

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Tesis

**Propuesta de protección mediante el relé inteligente
SIMOCODE PRO V PN para motores de baja tensión en la
Minera Quellaveco de Moquegua - 2021**

Max's Yonny Conde Carrión

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2022

ÍNDICE

Asesor	ii
Agradecimiento	iii
Dedicatoria.....	iv
Índice.....	v
Índice de figuras.....	viii
Índice de tablas	xi
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	xiv
CAPÍTULO I.....	17
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	17
1.1. Planteamiento y formulación del problema	17
1.1.1. Formulación del problema	18
1.2. Objetivos	18
1.2.1. Objetivo general	18
1.2.2. Objetivos específicos.....	19
1.3. Justificación	19
1.4. Importancia	20
1.5. Hipótesis y descripción de variables	20
1.5.1. Hipótesis.....	20
1.5.1.1. Hipótesis general	20
1.5.1.2. Hipótesis específicas	21
1.6. Descripción de variables	21
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes del problema	23
2.2. Bases teóricas	28
2.2.1. Protección	28
2.2.2. Relé	30
2.3. Definición de términos básicos	31
2.3.1. Motores eléctricos	31

2.3.2. Máquinas eléctricas rotativas	33
2.3.2.1. Características generales	34
2.3.2.2. Máquina generalizada.....	36
2.3.2.3. Constitución general de las máquinas eléctricas rotativas..	37
2.3.2.4. Clasificación y características básicas.....	41
2.3.2.5. Usos de las maquinas eléctricas rotativas	43
2.3.2.6. Campos magnéticos	43
2.3.2.7. Motores monofásicos.....	47
2.3.2.8. Motor monofásico de inducción	48
2.3.2.9. Normas generales en motores trifásicos de inducción	49
2.3.2.10. Arranque por fase auxiliar.....	58
2.3.2.11. Arranque por fase auxiliar y resistencia.....	59
2.3.2.12. Arranque por fase auxiliar e inductancia.....	59
2.3.2.13. Arranque por fase auxiliar y condensador	59
2.3.2.14. Arranque con espira de sombra.....	61
2.3.2.15. Capacitor de arranque	61
2.3.2.16. Capacitores en marcha.....	62
2.3.2.17. Normas de los motores de alta eficiencia	66
2.3.2.18. Normativas globales de eficiencia para motores eléctricos de baja tensión	67
2.3.2.19. Ubicación.....	78
2.3.2.20. Relieve y geomorfología	79
2.3.2.21. Clima y meteorología.....	79
2.3.2.22. Calidad de aire.....	80
2.3.2.23. Ruido y vibraciones	80
2.3.2.24. Geología y sismicidad.....	80
2.3.2.25. Suelos.....	81
2.3.2.26. Hidrología	81
2.3.2.27. Calidad de agua superficial	81
2.3.2.28. Hidrogeología	82
2.3.2.29. Objetivo	83
2.3.2.30. Alcance.....	84
CAPÍTULO III.....	89
METODOLOGÍA	89

