

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
MONITOREO INALÁMBRICO PARA TRANSMISIÓN DE DATOS
DE UN GRUPO ELECTRÓGENO A UNA PC.**

DECLARACIÓN

Yo Patricio Oswaldo Vaca Romo declaro que la presente tesis no se encuentra desarrollada hasta la actualidad, y el proceso de investigación para la obtención final de este documento y el desarrollo del módulo electrónico de monitoreo inalámbrico fueron íntegramente realizados por mí persona.

Patricio Vaca Romo

CERTIFICACIÓN

Yo Marcelo García certifico haber dirigido y revisado el presente trabajo de Tesis, certifico también que este proyecto de tesis ha sido elaborado en su totalidad por el señor:

Patricio Oswaldo Vaca Romo

Ing. Marcelo García
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA por la enseñanza brindada a lo largo de estos años.

A ENERGY PLAM los mismos que me dieron su apoyo y que han confiado en mí desde el comienzo de la elaboración de la tesis.

A mi tutor por su confianza consejos y apoyo durante el desarrollo de esta tesis.

DEDICATORIA

La presente Tesis la dedico a mi Padre que supo guiar mi camino con consejos, sabiduría, paciencia y amor, gracias a su apoyo incondicional he logrado muchas cosas en la vida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice general	vii
Anexos	xi
Índice de figuras	xiii
Índice de tablas	xix
Índice de flujo gramas	xix
Índice de circuitos	xx
Índice de fórmulas	xx
Título del tema	xxi
Planteamiento del problema	xxi
Justificación	xxii
Alcances	xxiii
Objetivos generales	xxiii
Objetivos específicos	xxiii
Hipótesis	xxiii
Marco teórico.	xxiv
Marco metodológico.	xxiv
Esquema de contenidos.	xxv
Resumen	xxvi

INDICE DE GENERAL

CAPITULO I

INTRODUCCION Y CONCEPTOS BASICOS DE UN GRUPO ELECTRÓGENO

1.1	Introducción a grupos electrógenos.	28
	1.- Motor.	29
	1.1.- Regulación de velocidad del motor.	29
	1.2.- Pre calentador de Block.	30
	1.3.- Múltiple de escape	31
	1.4.- Silenciador.	31
	1.5.- Tubo de salida	31
	2.- Sistema de refrigeración.	32
	3.- Depósito de combustible.	33
	3.1.- Bomba de combustible	34
	3.2.- Aislamiento de la vibración.	34
	4.- Sistema eléctrico del motor.	35
	4.1.- Sistema de control.	36
	4.2.- Protecciones.	36
	4.3.- Sensores del motor.	37
	4.3.1.- Sensor de presión de aceite.	37
	4.3.2.- Sensor de temperatura del refrigerante del motor.	38
	4.3.3.- Sensor de velocidad del motor (PICK UP).	39
	4.4.- Alternador (fuente de energía eléctrica).	40
	4.4.1.-Conexión en estrella.	41
	4.4.2.-Conexión en triángulo.	41
	4.4.3.- AVR.	43
1.2	Sistema eléctrico actual del grupo electrógeno	44
	1.2.1 Sistema eléctrico en el motor:	44
	1.2.2.-Sistema eléctrico en el alternador:	46
1.3	Estudio y descripción de los parámetros del generador.	48
1.4	Normas de seguridad para el mantenimiento de un generador.	50
	1.4.1.- Mantenimiento del motor.	50
	1.4.2.- Mantenimiento del alternador.	54
1.5	Normas de seguridad para sistemas de adquisición de datos.	56
	1.5.1.- Norma de transmisión de datos inalámbricos IEEE.	56
	1.5.2.- Información general.	56
	1.5.3.- Red de modelo.	57
	1.5.4.- La fiabilidad y la seguridad.	57

1.6	Sistemas de transmisión de datos inalámbricos.	58
	1.6.1-Definición del sistema Zigbee.	58
	1.6.2.- Arquitectura de una red Zigbee.	60
	1.6.2.1.- El Coordinador. (ZigBee Coordinator, ZC).	60
	1.6.2.2.-Los Routers. (ZigBee Router, ZR).	60
	1.6.2.3.- End Device. (ZigBee End Device, ZED).	61
	1.6.3- Conexión Punto a Multipunto.	61
	1.6.3.1.- Modo transparente	63
	1.6.3.2.- Estrategias de conexión de los dispositivos en una red Zigbee	65
	1.6.4.- ¿Porque utilizar el sistema ZigBee en este proyecto?	65
	1.6.4.1.- ZigBee vs. Bluetooth	65
	1.6.4.2.- Comparación de ZigBee con otros estándares inalámbricos	66
	1.6.4.3.- Comparación de ZigBee con otros ZigBee.	66

CAPITULO II

DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DEL GENERADOR.

2.	Flujo grama del principio de funcionamiento del sistema de adquisición de datos y respuesta del micro controlador.	68
2.1	Diseño del diagrama eléctrico adquisición de datos de los parámetros del generador.	75
	2.1.1.- Sensor de voltaje AC.	75
	2.1.2.- Sensor de frecuencia.	78
	2.1.3.- Sensor de voltaje DC.	87
	2.1.4.- Sensor de temperatura.	90
	2.1.5.- Sensor de presión de aceite.	97
	2.1.6.- Sensor de corriente.	101
	2.1.7.- Sensor de nivel de combustible	107
	2.1.8.- Fuente de alimentación para el módulo	111
2.2	Diseño del programa en LABVIEW para la transmisión y recepción de datos vía inalámbrica.	115
2.3	Diseño del programa en LABVIEW para receptor la información del generador.	117
	2.3.1. Botones de encendido automático y parada del generador.	117
	2.3.2. Pantallas de visualización de los datos recibidos en el programa	120
	2.3.2.1 Visualización de los parámetros del motor	120
	2.3.2.2 Visualización de los parámetros del alternador	126
	2.3.2.3 Visualización de los alarmas del grupo electrógeno	129
2.4	Diseño del programa en LABVIEW para monitoreo en EXCEL	130

2.4.1.	Diseño del programa del Reloj Interno	132
2.5	Diseño del programa en LABVIEW para enviar datos al internet.	134

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO Y PROTOCOLO PARA ADQUISICIÓN DE DATOS.

