del PLC y la antena de comunicación.

Para proceder a habilitar las salidas analógicas del variador de frecuencia, este debe estar en modo *stop* y seguir los pasos:

- Entramos a la barra de menú del controlador del VDF y seleccionamos la opción (entradas y salidas).
- Luego seleccionamos configuración de salidas de frecuencia para luego poner la opción en modo aceptar.
- De esta manera las salidas del variador quedan habilitadas para mandar señal de frecuencia al Scada para poder monitorear.
- Este mismo procedimiento se realiza para el segundo VDF.

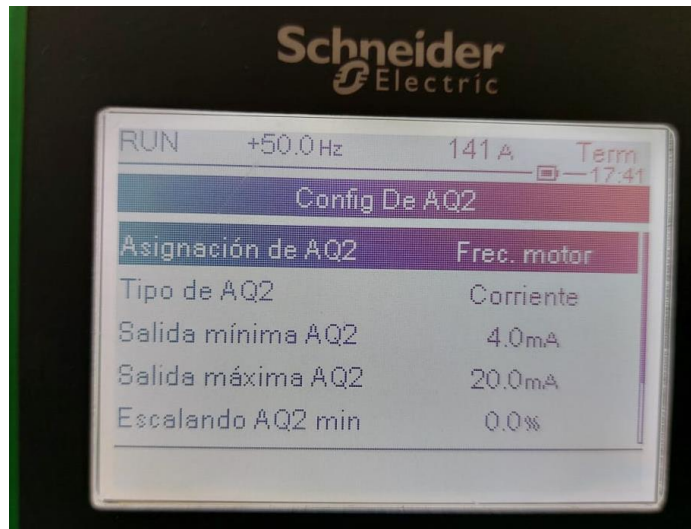


Figura 77. Habilitación de salida para indicador de frecuencia

Habilitación de entradas analógicas de señal de frecuencia en el VDF

Este procedimiento permitirá regular la frecuencia del variador desde la sala de control hasta el PLC y este a su vez al VDF, que controla el flujo de agua.

Para poder realizar este procedimiento el equipo debe estar en modo *stop* y seguir los pasos:

- Entramos a la barra de menú del controlador del VDF y seleccionamos la opción (entradas y salidas).
- Luego seleccionamos configuración de entradas analógicas de frecuencia para poner la opción en modo aceptar.
- De esta manera las entradas del variador quedan habilitadas para mandar señal de regulación de frecuencia desde el Scada.
- Este mismo procedimiento se realiza para el segundo VDF.

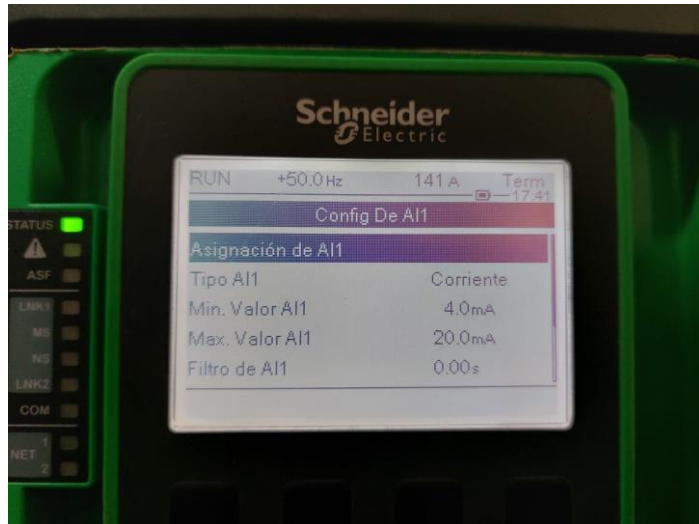


Figura 78. Habilitación de entrada de señal para regular frecuencia

Enlazar el sistema Scada con el PLC s7-300

Para realizar un enlace de PLC al Scada, debemos contar con nuestro programa WINCC es donde se hacen Scadas y para ello seguimos el siguiente procedimiento.

- Abrimos el sistema WINCC y agregamos el PLC s7-300y lo dejamos cargar.
- Nos dirigimos a propiedades del objeto, ingresamos a propiedades, seleccionamos la opción tipo de campo.
- Luego abrimos la barra de estática y definimos entrada o salida.

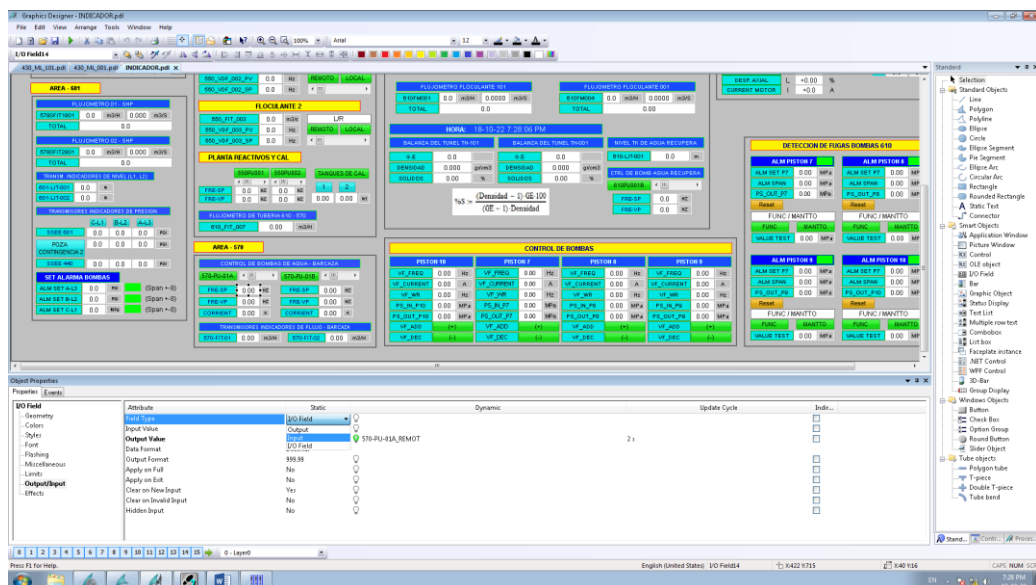


Figura 79. Habilitación de panel de control en Scada

De esta manera, se habilitó el panel de visualización y control con el nombre de 570 barcaza