3.1. Método, tipo y nivel de la investigación.....	89
3.1.1. Tipo	89
3.1.2. Nivel	89
3.1.3. Método	90
3.2. Diseño y esquema de la investigación	90
3.3. Población, muestra y técnica de muestreo	91
3.3.1. Población.....	91
3.3.2. Muestra	91
3.3.3. Tipo de muestreo.....	91
3.4. Técnica e instrumento de acopio de datos.....	91
3.5. Técnicas de procesamiento de datos	92
CAPÍTULO IV.....	93
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	93
4.1. Análisis e interpretación de resultados	93
4.2. Sistema de cargado en toneladas con la protección tradicional	93
4.3. Sistema de protección para motores de baja tensión	94
4.4. Prueba de hipótesis	97
Conclusiones.....	105
Lista de referencias.....	107
Anexos	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema básico de sistema de protección	29
Figura 2. Relé de protección de alimentador.....	31
Figura 3. Generador de motor	34
Figura 4. Generador	34
Figura 5. Motor	34
Figura 6. Conductor en condiciones óptimas de operación.....	35
Figura 7. Configuración cilíndrica de los conductores en una máquina	36
Figura 8. Partes de una máquina eléctrica rotativa	36
Figura 9. Esquema de la máquina generalizada	37
Figura 10. Partes constitutivas de las máquinas eléctricas rotativas.....	38
Figura 11. Inducido.....	40
Figura 12. Escobillas	40
Figura 13. Máquinas rotativas	41
Figura 14. Máquina de CC durante su proceso de fabricación	44
Figura 15. Partes principales de un motor AC.....	46
Figura 16. Disposición geométrica y montaje del estator	47
Figura 17. Construcción del rotor de un motor AC	47
Figura 18. Esquema de conexiones de motor monofásico de inducción.....	49
Figura 19. Esquema de conexiones de un motor de fase partida normal	50
Figura 20. Característica torque – velocidad.....	51
Figura 21. Diagrama fasorial en el arranque	51
Figura 22. Esquema de conexiones	52
Figura 23. Diagrama fasorial en el arranque	52
Figura 24. Motor de fabricación nacional	53
Figura 25. Esquema de conexiones	53
Figura 26. Capacitores electrolíticos.	55
Figura 27. Diagrama fasorial en el arranque	55
Figura 28. Esquema de conexiones	56
Figura 29. Característica de torque y velocidad	56
Figura 30. Esquema de conexiones	57
Figura 31. Característica de torque y velocidad	58
Figura 32. Arranque por fase auxiliar	59

Figura 33. Arranque por fase auxiliar y condensador	60
Figura 34. Arranque con espira de sombra	61
Figura 35. Ley de Faraday	62
Figura 36. La Inductancia	63
Figura 37. Triángulo de potencias	63
Figura 38. Normativas globales de eficiencia	68
Figura 39. Etiqueta sobre el nivel de eficiencia de los equipos	69
Figura 40. Relé Electromecánico a Digital	70
Figura 41. Simocode pro C, pro V, integrado en el circuito principal, en el circuito de control y en el nivel de automatización (PLC)	73
Figura 42. Ubicación del proyecto minero Quellaveco.	79
Figura 43. Propiedades del coeficiente de Spearman	99
Figura 44. Gráfica de correlación	99
Figura 45. Spearman en SPSS	100
Figura 46. Proyecto minero Quellaveco	110
Figura 47. Red eléctrica Quellaveco	111
Figura 48. Sala eléctrica planta Papujune	112
Figura 49. Ingreso a sala eléctrica 3210-ER-001	113
Figura 50. Centro de control de motores - MC	114
Figura 51. Diagrama unifilar de toda la sala eléctrica.....	115
Figura 52. Plano eléctrico arrancador con Simocode.....	116
Figura 53. Dibujo del centro de control de motores – MC	117
Figura 54. Tabla de configuración de parámetros para relé Simocode pro ...	118
Figura 55. Arrancador para motor eléctrico con relé Simocode pro	119
Figura 56. Switch de comunicación por red Proninet relé Simocode pro	120
Figura 57. Arrancador para motor eléctrico con contactores de fuerza.....	121
Figura 58. Motores eléctricos con aplicación en bomba de agua fresca	122
Figura 59. Moto eléctrico en aplicación para ventilador - molienda.....	123
Figura 60. Moto eléctrico en aplicación para ventilador - chancadora.....	124
Figura 61. Moto eléctrico en aplicación para fajas – transporte de mineral....	125
Figura 62. Placa de datos motor eléctrico	126
Figura 63. Prueba de aislamiento a motor eléctrico	127
Figura 64. Conexionado de motor eléctrico.....	128
Figura 65. Izaje y cambio de motor eléctrico	129