3.1	Implementación del sistema para la adquisición de datos de los parámetros del generador.	
3.1.1.-	Sensor de voltaje AC.	141
3.1.2.-	Sensor de voltaje DC.	144
3.1.3.-	Sensor de corriente.	145
3.1.4.-	Sensor de temperatura.	146
3.1.5.-	Sensor de presión de aceite.	147
3.1.6.-	Sensor de nivel de combustible.	148
3.1.7.-	Sensor de frecuencia	148
3.2	Implementación del circuito para la transmisión y recepción de datos vía Inalámbrica.	
3.2.1.-	Instalación del circuito en el servidor.	149
3.2.2.-	Instalación del circuito en el generador.	149
3.3	Implementación del programa en LABVIEW para recibir la información del generador.	151

CAPITULO IV

PRUEBAS Y ANALISIS DEL PROYECTO TERMINADO

4.1	Pruebas de obtención de datos del generador al módulo electrónico a diseñar.	157
4.1.1.	Comprobación de lectura de los parámetros del motor al display del módulo.	157
4.1.2.	Comprobación de lectura de los parámetros del alternador al display del módulo.	157
4.2	Pruebas de envío y recepción de datos entre módulos electrónicos.	158
4.2.1	Prueba de calidad de energía eléctrica en la empresa ENERGY PLAM	159
4.2.2	Calidad de energía generada por el grupo electrógeno de ENERGY PLAM	162
4.2.3	Comparación de la medición de los parámetros del alternador	163
4.2.4.	Comparación de la medición de los parámetros del motor	164
4.3	Pruebas de datos recibidos en internet.	165

4.4	Análisis de costo-beneficio del proyecto.	167
	4.4.1 Causas más frecuentes que producen que el G.E. no funcione.	167
	4.4.2 Perdida en la empresa ENERGY PLAM que existe con ausencia de red pública.	174
	4.4.3 Costo / Beneficio	175
4.5	Análisis de resultados obtenidos.	177
	4.5.1. Comprobación de lectura de los parámetros del motor a la tarjeta de adquisición de datos en el computador y los datos recibidos desde el internet	177
	4.5.2. Comprobación de lectura de los parámetros del alternador a la tarjeta de adquisición de datos, en el computador y los datos recibidos desde el internet	178
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	180
	BIBLIOGRAFIA.	182

ANEXOS.

1.- De Grupo electrógeno:

1.1.-Datos de generador CD12	186
------------------------------	-----

2.- Del Motor:

2.1.- Manual Parts motor List 295	190
2.2.- Sensor de presión VDO 10bar	194
2.3.- Sensor de temperatura VDO 120c	198
2.4.- Sensor de nivel de combustible	202

3.- Del Alternador:

3.1.- Lista de partes Alternador BCII64C	206
3.2.- Módulo electrónico BE21	211
3.3.-Transformador de corriente 100/5	216

4.- Del Módulo Electrónico:

4.1.- Micro controlador Atmega 32	219
4.2.- Catálogo XBee Pro Antena Chip	224
4.3.- Temporizador LM555	230
4.4.- Decoder 4051	234
4.5.- Amplificador Operacional LM324	238
4.6.- Regulador de voltaje LM338	242
4.7.- Temporizador DS1307 Real – Time	246
4.8.- Fabricación de la caja para el módulo	248
4.9. Diagramas eléctricos	251
4.10.- Manual de uso del módulo electrónico	257

5.- De Instrumentos de medida:

5.1.- Pinza Amperométrica Fluke 322	260
5.2.- Termómetro Infrarrojo Fluke 561	263
5.3.- Analizador de calidad de energía Fluke 434	267
5.4.- Manómetro análogo motor diesel	272

6.- De Normas y estándares de calidad

6.1.- Norma IEEE	275
6.2.- Norma IEEE_802.15.4 sobre redes inalámbricas	277
6.3.- Normas IEC	280
6.4.- IEC 61000-4-30 precisión en calidad de energía	282

6.5.- IEC IEC 61326-1 Equipos eléctricos de medida, y uso en laboratorio	285
6.6.- Normas ANSI	287
6.7.- ANSI B40.1 Medidores de presión y accesorios	290
6.8.- Categorías de medición CAT	292

7.- De Documentos

7.1.- Gama de grupos electrógenos Fg Wilson	296
7.2.- Gama de grupos electrógenos Modasa	300
7.3.- Gama de grupos electrógenos Lega	305
7.4.- Proformas y certificados	309

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura #1. Grupo electrógeno CRAM ELETRO con una P=15KVA	28
Figura #2. Corte lateral de un grupo electrógeno detallando las partes principales	29
Figura #3 Este es un motor a diesel de 3 cilindros con sistema de refrigeración	29
Figura #4. Corte lateral de la bomba de inyección	30
Figura #5. Sistema del pre calentador de block conectado a una fuente de 220VCA	30
Figura #6. Generador, indicando por donde despiden los gases del motor	31
Figura #7. Silenciador instalado después del múltiple de escape	31
Figura #8. Sistema de escape.	32
Figura #9. Forma de ingreso y salida de gases,	32
Figura #10. Vista frontal y lateral de un radiador y el sistema de refrigeración	33
Figura #11. Tanque de combustible capacidad 4 gal.	33
Figura #12. Datos específicos del grupo electrógeno CD12	33
Figura #13. Bomba de combustible	34
Figura #14. Tacos anti vibrantes.(Dentro de los círculos rojos)	34
Figura #15. Sistema eléctrico de un módulo electrónico para comandar el generador y la TTA	35
Figura #16. Módulo electrónico, BE21 normalmente instalado en generadores CRAM	36
Figura #17. Tipos de breaker trifásico	37
Figura #18 Curva característica del sensor de presión en función de presión voltaje.	37
Figura #19. Sensor de presión con sus principales partes.	38
Figura #20. Esquema del sensor de temperatura del líquido refrigerante.	39
Figura #21. Sensor PICK-UP	39
Figura #22. Alternador conectado un sensor Pick-Up	40
Figura #23. Alternador de un grupo electrógeno	41
Figura #24. Configuración estrella (izq.) y triangulo (der)	42
Figura #25. Onda trifásica del alternador en conexión estrella serie.	42
Figura #26. Alternador de grupo electrógeno CD12	43
Figura #27. Forma de conexión de un AVR en un alternador trifásico	43
Figura #28. AVR Regulador automático de voltaje	44
Figura #29. Motor de arranque	45
Figura #30. Inyección indirecta y sus partes	45
Figura #31. Esquema de funcionamiento de sistema de combustible	46
Figura #32. Sistema de protección y cables de fuerza del generador	47
Figura #33. Voltímetro análogo	47
Figura #34. Amperímetro análogo	47
Figura #35. Carta informativa del generador CD12 (part 1)	48
Figura #36. Carta informativa del generador CD12 (part 2)	49
Figura #37. Carta informativa del generador CD12 (part 3)	50
Figura #38. Aceite 15W-40 recomendado por el fabricante para motores a diesel.	50