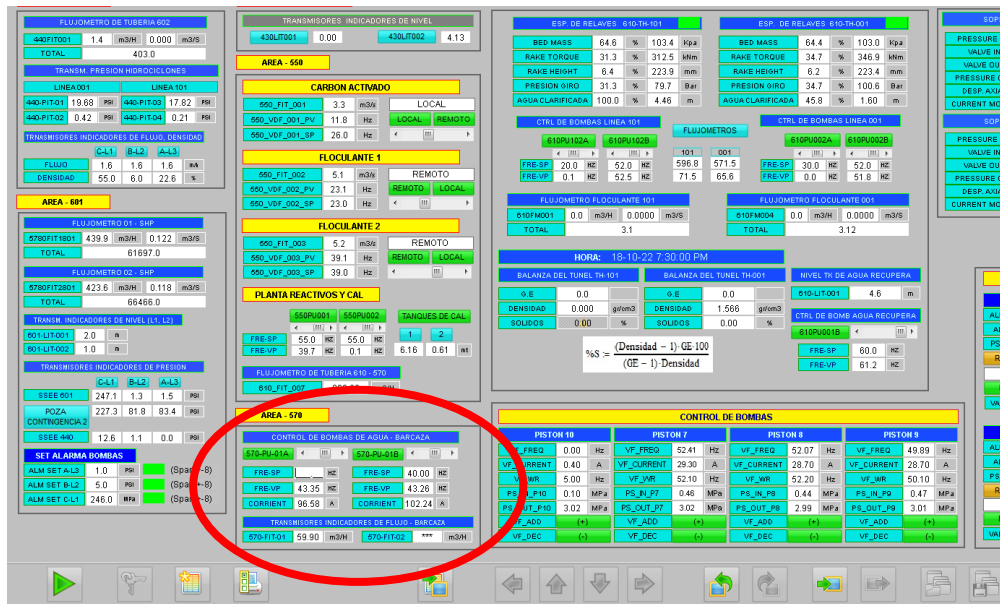


Figura 80. Panel de visualización y control en el Scada

Actividad 11: pruebas de funcionamiento

Monitoreo del PLC desde el step7

En este procedimiento podemos validar el correcto funcionamiento de los bloques de entradas y salidas analógicas del PLC en funcionamiento.