Figura 66. Empaquetado de motor eléctrico mantenimiento por rodamiento .	130
Figura 67. Estación de bombeo alta montaña- bombas verticales	131
Figura 68. Pozo de bombeo de bombeo alta montaña.....	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	22
Tabla 2. Características de frecuencia vs. número de polos.....	32
Tabla 3. Maquinas asíncronas o de inducción	42
Tabla 4. Máquinas de corriente continua	45
Tabla 5. Máquinas de corriente alterna de colector.....	46
Tabla 6. Características del Simocode pro V	74
Tabla 7. Antecedentes utilizados.....	86
Tabla 8. Normas.....	88
Tabla 9. Minera Quellaveco - toneladas cargadas por día método convencional	94
Tabla 10. Minera Quellaveco - toneladas cargadas por día con el relé inteligente	95
Tabla 11. Distribución porcentual de la muestra según toneladas procesadas	95
Tabla 12. Distribución porcentual de la productividad promedio en TM / hora efectiva	96
Tabla 13. Distribución porcentual de la muestra según tiempo de carguío promedio en minutos	96
Tabla 14. Distribución porcentual de la muestra según la cobertura del relé (%)	97
Tabla 15. Minera Quellaveco de Moquegua - productividad	97
Tabla 16. Correlaciones de Rho de Spearman 1	101
Tabla 17. Correlaciones de Rho de Spearman 2	101
Tabla 18. Correlaciones de Rho de Spearman 3	102
Tabla 19. Correlaciones de Rho de Spearman 4	102
Tabla 20. Carga de mineral en el mes de abril del 2021	103
Tabla 21. Carga de mineral en el mes de abril del 2018	104

RESUMEN

La investigación responde a la siguiente interrogante ¿Cómo influye la protección mediante el relé inteligente Simocode pro V PN para motores de baja tensión en la minera Quellaveco de Moquegua - 2021? Como objetivo principal pretende determinar la Influencia de la protección mediante el relé inteligente Simocode pro V PN para motores de baja tensión en la minera Quellaveco de Moquegua – 2021 y como hipótesis se asume que la protección mediante el relé inteligente Simocode pro V PN influye positivamente en la vida de funcionamiento en los motores de baja tensión y producción de mineral en la minera Quellaveco de Moquegua – 2021. El diseño fue el descriptivo correlacional, en la muestra de la minera Quellaveco de Moquegua -2021, donde se aplicó la propuesta de protección mediante el relé inteligente Simocode pro V PN para motores de baja tensión en la minera Quellaveco de Moquegua - 2021. Se concluye que se ha determinado que la protección mediante el relé inteligente Simocode pro V PN Influye positivamente en la vida de útil de los motores de baja tensión y producción de mineral en la minera Quellaveco de Moquegua – 2021, toda vez que la prueba de hipótesis resultó ser significativa, así mismo, la protección del sistema ofrece ventajas como la seguridad eléctrica, protección del motor baja tensión y confiabilidad de operación en la mina Quellaveco.

Palabras claves: minera Quellaveco, motores de baja tensión, relé inteligente Simocode pro V PN

ABSTRACT

The research answers the following question: How does the protection by means of the Simocode pro V PN intelligent relay for low-voltage motors influence the Quellaveco mining company in Moquegua - 2021? The main objective is to determine the influence of protection using the Simocode pro V PN smart relay for low voltage motors in the Quellaveco de Moquegua mining company - 2021 and as a hypothesis it is assumed that protection using the Simocode pro V PN smart relay has a positive influence on operating life in low voltage motors and mineral production in the Quellaveco de Moquegua mining company - 2021. The design was descriptive correlational, in the sample of the Quellaveco de Moquegua mining company -2021, where the protection proposal was applied through the Simocode pro VPN smart relay for low-voltage motors in the Quellaveco mine in Moquegua -2021. It is concluded that it has been determined that protection by means of the Simocode pro V PN intelligent relay positively influences the useful life of low-voltage motors and mineral production in the Quellaveco de Moquegua mining company - 2021, since the hypothesis test turned out to be significant, likewise the protection of the system offers advantages such as electrical safety, low voltage motor protection and reliability of operation in the Quellaveco mine

Keywords: low voltage motors, Quellaveco mining, Simocode pro V PN smart relay