Figura #39. El principio de funcionamiento de un filtro de aceite	51
Figura #40. Derecha filtro sucio y obsoleto, izquierda mismo filtro nuevo.	52
Figura #41. La figura muestra los refrigerantes con sus tres tipos de colores.	52
Figura #42. Partes de un radiador.	53
Figura #43. Partes de un filtro de combustible.	53
Figura #44. Partes principales de un alternador DC	54
Figura #45. Batería de 12V con 120A por hora de marca BOSCH	55
Figura #46. Elemento ZIGBEE Max Stream Pro	58
Figura #47 Elemento XBEE Pro distribución de pines	59
Figura #48. Mejor desempeño de en conexión MIDI sin computadora	59
Figura #49. Estructura de una red ZIGBEE (ZC, ZR, ZED)	60
Figura #50. Diagrama eléctrico ZIGBEE	61
Figura #51. Canales disponibles para el protocolo IEEE 802.15.4	62
Figura #52. Canales de Frecuencia y su respectivo Comando AT.	62
Figura #53. Conexión mínima para el Xbee	63
Figura #54. Módulo XBee PRO con antena Chip integrada	63

CAPITULO II

Figura #55. Atmega 32 distribución de pines ingreso del sensor de voltaje ac	78
Figura #56. Onda senoidal rectificada	79
Figura #57. Ancho de pulso de salida del amp. op.	80
Figura #58. Pulsos de voltaje, salida del amp. op.	80
Figura #59. Semiciclos positivos ángulo de corte	81
Figura #60. Voltaje de corte en la onda rectificada	83
Figura #61. Pulsos dentro de una onda rectificada	83
Figura #62. Desfase de frecuencias $C=61.5\text{Hz}$ y $V=60\text{Hz}$	85
Figura #63. Atmega 32 distribución de pines, ingreso de frecuencia	86
Figura #64. Atmega 32 distribución de pines ingreso del sensor de voltaje DC	89
Figura #65 Curva característica del termistor	90
Figura #66. Curva característica del termistor modificada	91
Figura #67. Curva característica del termistor ec1.	92
Figura #68. Curva característica del termistor ec2.	93
Figura #69 Curva característica del termistor ec3.	94
Figura #70. Curva lineal del termistor.	95
Figura #71. Atmega 32 distribución de pines ingreso del sensor de temperatura	97
Figura #72. Curva característica del sensor de presión	98
Figura #73. Curva característica del sensor de presión ec1	98
Figura #74. Atmega 32 distribución de pines ingreso del sensor de presión de aceite	101
Figura #75. Simulación del circuito conversor de CA aCC en Proteus.	103
Figura #76. Simulación de la onda de voltaje entregada por el TC con variación de carga	103

Figura #77. Curva de ganancia de un amp op	105
Figura #78. Voltaje de salida comparado con voltaje de entrada	105
Figura #79 Atmega 16 distribución de pines censado de corrientes	107
Figura #80. Curva característica del nivel de combustible	108
Figura #81. Curva característica del sensor de presión ec1	108
Figura #82. Atmega 16 distribución de pines con ingreso del sensor de nivel de combustible	110
Figura #83. Atmega 16 distribución de pines en el proyecto	110
Figura #84. Medición de consumo nominal de energía del módulo.	112
Figura #85. Medición de consumo mínimo de energía del módulo.	112
Figura #86. Panel de control en el programa Labview	115
Figura #87. Configuración del puerto de comunicación	115
Figura #88. Diagrama de bloques comando Visa	116
Figura #89. Estado del motor programa Labview	117
Figura #90 Botón OFF del motor en programa Labview	117
Figura #91. Botón ON del motor en programa Labview	117
Figura #92. Diagrama de bloques del estado del motor	118
Figura #93. Diagrama de bloques de la señal de la estado del motor	118
Figura #94. Varios caracteres en código ascii	119
Figura #95. Diagrama de bloques de escritura para encender o apagar los reles	119
Figura #96 Página principal del monitoreo del motor	120
Figura #97. Monitoreo de batería en el programa Labview	121
Figura #98. Diagrama de bloques del monitoreo de batería	121
Figura #99. Comparación de parámetros del voltaje batería	122
Figura #100. Monitoreo de presión de aceite	122
Figura #101. Monitoreo de presión de aceite (programa)	122
Figura #102. Comparación de parámetros de la presión de aceite	123
Figura #103. Monitoreo de temperatura de refrigerante.	123
Figura #104. Monitoreo de temperatura de refrigerante (programa)	123
Figura #105. Comparación de parámetros de la presión de aceite	124
Figura #106. Monitoreo de revoluciones por minuto	124
Figura #107. Monitoreo de revoluciones por minuto (programa)	124
Figura #108. Monitoreo del sensor de nivel de combustible	125
Figura #109. Diagrama de bloques del censado del nivel de combustible	125
Figura #110. Comparación de parámetros del voltaje batería	125
Figura #111. Pantalla de los datos del alternador	126
Figura #112. Monitoreo de voltaje generado (programa)	126
Figura #113. Monitoreo de voltaje generado	127
Figura #114. Osciloscopio de voltaje generado	127
Figura #115. Comparación de parámetros del voltaje generado	127
Figura #116 Diagrama de bloques para la censado de la corriente trifásica	128