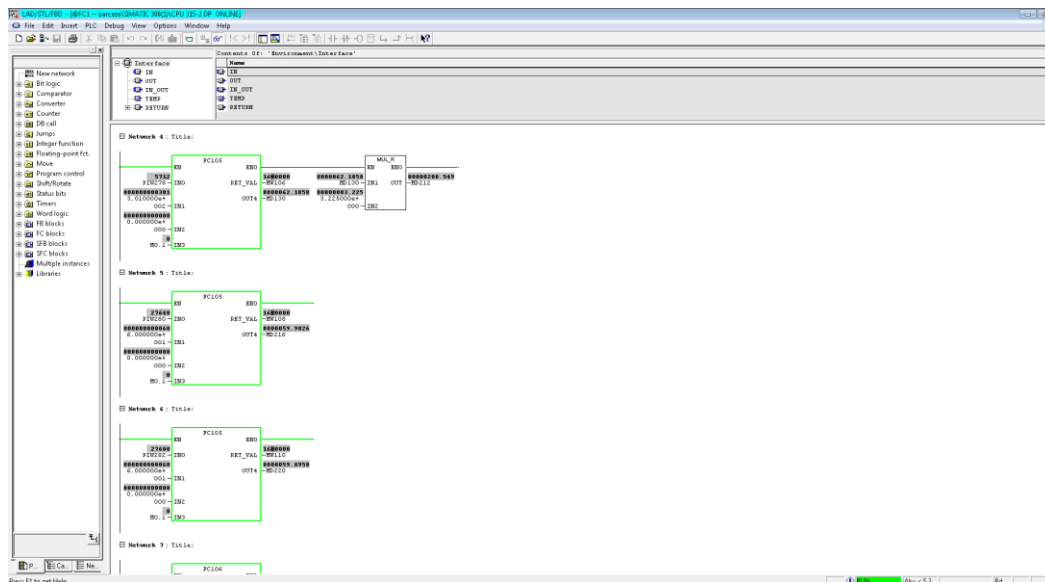


Figura 81. Prueba de bloques de señal de entrada en funcionamiento

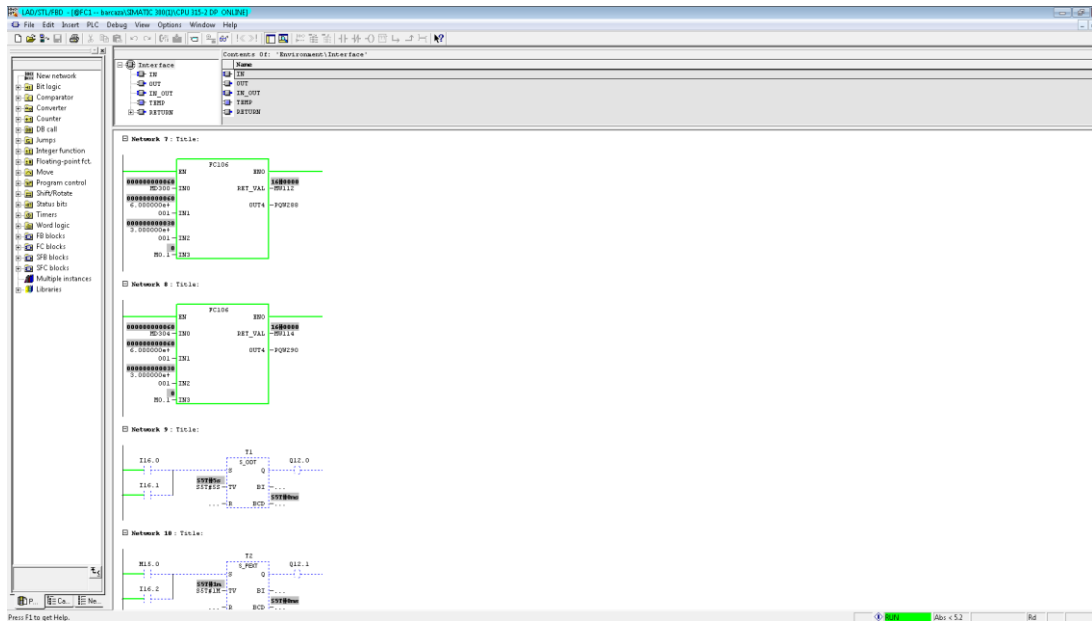


Figura 82. Visualización de señal de bloque de salida en funcionamiento

Monitoreo y regulación de flujo de agua desde sala de control

En este procedimiento el operador de sala de control ya puede regular la velocidad del VDF, y, por ende, regula también el flujo de agua, que a su vez se tiene el correcto valor de corriente y frecuencia en tiempo real.



Figura 83. Proceso de regulación de frecuencia en el Scada

Cronograma de actividades cumplidas al 100 %

Tabla 7. Cronograma de actividades culminados satisfactoriamente

Programa de actividades para el proyecto de automatización de sistema de control de bombas 570-barcaza				Mayo				Junio				Julio				
N.º	Actividades	Responsable	Avance	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S4
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3		
1	Elaboración de cronograma de actividades	Ronal Vigilio Cecilio	100 %													
2	Elaboración de diseño de diagramas de lazo y control	Ronal Vigilio Cecilio	100 %													
3	Programación básica de un PLC	Ronal Vigilio Cecilio	100 %													
4	Armado de tablero eléctrico de control de acuerdo con los diagramas diseñados	Ronal Vigilio Cecilio	100 %													
5	Canalización y montaje de tablero eléctrico de control en la sala eléctrica 570-ER	Ronal Vigilio Cecilio	100 %													
6	Canalización de cables de señal desde los flujómetros hasta la sala eléctrica 570-ER	Ronal Vigilio Cecilio	100 %													
7	Canalización de cables de señal desde el VDF hasta el tablero eléctrico de control	Ronal Vigilio Cecilio	100 %													
8	Configuración y montaje de las antenas emisoras y receptoras	Ronal Vigilio Cecilio	100 %													
9	Canalización de las antenas hasta tablero de control en la sala eléctrica 570-ER	Ronal Vigilio Cecilio	100 %													
10	Conexión de los cables de las antenas, flujómetros y cables de señal proveniente del VDF	Ronal Vigilio Cecilio	100 %													
11	Configuración básica del VDF y el SCADA	Ronal Vigilio Cecilio	100 %													
12	Pruebas de funcionamiento	Ronal Vigilio Cecilio	100 %													

Entregables de las actividades profesionales

Como resultado de las actividades profesionales, se entregó lo siguiente:

Información técnica

Entregable 1: diagrama de lazo del proyecto

Entregable 2: diagrama de control y fuerza del proyecto

Entregable 3: lista de orden de trabajo

Entregable 4: lista de componentes utilizados en el proyecto

Entregable 5: vale de devolución de equipos sobrantes

Entregable 6. cronograma de ejecución del proyecto

Entregable 7: formatos de herramientas de gestión realizadas durante la ejecución del trabajo

4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional

4.2.1. Metodología

El desarrollo de las actividades parte de la observación de problemas y deficiencias; por ello, se recopilaron informaciones de nuevas tecnologías y formas de poder automatizar el proceso y gran parte de los conocimientos aprendidos en la Universidad Continental, como en los trabajos diarios que se desarrollan, sumado a esto las hojas de cálculo Excel que se elaboran según las necesidades para planificar el cronograma de ejecución del trabajo.

4.2.2. Técnicas

Se entiende las técnicas como un conjunto de instrumentos y medios con los que se efectúa el método.

Capacitaciones

La capacitación al personal por parte de la empresa minera en equipos de última generación y nuevas tecnologías se da con el único fin de ser una empresa competitiva con buena calidad de personal.

Técnica del uso del internet

Tener la información al alcance de nuestras manos, ya que este medio fue una herramienta fundamental para el desarrollo del presente trabajo.

Técnica de documentación

En este tipo de técnica empleamos predominantemente los registros impresos, gráfica, diagramas eléctricos y cronograma de ejecución.

4.2.3. Instrumentos

Software

Los softwares utilizados en el diseño y programación del presente trabajo cuentan con las licencias requeridas y el uso de estas son exclusivamente para trabajadores de la empresa.

Software WINCC

Software STEP7

Software AutoCAD

Software AutoCAD

Office

4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Instrumentos

Los instrumentos utilizados para la ejecución del presente trabajo son:

- Multímetro
- Pinza amperimétrica

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Resultados finales de las actividades realizadas

Como resultados finales de las actividades se logró mejorar de una manera eficiente el proceso de recirculación de agua que alimenta a la planta concentradora, ya que con la implementación realizada se han obtenido buenos resultados, tales como:

- Reducción de personal que estaba a cargo para regulación de bomba
- Se optimiza las horas-hombre desperdiciada en acercarse al punto de bombeo
- Disminución de costos por operador en el punto
- Se optimiza el correcto monitoreo de corriente y frecuencia del motor
- Fácil regulación de flujo ante cualquier emergencia
- Confiabilidad el sistema de bombeo de agua

5.2. Logros alcanzados

En el ámbito del proyecto

Se logró cumplir con todas las actividades de una manera eficiente de acuerdo con el cronograma establecido en el presente trabajo, en el tiempo estimado satisfactoriamente y con mucha responsabilidad en beneficio para la empresa minera Shouxin Perú S. A.

En el ámbito personal

Participar en el proyecto desde su planificación, diseño, ejecución y puesta en funcionamiento ampliaron y enriquecieron de mucho conocimiento al presente investigador que fueron adquiridos en la Universidad Continental, para así tratar de optimizar el control y monitoreo del sistema de bombeo de agua que alimenta a la planta concentradora.

5.3. Aportes del bachiller en la empresa

En el ámbito cognoscitivo

En el aspecto cognoscitivo para el presente informe del bachiller se optaron los conocimientos adquiridos en los cursos desarrollados en la Universidad Continental, tales como:

- Dibujo para Diseño de Ingeniería I y II
- Computación
- Maquinas Eléctricas
- Circuitos Eléctricos
- Circuitos Electrónicos
- Fundamentos de Instrumentación y Medición
- Ingeniería de Control
- Circuitos y Sistemas Digitales
- Dirección de Proyectos
- Electrónica de Potencia

Además, podemos hacer mención de que, para la elaboración del presente informe el bachiller combinó los conocimientos adquiridos en la Universidad Continental y, sumado a ello, las experiencias adquiridas en diferentes unidades mineras:

En el ámbito actitudinal

En este aspecto el bachiller optó por actitudes positivas de liderazgo y trabajo en equipo, obteniendo mucha experiencia en el área de la ingeniería eléctrica, identificando oportunidades de mejora en el aspecto de reducir costos y horas-hombres, aplicando metodologías que ayudan a alcanzar los logros.

En el aspecto procedimental

En este aspecto procedimental el bachiller realizó el fiel cumplimiento a las normas técnicas nacionales e internacionales que dieron como resultado la confiabilidad del sistema de bombeo de agua.

De la misma forma, el bachiller realizó el fiel cumplimiento de las políticas integradas en materia de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, logrando el objetivo sin daños a la persona, equipos y medio ambiente.

CONCLUSIONES

1. Al implementar un sistema de monitoreo y control mediante un sistema de radio enlace ayudó a mejorar el sistema de bombeo desde el relave hasta el área de agua recuperada, que es el lugar de donde se abastece de agua para todo el proceso de producción de la planta concentradora.
2. Al realizar el análisis del diagnóstico antes de implementar el sistema de monitoreo se observó que se tenía dificultad para realizar la regulación del flujo de agua para el proceso de la planta.
3. Al realizar el diseño del proyecto mediante un sistema de radioenlace se notó de que es un proyecto totalmente factible por tener un costo bajo a comparación de que anteriormente ya se había hecho un estudio, pero la comunicación desde la sala de control hasta la sala que se encuentra en el área de relaves debía hacerse mediante fibra óptica, lo que presentaba un alto costo, ya que dicho trabajo sería realizado por una empresa contratista especializada.
4. El presente trabajo fue diseñado con un costo menor, ya que para la implementación del tablero de control se usó equipos que contábamos en *stand by* en el almacén como el PLC s7-300, que comúnmente ya no se usan por un tema de que la tecnología avanza y dichos componentes se están dejando de lado y otros componentes que son comunes y son fáciles de encontrar.
5. Con la implementación del presente trabajo se optimizó un personal de operaciones, ya que este era el mismo que perdía tiempo en acercarse al punto para simplemente monitorear y regular el flujo de agua que alimentaba a la planta. Teniendo en cuenta que la distancia hasta el espejo de relaves es de 3.5 km de distancia.
6. Actualmente, el control para las dos bombas de agua se realiza desde la sala de control 510-ER, y es controlado por el operador de sala de control quien lleva los registros del caudal, corriente y frecuencia eficientemente y valores en hora real.
7. Finalmente, se evidencia que con esta mejora el control y monitoreo del flujo de agua ya no presentan inconvenientes, asimismo, el operador tiene el control de regular el agua de acuerdo con el flujo que requiere la planta para seguir con su proceso productivo.

RECOMENDACIONES

1. Hoy en día, el objetivo de una planta concentradora es el procesamiento de mineral sin interrupciones y, para ello, es recomendable realizar nuevos proyectos de inversión para poder automatizar en su totalidad el proceso de bombeo de agua, donde es de suma importancia la confiabilidad de agua en un proceso.
2. Tras una minuciosa inspección de los componentes eléctricos que alimentan al sistema de bombeo se pudo observar que los tableros eléctricos presentan corrosión por encontrarse en una zona costera, pues las sales marinas afectan de una manera agresiva a los metales, es por lo que se recomienda el reemplazo de dichos tableros y componentes de canalización por un material de fibra de vidrio, que tienen menor impacto ante la corrosión.
3. La falta de mantenimiento de un sistema de puesta a tierra que son afectados por la corrosión genera el bajo aislamiento de un sistema eléctrico, es por lo que se recomienda el cambio de cables eléctricos de alimentación y cables de un sistema de puesta a tierra, esto nos ayudaría a que las lesiones inducidas por las corrientes parásitas sean menores.
4. Se recomienda la habilitación de un sistema de compensación para compensar la energía reactiva y aumentar el factor de potencia, ya que en la sala eléctrica se encuentran instalados dos variadores de frecuencia, que son los principales agentes generadores de corrientes armónicas.
5. Se recomienda la instalación de reactancias que son filtros de rechazo de corriente armónica en el punto de alimentación y en el punto de salida de cada variador de frecuencia, esto ayudará a no distorsionar la red eléctrica.
6. La pretensión en el presente trabajo desarrollado por el bachiller es optimizar las horas-hombre, correcto monitoreo y regulación del sistema de bombeo.
7. Se recomienda seguir brindando las oportunidades a que los trabajadores presenten nuevas ideas, nuevos proyectos y estudios para que el proceso de producción de la planta sea un poco más automatizado y eficiente.