Figura #117. Curvas de corriente trifásica del alternador	129
Figura #118. Programación para el osciloscopio con la corriente generada	129
Figura #119. Rangos de la corriente	129
Figura #120. Panel de alarmas del grupo electrógeno	130
Figura #121. Programación para detectar las alamas	130
Figura #122. Pantalla de monitoreo y creación de la hoja en Excel	131
Figura #123. Programación de parámetros de entrada de datos al Excel	131
Figura #124. Pantalla de monitoreo y creación de la hoja en Excel	132
Figura #125. Menú de Herramientas (Tools)	134
Figura #126. Submenu Buil Application (EXE)	134
Figura #127. Creando el archivo ejecutable	135
Figura #128. Archivo ejecutable	135
Figura #129. Proyecto asociado con el ejecutable	135
Figura #130. Proyecto asociado con el ejecutable y otros programas	136
Figura #131. Herramienta para crear archivos Web	136
Figura #132. Herramienta para crear archivos Web pag1	137
Figura #133. Herramienta para crear archivos Web pag2	137
Figura #134. Herramienta para crear archivos Web pag3	138
Figura #135. Archivo Web del proyecto.	138
Figura #136. Archivo web	138
Figura #137. Archivo web controlado por otro PC	139
Figura #138. Computador enlazado controlando el sistema	139
Figura #139. Servidor recibiendo órdenes desde el internet.	140
Figura #140. Pruebas de envío y recepción de datos	140
Figura #141. Proyecto de monitoreo y control de un generador	140

CAPITULO III

Figura #142. Tablero de cables de fuerza del generador	141
Figura #143. Voltaje en el display	142
Figura #144. Voltaje senoidal trifásico en el display del programa Labview	142
Figura #145. Voltaje L1-L2 en Pinza amperométrica Vs Voltaje en la PC	142
Figura #146. Voltaje L1-L3 en Pinza amperométrica vs Voltaje en la PC	142
Figura #147. Voltaje L2-L3 en Pinza amperométrica vs Voltaje en la PC	143
Figura #148. Voltaje L1-N en Pinza amperométrica vs Voltaje en la PC	143
Figura #149. Voltaje L2-N en Pinza amperométrica vs Voltaje en la PC	143
Figura #150. Voltaje L3-N en Pinza amperométrica vs Voltaje en la PC	143
Figura #151. Sistema de control y protección	144
Figura #152. Voltaje DC en Pinza amp vs Voltaje en la PC	145
Figura #153. Corriente L3 en la pinza amperométrica vs Corriente L3 en la PC	145
Figura #154. Corriente L2 en la pinza amperométrica vs Corriente L2 en la PC	145

Figura #155. Corriente L1 en la pinza amperométrica vs Corriente L1 en la PC	145
Figura #156. Sistema de control e ingreso de corrientes	146
Figura #157. Sensor de temperatura a 15.3-c	146
Figura #158. Sensor de temperatura a 68-c	147
Figura #159. Sensor de temperatura a 75-c	147
Figura #160. Sensor de presión de aceite en 4,6 bar	148
Figura #161. Sensor de nivel de combustible y la medición en la PC	148
Figura #162. Sensor de frecuencia en 61.5 Hz en el multímetro y en la PC	148
Figura #163. Módulo receptor de datos inalámbrico	149
Figura #164. Instalación de módulo Xbee en computador	149
Figura #165. Módulo electrónico en generador.	149
Figura #166. Módulo Xbee en circuito electrónico	150
Figura #167. Módulo Xbee PRO con antena electrónica (1Km distancia)	150
Figura #168. Módulo Xbee con antena convencional RF (100m distancia)	150
Figura #169. Instalación de Labview 2009 paso # 1	151
Figura #170. Instalación de Labview 2009 paso # 2	151
Figura #171. Instalación de Labview 2009 paso # 3	151
Figura #172. Instalación de Labview 2009 paso # 4	152
Figura #173. Instalación de Labview 2009 (MODO DE EVALUACION)	152
Figura #174. Instalación del programa VISA para Labview 2009 paso # 1	153
Figura #175. Instalación del programa VISA para Labview 2009 paso # 2	153
Figura #176. Instalación del programa VISA para Labview 2009 paso # 3	153
Figura #177. Instalación del programa VISA para Labview 2009 paso # 4	153
Figura #178. Instalación del programa VISA para Labview 2009 paso # 5	154
Figura #179. Instalación del programa VISA para Labview 2009 paso # 6	154
Figura #180. Instalación del programa VISA para Labview 2009 paso # 7	154
Figura #181. Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 1	154
Figura #182. Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 2	155
Figura #183. Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 3	155
Figura #184. Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 4	155
Figura #185. Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 5	156
Figura #186. Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 6	156
Figura #187. Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 7	156
Figura #188 Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 8	156

CAPITULO IV

Figura #189. Comprobación de lectura de los parámetros del motor	157
Figura #190. Comprobación de lectura de los parámetros del alternador	158
Figura #191. Ruido eléctrico en un sistema monofásico	159