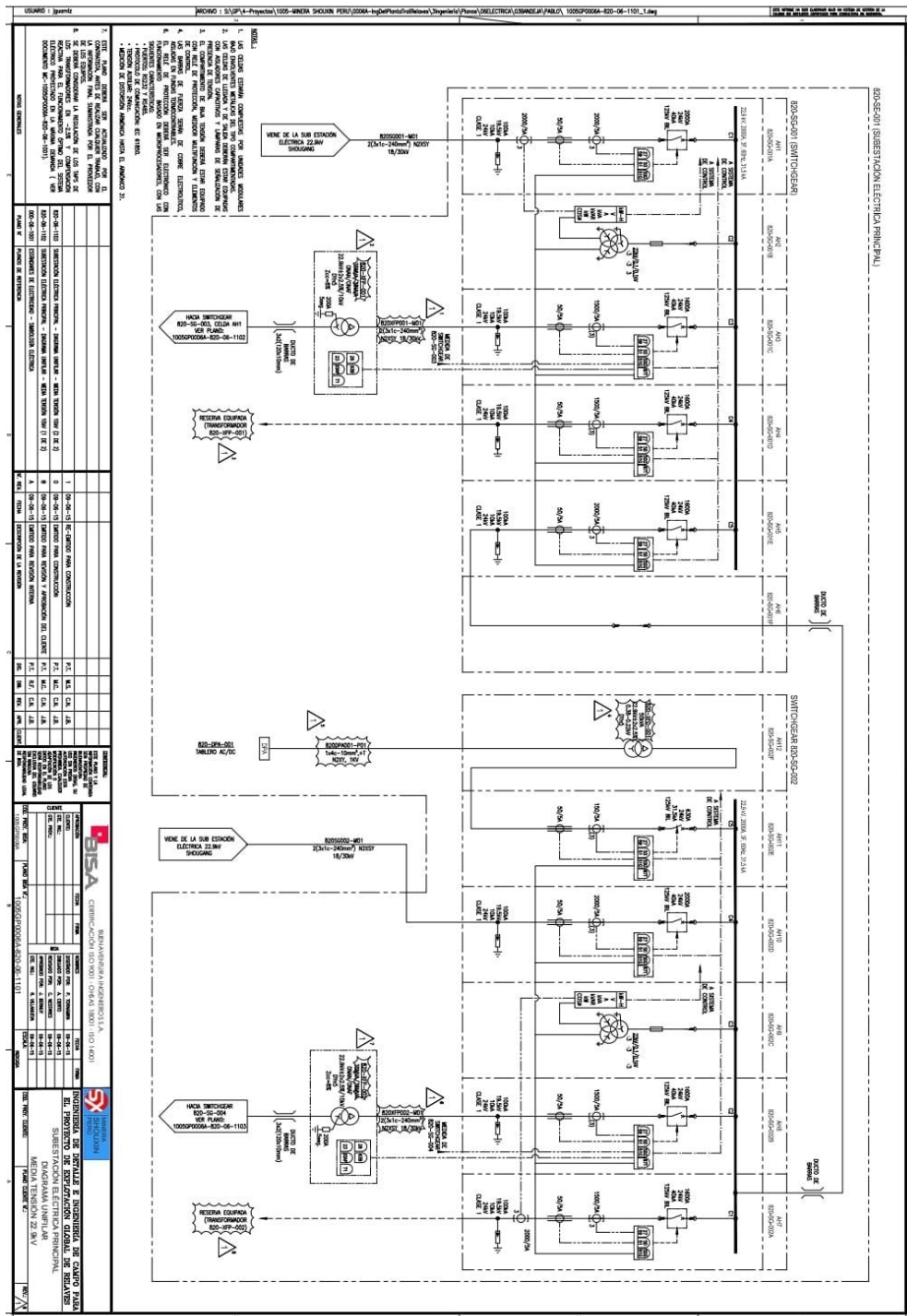
LISTA DE REFERENCIAS

1. **Ministerio de Energía y Minas.** 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. [https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/Ley %2029783 %20SEGURIDAD %20SALUD %20EN %20EL %20TRABAJO](https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/Ley%2029783%20SEGURIDAD%20SALUD%20EN%20EL%20TRABAJO).
2. —. *Código Nacional de Electricidad.* [https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/R %20M %20 %20y %20CNE %202011.pdf](https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/R%20M%20%20y%20CNE%202011.pdf).
3. **Minera Shouxin.** *Procedimiento de monitoreo.* <https://www.shouxin.com.pe/>.
4. **ROJAS PALACIOS, Percy Frank.** *Optimización del sistema de compensación reactiva para mejorar la calidad de energía eléctrica en la Unidad Minera Chungar e Islay.* 2021. Universidad Continental.
5. **ÁVILA ÁVILA, Héctor Francy.** *Evaluación de la máquina electrohidráulica SBM 400 de 200hp/440VAC para la ventilación y ore pass en interior mina de Pan American Silver Morococha en el año 2020.* 2021. Universidad Continental.
6. **FAO.org.** *Cálculo de flujo de agua. Training.* https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6705s/x6705s03.htm.
7. **IQUISE GONZA, Fredy Fidel.** *Implementación del circuito de alimentación de las protecciones internas del transformador de servicios auxiliares del centro de control de motores de la planta concentradora.* 2021. Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10555/1/IV_FIN_109_TSP_Iquise_Gonza_2021.pdf.
8. **Ministerio de Energía y Minas.** *Norma técnica peruana.* https://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=12&idTitular=3094&idMenu=sub3006&idCateg=742.
9. **CARRASCO DIAZ, Sergio.** *Metodología de la Investigación científica.* Lima : Editorial San Marcos E.I. R.L., 2007.
10. **RAMIREZ QUIROZ, Elmer Hernan.** Modelo estratégico para viabilizar proyectos de generación de electricidad utilizando energías renovables no convencionales en zonas rurales del Perú, para promover su desarrollo sustentable. [En línea] 2015. [Citado el: 18 de 11 de 2018.] <https://www.google.com.pe/search?q=%E2%80%9CModelo+estrat%C3%A9gico+para+viabilizar+proyectos+de+generaci%C3%B3n+de+electricidad+utilizando+Energ%C3%ADAs+Renovables+No+Convencionales+en+zonas+rurales+del+Per%C3%BA%2C+para+promover+su+desarrollo+sustentabl>.