Figura #192 Analizador de carga FLUKE 435	159
Figura #193. Instalación del analizador de carga FLUKE 435	160
Figura #194. Análisis de corriente trifásica y análisis en cada fase	160
Figura #195. Análisis de corriente trifásica y voltaje trifásico	161
Figura #196 Análisis de picos de corriente trifásica	161
Figura #197. Análisis de armónicos.	161
Figura #198. Instalación del analizador FLUKE 435 en el generador	162
Figura #199. Analizador FLUKE 435 conecta en el tablero de control del generador	162
Figura #200. Análisis de voltaje onda trifásica.	163
Figura #201. Parámetros mostrados en la PC obtenidos del alternador	163
Figura #202. Parámetros mostrados en la PC obtenidos del alternador	164
Figura #203. Parámetros mostrados en la PC obtenidos del motor	164
Figura #204. Parámetros mostrados en la PC obtenidos del motor	164
Figura #205. Parámetros mostrados en la PC obtenidos del alternador	165
Figura #206. Parámetros mostrados en la PC obtenidos del alternador	166
Figura #207. Parámetros mostrados en la PC obtenidos del alternador	166
Figura #208. Cuadro en porcentaje de fallas de un generador	168
Figura #209. Comparación de los datos recibidos de la temperatura del motor	177
Figura #210. Comparación de los datos recibidos de la presión de aceite	177
Figura #211. Comparación de los datos recibidos del voltaje de la batería	177
Figura #212. Comparación de los datos recibidos del nivel de combustible	178
Figura #213. Comparación de los datos recibidos del voltaje del alternador	178
Figura #214. Comparación de los datos recibidos de la corriente del alternador	178
Figura #215. Comparación de los datos recibidos de la frecuencia del alternador	179

INDICE DE TABLAS

CAPITULO I

Tabla #1. Tabla comparativa de sistemas inalámbricos	66
Tabla #2 Comparación entre módulos XBee	67

CAPITULO II

Tabla #3 Cálculo de periodos desde 55Hz hasta 65Hz	85
Tabla #4. Datos de la curva característica del termistor	90
Tabla #5. Datos principales de la curva característica del termistor	91
Tabla #6. Resultados de los cálculos para el censado de temperatura	96
Tabla #7. Datos de la curva característica del sensor de aceite	97
Tabla #8. Datos de la curva característica del sensor de nivel de combustible	107
Tabla #9. Consumo de energía máxima del módulo	111
Tabla #10. Consumo de energía nominal del módulo	111
Tabla #11. Consumo de energía mínima del módulo	112
Tabla #12 Cuadro de fallas de un generador	168
Tabla #13 Tabla comparativa de cotizaciones	174
Tabla #14 Promedio de ingresos en ENERGY PLAM	174
Tabla #15 Horas de fallas de la red pública durante un año.	175
Tabla #16 Tabla de costo beneficio del proyecto	176

INDICE DE FLUJOGRAMAS

CAPITULO II

Flujo grama #1. Esquema principal del proyecto (parte 1)	68
Flujo grama #2. Esquema principal del proyecto (parte 2)	69
Flujo grama #3. Parámetros del motor (parte 1)	70
Flujo grama #4. Parámetros del motor (parte 2)	71
Flujo grama #5. Parámetros del motor (parte 3)	71
Flujo grama #6. Parámetros del motor (parte 4)	72
Flujo grama #7. Parámetros del alternador (parte 1)	72
Flujo grama #8. Parámetros del alternador (parte 2)	73
Flujo grama #9. Parámetros del alternador (parte 3)	74
Flujo grama #10. Parámetros del alternador (parte 4)	74

INDICE DE CIRCUITOS

CAPITULO II

Circuito #1. Divisor de voltaje	75
Circuito #2. Conversor AC - DC	76
Circuito #3. Conversor AC-DC con simulación	77
Circuito #4. Conversor AC - DC	79
Circuito #5. Rectificador onda completa más detección por cero	80
Circuito #6. Conversor AC – DC con Amp Op	82
Circuito #7. Circuito cruce por cero terminado	86
Circuito #8. Divisor de voltaje sensor de voltaje	87
Circuito #9. Divisor de voltaje sensor de voltaje con datos	88
Circuito #10 Divisor de voltaje sensor de voltaje simulación	88
Circuito #11 Divisor de voltaje con amperímetro	89
Circuito #12 Divisor de voltaje con amperímetro con pot= 62Ω	95
Circuito #13 Divisor de voltaje con amperímetro con pot= 335Ω	96
Circuito #14 Divisor de voltaje con amperímetro con pot= $1k\Omega$	100
Circuito #15 Divisor de voltaje con amperímetro con pot= 12Ω	100
Circuito #16 Circuito conversor de CA aCC	102
Circuito #17 Circuito amplificador no inversor	104
Circuito #18 Circuito sensor de corriente una fase	105
Circuito #19 Circuito sensor de corriente trifásico	106
Circuito #20 Divisor de voltaje con amperímetro con pot= $1k\Omega$	109
Circuito #21 Primera y segunda etapa del circuito fuente	114
Circuito #22 Tercera etapa del circuito fuente	114

INDICE DE FORMULAS

Formula #1. Divisor de voltaje	75
Formula #2. Divisor de Voltaje 2	76
Formula #3. Corriente Ley de ohm	76
Formula #4. Potencia ley de ohm	77
Formula #5. Ec de la pendiente	92
Fórmula #6. Ganancia del amplificador no inversor	104
Fórmula #7 Paralelo entre dos resistencias	113
Fórmula #8. Voltaje de salida del regulador	114

TÍTULO DEL TEMA

“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MONITOREO INALAMBRICO PARA TRANSMISION DE DATOS DE UN GRUPO ELECTROGENO A UNA PC”

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la empresa de ENERGY PLAM distribuidora de grupos electrógenos, la misma que está conectada con varias distribuidores en el Ecuador vía internet, tienen problemas de alimentación de energía eléctrica. Al momento la energía de la red de la empresa eléctrica no es muy confiable ya que existen variaciones de voltaje, suele haber un error en una de las líneas de la red trifásica, esto es muy peligroso para el sistema operativo y la parte de administrativa de la empresa. El edificio consta con un tablero de transferencia automático (TTA) que con la presencia de error en la alimentación de empresa eléctrica desconecta la energía en el edificio y se prende el generador, al mismo tiempo trabajan por 10 minutos los UPS dando alimentación únicamente a las computadoras principales, en ese lapso de tiempo tiene que estar totalmente listo el grupo electrógeno para hacer la transferencia con Edificio de ENERGY PLAM y así evitar un colapso general en los servidores de la empresa y tener complicaciones con las distribuidoras a nivel nacional.

El generador últimamente ha tenido problemas se apaga por varias ocasiones y no se le está sobrecargando la potencia efectiva del generador, este es literalmente nuevo solo tiene 6 años de uso, se le ha realizado mantenimientos periódicamente, el grupo electrógeno es a diesel de potencia de 15KVA trifásico, funciona alrededor de 4 horas diarias con carga , este generador tiene instalado un módulo obsoleto que permite prender y apagar el equipo y entrega algunos parámetros en aparatos de medición análogos sin almacenar ninguno de ellos.

En la empresa no se tiene un control efectivo del funcionamiento del grupo electrógeno ya que no hay una persona que está a cargo totalmente del generador y que verifique cada uno de los parámetros en forma continua, y algo más importante que se establezca que parámetros fueron los que llevaron al generador a apagarse o sufrir un sobrecalentamiento.

JUSTIFICACIÓN.

El presente proyecto es un diseño e implementación del sistema inalámbrico de monitoreo de datos de un grupo electrógeno se lo realizará por la necesidad de implementar un sistema para mejorar de funcionamiento del generador en la empresa ENERGY PLAM, la misma podrá optimizar tiempo y el recurso humano con la implementación de este sistema, ya que se podrá observar los datos del generador desde un computador y no necesariamente tiene que estar alguien cerca de él para obtener sus parámetros.

Con la implementación de este sistema se podrá optimizar recursos económicos a la empresa ya que si bien es cierto existen sistemas de monitoreo de parámetros del equipo, pero ninguno con conexión inalámbrica. Esto facilita las cosas por las siguientes razones:

Para comprar este sistema de monitoreo se tiene que hacer un pedido fuera del Ecuador y la licencia tiene un alto costo, el cual dura cinco años, y el pedido para que llegue al Ecuador demora de uno a dos meses, todo esto cuesta mil ochocientos dólares.

Se tiene que acoplar al generador un módulo electrónico capaz de soportar este sistema este está costando mil dólares en marca DEEP SEA ELECTRONICS

También se tiene que comprar una computadora la cual estará conectada al módulo, la misma que debe soportar el software y el hardware para poder reconocer al módulo electrónico y recibir los datos del generador, una laptop está alrededor de novecientos dólares.

Como existe ruido cuando se prende el generador estamos hablando de doscientos decibeles al arranque y ciento cincuenta cuando ya está funcionando establemente, no es confiable la transmisión de datos al internet o Ethernet si se conecta de esta manera por experiencia laborar habido varios inconvenientes, por esta razón se debe realizar una conexión con cable serial para la transmisión de datos a otra computadora para que esta realice la transmisión fiable al internet.

Es urgente un monitoreo constante de la temperatura y los parámetros del generador como voltaje corriente y potencia suministrada, es indispensable controlar las horas de uso para programar los mantenimientos preventivos y correctivos del mismo.

ALCANCES.

El propósito del proyecto es aumentar la eficiencia del grupo electrógeno y prolongar su vida útil teniendo mantenimientos preventivos efectivos y controlados.

Optimizar el tiempo dedicado al control y operación del generador, tener una bitácora de carga suministrada al generador.

OBJETIVOS GENERALES.

Diseñar e implementar un sistema de monitoreo inalámbrico para transmisión de datos de un grupo electrógeno a una PC para obtener un monitoreo efectivo de los datos del generador y aumentar la vida útil del mismo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Implementar una interfase de adquisición de datos a la PC vía inalámbrica
- Establecer una conexión desde el programa LABVIEW al internet teniendo los mismos parámetros obtenidos desde el sistema de monitoreo.
- Diseñar y construir un circuito que pueda recibir con varios tipos de señales de entrada análoga y transformarlos a un rango de voltaje el cual pueda interpretar el micro controlador.

HIPÓTESIS.

Generales.

Con la implementación de este sistema de adquisición de datos se podrá lograr un incremento de la vida útil del generador.

Específicos.

- Con el ruido que genera un grupo electrógeno cuando se encuentra encendido se podrá transmitir los datos inalámbricamente sin errores sin que afecte la señal.
- Será posible con el programa LABVIEW monitorear la transmisión de datos desde cualquier parte del mundo.
- Se podrá realizar un módulo conversor de señales que obtenga los parámetros análogos del generador y sin tener problemas ordenar todos los datos recibidos en un micro procesador

MARCO TEÓRICO.

Antes de empezar a desarrollar este de proyecto tesis, se necesita investigar y conocer como se transmiten los datos vía inalámbrica cual es la mejor manera, cuál va a realizar un mejor desempeño en una zona industrial, también es importante saber cuáles son las características específicas del módulo que comanda al generador y qué función cumple.

En un grupo electrógeno al momento de estar encendido lo más indispensable es conocer a que temperatura está trabajando ya que con sobre temperatura puede ocurrir un accidente más grave que cualquier cosa en el generador, por esta razón es elemental saber cuál va a ser la temperatura nominal y cuál es la máxima temperatura y establecer un dispositivo programado en el proyecto el mismo que controle un apagado automático en caso de tener una sobre temperatura.

Ya procesado toda la información recogida antes dicha, se procederá a realizar el circuito con la programación adecuada para los datos de voltaje, frecuencia, corriente, potencia, temperatura, voltaje de batería, y procesar en un PIC18F4550 y transmitir con un sistema inalámbrico que utiliza puerto serial de transmisión 100 bytes por segundo lo que lo hace muy rápido, y como receptor tenemos otro PIC18F4550 el que recogerá todos los datos a una distancia de 150m del primer módulo y luego por el puerto USB enviar todos los datos a una PC.

Esta PC tendrá un programa en LABVIEW con una estructura amigable y fácil de manejar y por último el mismo programa en LABVIEW transmitirá los datos por medio del internet a otro PC en ubicado en cualquier parte del mundo.

MARCO METODOLÓGICO.

Por las características que presenta este proyecto al diseñar e implementar un sistema de monitoreo de un grupo electrógeno en el donde tenemos que recoger normas de seguridad, normas de ensamblaje, pruebas y mediciones de temperatura, voltajes, amperajes y frecuencia y demás parámetros que se necesita para diseñar un sistema de monitoreo confiable y seguro se utilizará el método de investigación Deductivo-Experimental, porque iremos recogiendo toda esta información para implementar y construir el sistema de monitoreo.