ANEXOS

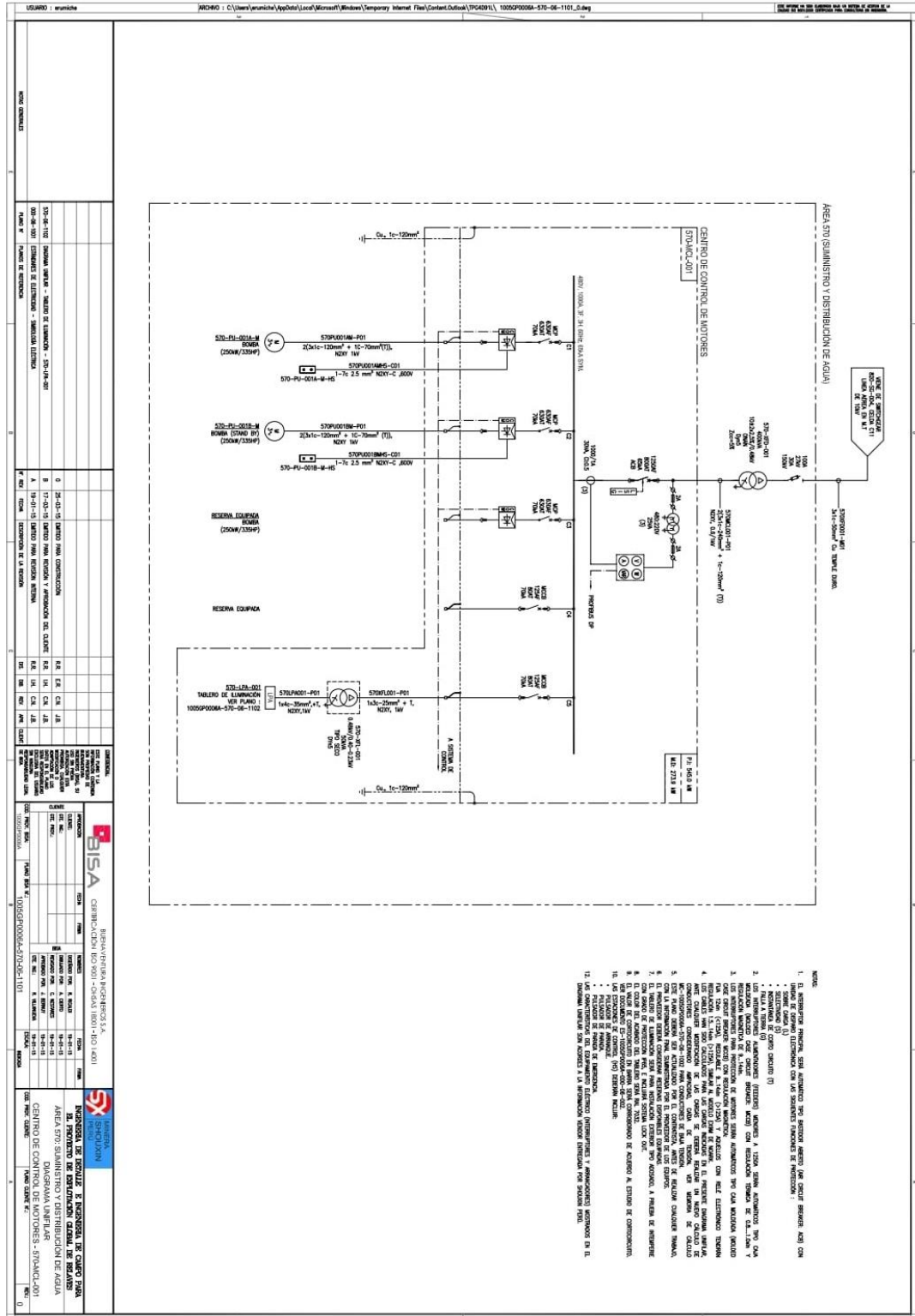
Anexo 1

Diagrama unifilar de la 820-ER que alimenta a la sala eléctrica 570-ER



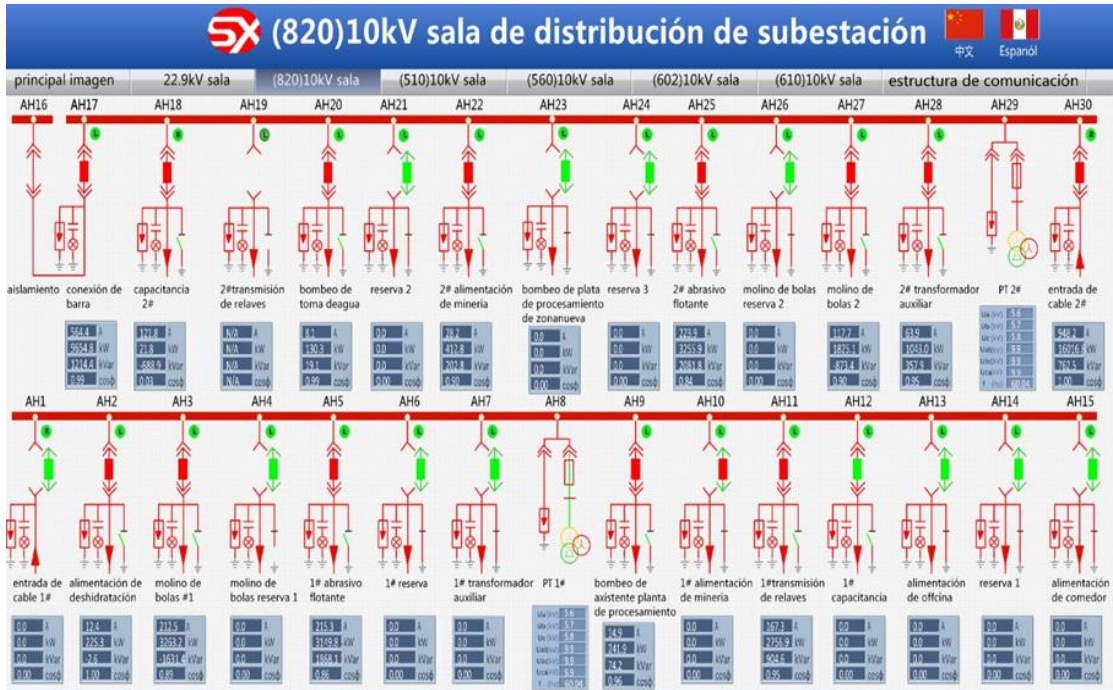
Anexo 2

Diagrama unifilar de la sala eléctrica 570-ER




Anexo 3

Vista de diagrama de cargas de subestación 820-ER. Principal en SCADA, donde visualiza que la celda AH20, alimenta a la sala eléctrica 570-ER barcaza (área agua recuperada)



Anexo 5

Herramienta de gestión usada en el proyecto IPERC



MINERA SHOUQUIN PERU S.A.

ANEXO 7 - IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y CONTROLES DE RIESGOS IPERC - CONTINUO

CODIGO: MSP-DI-SSO-166
 VERSION: 3
 FECHA: / /
 Hora: / /

NOMBRE DE LA TAREA: _____

1. _____
 2. _____
 3. _____
 4. _____
 5. _____

SEVERIDAD	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS										NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE CORRECCIÓN	TIPO DE CONTROL	EVALUACIÓN RIESGO RESIDUAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Castrofito	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ALTO	Riesgo inminente, requiere control inmediato. Si no se puede controlar el PELIGRO se paraliza los trabajos operacionales en la labor.	0-24 HORAS	1	Eliminación	
Mortalidad	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	MEDIO	Riesgo medio para desarrollar el trabajo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera de manera inmediata.	0-72 HORAS	2	Control de Ingeniería	
Permanente	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	BAJO	Riesgo que puede ser controlado.	1 MES	3	Señalización, Alertas y/o Controles Administrativos	
Temporal	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				4	Uso de Equipo de Protección Personal (EPP)	
Menor	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				5		
	A	B	C	D	E											
	Común	Ha sucedido	Puede suceder	Baro que suceda	Prácticamente imposible que suceda											
	PROBABILIDAD / FRECUENCIA															

No	DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	RIESGO	EVALUACIÓN			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR		TIPO DE CONTROL	EVALUACIÓN RIESGO RESIDUAL		
			PROBABILIDAD	SEVERIDAD	NIVEL DEL RIESGO	PROBABILIDAD	SEVERIDAD		NIVEL DEL RIESGO		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

RECUERDA PARA CONTINUAR EL PELIGRO Y AJUSTAR EL RIESGO.

1. _____
 2. _____
 3. _____
 4. _____
 5. _____

DATOS DE LOS SUPERVISORES		CAMBIO		MEDIDA CORRECTIVA		Firma	
HORA	NOMBRE DEL SUPERVISOR						

NOTA: Eliminar los Peligros en Tema Prioritaria antes de iniciar las Operaciones. Durar


Anexo 6

Herramienta de gestión usada en el proyecto PETAR

MINERA SHOUXIN PERÚ S.A.		CODIGO: SX-101-550-183		UEA - Concesión de Beneficio "Planta Concentradora Polimetálica MSP"			
PERMISO ESCRITO PARA TRABAJO DE ALTO RIESGO (PETAR) - TRABAJOS EN ALTURA		SEGUNDA EDICIÓN					
ÁREA:	LUGAR:	FECHA / / -					
No.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:						
Hora de Inicio							
Hora de Final							
	ALTURA MÁXIMA DE TRABAJO:						
RESPONSABLES DEL TRABAJO							
OCUPACIÓN	NOMBRES Y APELLIDOS		FIRMA INICIO	FIRMA FINAL			
REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD							
1. PERSONAL	SI	NO	N/A	5. EQUIPOS, ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS	SI	NO	N/A
1.1. Personal cuenta con certificado anual vigente de suficiencia médica (Art.134-D.S.024-2016-EM).				5.1. Cables			
1.2. Competente y autorizado				5.2. Estrobos			
				5.3. Grilletes			
2. EQUIPO DE PROTECCIÓN REQUERIDO	SI	NO	N/A	5.4. Ganchos			
2.1. EPP requerido(*)				5.5. Técles			
2.2. Arnés de Seguridad con doble línea de vida				5.6. Escaleras, Escalas, Andamios			
2.3. Casco con barbiqueo				5.7. Herramientas sujetadas			
3. LUGAR DE TRABAJO	SI	NO	N/A	5.8. Sistema de Iluminación			
3.1. Aplicación de procedimientos de bloqueo				5.9. Otros: _____			
3.2. Si no es aplicable el bloqueo desconectar				6. EQUIPOS DE APOYO	SI	NO	N/A
3.3. Aplicación de PETS correspondientes				6.1. Grua(**)			
3.4. Se ha elaborado la IPERC, con participación de los trabajadores, y se ha dispuesto en un lugar visible dentro del área de trabajo.				6.2. Camión(***)			
3.5. Parte inferior del área de labor señalizada				6.3. Grupo Electrónico			
3.6. Limpio y Ordenado				6.4. Jaula			
4. PRECAUCIONES ESPECIALES	SI	NO	N/A	6.5. Manlífts			
4.1. Equipo de Rescate Disponible				6.6. Retroexcavadora			
4.2. Supervisor de Seguridad presente.				6.7. Otros: _____			
4.3. Otras: _____				7. OTROS	SI	NO	N/A
				7.1. _____			
				7.2. _____			
PROCEDIMIENTO:							
AUTORIZADO							
Nombre y Firma				Nombre y Firma			
Supervisor del Trabajo de Alto Riesgo				Jefe del Área donde se realiza el trabajo			