ESQUEMA DE CONTENIDOS.

CAPITULO I

INTRODUCCION Y CONCEPTOS BASICOS

- 1.1 Introducción a grupos electrógenos.
- 1.2 Sistema eléctrico actual del grupo electrógeno
- 1.3 Estudio y descripción de los parámetros del generador
- 1.4 Recopilación de normas de seguridad para operar un generador.
- 1.5 Normas de seguridad para sistemas de adquisición de datos.
- 1.6 Sistemas de transmisión de datos inalámbricos.

CAPITULO II

DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DEL GENERADOR.

- 2.1 Diseño del diagrama eléctrico adquisición de datos de los parámetros del generador
- 2.2 Diseño de la transmisión y recepción de datos vía inalámbrica.
- 2.3 Diseño del programa en LABVIEW para recibir la información del generador.
- 2.4 Diseño del programa en LABVIEW para enviar datos al internet.

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO Y PROTOCOLO PARA ADQUISICIÓN DE DATOS.

- 3.1 Implementación del sistema para la adquisición de datos de los parámetros del generador
- 3.2 Implementación del circuito para la transmisión y recepción de datos vía WIRELESS.
- 3.3 Implementación del programa en LABVIEW para recibir la información del generador.
- 3.4 Implementación del programa en LABVIEW para enviar datos al internet.

CAPITULO IV

- 4.1 Pruebas de obtención de datos del generador al módulo electrónico a diseñar
- 4.2 Pruebas de envío y recepción de datos entre módulos electrónicos
- 4.3 Pruebas de datos recibidos en internet
- 4.4 Análisis de resultados obtenidos

AUTOR: Patricio Oswaldo Vaca Romo

TITULO: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MONITOREO INALAMBRICO PARA TRANSMISION DE DATOS DE UN GRUPO ELECTROGENO A UNA PC”

DIRECTOR: Ing. Marcelo García

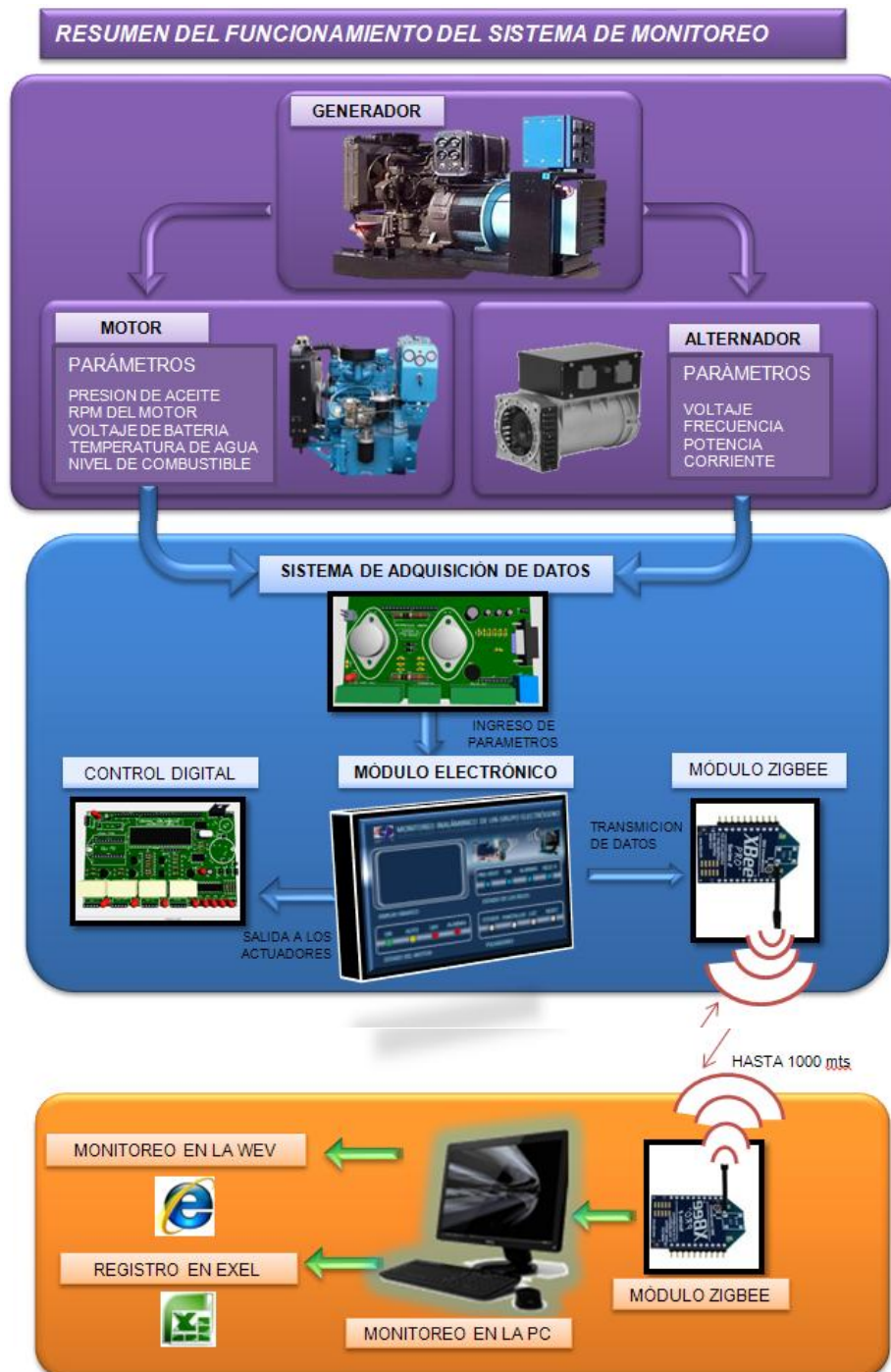
RESUMEN

En Energy Plam se encuentra instalado un grupo electrógeno que actualmente genera voltaje sin problema y alimenta al edificio en caso que falle la energía de la red pública, el inconveniente es que este generador no tiene protecciones y el módulo que se encuentra conectado solo prende y apaga el generador, tiene sensores pero se encuentran obsoletos y el display del módulo se encuentra dañado, tiene un botón para activar las bujías de precalentamiento pero este proceso es manual, lo cual puede ser perjudicial para la batería si no se controla el tiempo de activación de dichas bujías y si no se presiona el botón el generador tiene dificultad para encender. No se tiene un control efectivo del generador ya que la persona que está a cargo, solo prende y apaga el grupo electrógeno y siempre está adentro de la empresa en un lugar alejado del grupo electrógeno.