Anexo 7

Herramienta de gestión usada en el proyecto «Inspección de herramientas manuales»

		SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE				UEA	
		INSPECCIÓN DE HERRAMIENTAS MANUALES				Consejería de Beneficio "Planta Concentradora Polimetálica MSP"	
ÁREA DE TRABAJO:	CÓDIGO :	SK-101-SSO-177	VERSIÓN	1	PÁGINA	Pág. 01 de 01	
RESPONSABLE DEL ÁREA:						FECHA	
GERENCIA							
NOTA: Toda herramienta manual deberá estar identificada del color (cinta pegable) representativo del mes. Siendo el Responsable el Supervisor de frente de trabajo.							

Tipo de Herramientas Manuales	Código	Mango			Cuchas / Seguros			Material			Filo			Cabeza / extremo de golpeo			Hoja o Boca			Tornillo de Sujeción			Aislamiento			Guardas			Estado en forma general			Observaciones
		B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA				
1																																
2																																
3																																
4																																
5																																
6																																
7																																
8																																
9																																
10																																

LEYENDA	
B: BUENO	Amarillo
M: MALO	Negro
NA: NO APLICA	Azul

Rojo	Octubre - Noviembre - Diciembre
Amarillo	Enero - Febrero - Marzo
Negro	Abril - Mayo - Junio
Azul	Julio - Agosto - Septiembre

Inspeccionado por: _____ Cargo _____ Firma _____

Anexo 8

Herramienta de gestión usada en el proyecto «Inspección de salas eléctricas»

INSPECCIÓN DE SALAS ELÉCTRICAS DE PLANTA NUEVA SHOUXIN S.A.			
FECHA		SALA	
ITEM	DESCRIPCION	ESTADO	OBSERVACIÓN
1	Extintor interior		
2	Extintor exterior		
3	Luces de emergencia		
4	Camilla		
5	Inmovilizador de cuello para camilla		
6	Arnes de seguridad ajustable para camilla		
7	Lockout Station (candados)		
8	Botiquín		
9	Letrero de sala eléctrica		
10	Letrero de uso obligatorio de EPP		
11	Señalética de riesgo eléctrico para tableros		
12	Señalética de riesgo eléctrico para puertas de ingreso		
13	Señaléticas de evacuación		
14	Señaléticas de luces de emergencia		
15	Señaléticas de extintores		
16	Señaléticas de camillas		
17	Señaléticas de botiquin		
18	Señalética de acceso restringido		
19	Señalética de atrapamiento		
20	Señaléticas de caídas a distinto nivel		
21	Manta dieléctrica		
22	Banca dieléctrica		
23	Escalera dieléctrica		
24	Pértiga de salvamento de 66KV		
25	Guantes dielectricos (algodón, cuero y dieléctrico)		
26	Careta dieléctrica		
27	Botas dieléctricas		
28	Traje ignifugo		
29	Gabinete para EPP		
30	Sensores de humo de contra incendio		
31	Luz estroboscópica de contra incendio		
32	Estación manual de alarma de contra incendio		
33	Camara de seguridad		
34	Sensor de temperatura para sala eléctrica		
35	Carrito extractor de interruptor de vacío		
36	Manibela de interruptor de vacío		
37	Manibela de aterramiento		
38	Extractor de aire		
39	Ducto de ingreso de aire		
40	Candado para puerta de sala eléctrica		
41	Peródico mural (pizarra de corcho)		
42	Política de seguridad		
43	Misión, Vision y valores		
44	PETS		
45	IPERC base		
46	Mapa de riesgo eléctrico		
47	Plano unifilar		

Elaborador por: _____

Revisado por: _____

Anexo 9

Herramienta de gestión usada en el proyecto «Orden de trabajo»

	JEFATURA DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO E INSTRUMENTACIÓN			MSP	
	FORMATO DE ORDEN DE TRABAJOS PROGRAMADOS			Código:	Versión 1
FECHA		ZONA		TAG	
ORDEN DE TRABAJO					
TÉCNICOS				Inspección: <input type="checkbox"/> Preventiva: <input type="checkbox"/> Correctivo: <input type="checkbox"/> Otros: <input type="checkbox"/>	Hora de Inicio: <input type="text"/> Hora de Fin: <input type="text"/>
DESCRIPCIÓN BASE DEL TRABAJO A REALIZAR					
CHECK LIST				Cumplimiento (%)	
<input type="checkbox"/>				OBSERVACIONES:	
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input checked="" type="checkbox"/>					
MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
Salida de Materiales		Devolución		Sobranje Retirado de Campo	
OBSERVACIONES:					
TÉCNICO 1	TÉCNICO 2	SUPERVISOR	ALMACENERO	JEFE DE MANTENIMIENTO	
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:	