Con la necesidad de implementar un módulo electrónico que controle el generador y que además pueda monitorearlo desde un sitio alejado del cuarto de generación, aquí nace la idea de crear un módulo que puede monitorear inalámbricamente los parámetros del generador hasta 1km de distancia (lineal), y que en caso de que un parámetro salga del rango programado el módulo indique que hay problema con una alarma.

El todo sistema del Módulo Electrónico de Monitoreo Inalámbrico o (MEMI) está conectado a un micro controlador al cual ingresan varios parámetros de forma digital y analógica de 0-5V con una corriente de 24mA, los mismos pasan por un sistema de adquisición de datos; el micro controlador según la programación decide realizar las tareas específicas de la manera más rápida y eficaz ante la variación de los parámetros del Grupo Electrónico G.E para que el tanto el motor y alternador estén protegidos en todo momento, el micro controlador envía una señal con todos los parámetros adquiridos al módulo ZigBee (módulo que genera la comunicación inalámbrica) el mismo que se encarga de enviar los datos recibidos a otro ZigBee

similar. Los datos son recibidos por el segundo ZigBee para finalmente dar la información al programa diseñado en LABVIEW, desde este programa se visualizarán los datos del G.E. y nos indicará si los parámetros del motor y del alternador se encuentran normales, tan solo presionando un botón en el programa se puede grabar los parámetros en una hoja de Excel, además si fuese necesario se puede monitorear el programa desde otro computador desde cualquier parte del mundo, teniendo un control mucho más completo que con un módulo tradicional.



CAPITULO I

INTRODUCCION Y CONCEPTOS BASICOS DE UN GRUPO ELECTRÓGENO

En este capítulo se describe las partes principales de un grupo electrógeno, se detalla también el uso principal de dichos equipos y cuál es su desempeño en una emergencia eléctrica.

1.1 Introducción a grupos electrógenos.

Grupo electrógeno

Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna. Son comúnmente utilizados cuando no hay energía eléctrica, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico. En la actualidad ya hay una ley en diferentes países obligan a instalar un grupo electrógeno en lugares en los que haya grandes densidades de personas (Centros comerciales, restaurantes, cárceles, edificios administrativos. Hospitales, etc.)



Figura #1. Grupo electrógeno CRAM ELETRO con una P=15KVA.¹

El grupo electrógeno es monitoreado por instrumentos de medida análogos los cuales suelen dañarse con facilidad por la vibración que existe en el chasis cuando un generador está prendido, ahora ya existen sistemas completos de monitoreo y protección conectados directamente a los elementos más críticos de un generador.

¹ Eduardo Martínez Delgado. *Manual grupos electrógenos diesel*. Editorial Barsa. Cuarta edición. pág. 6,

Descripción general

Un grupo electrógeno consta de las siguientes partes principales:

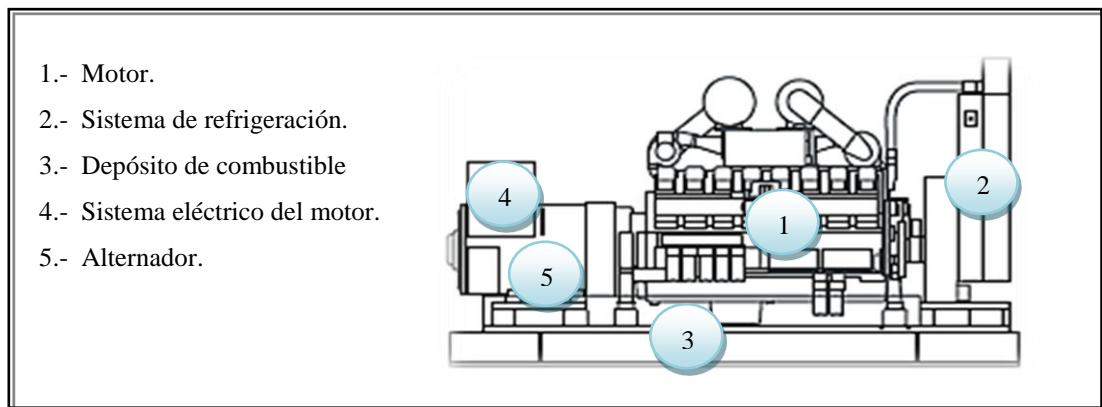


Figura #2. Corte lateral de un grupo electrógeno detallando las partes principales

1.- Motor. El motor representa nuestra fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad. Existe dos tipos de motores: Motores de gasolina y diesel. Generalmente los motores diesel son los más utilizados en los grupos Electrógenos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas.

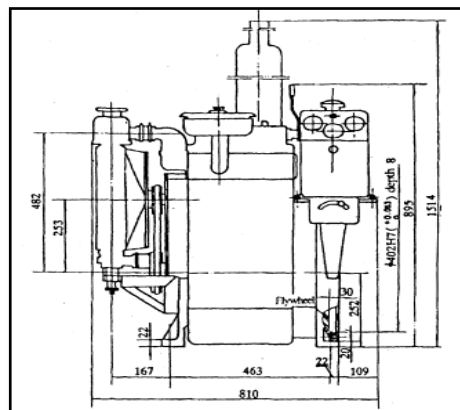


Figura #3 Motor a diesel de 3 cilindros con sistema de refrigeración²

1.1.-Regulación de velocidad del motor. El regulador del motor es un dispositivo mecánico acoplado a un sistema electrónico, diseñado para mantener una velocidad constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que

² Cristófer O'Neal. *Diesel Engines 295 Manual Parts List*. Editorial Fuzhou Works. Firts edition. pág. 13.

cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida.

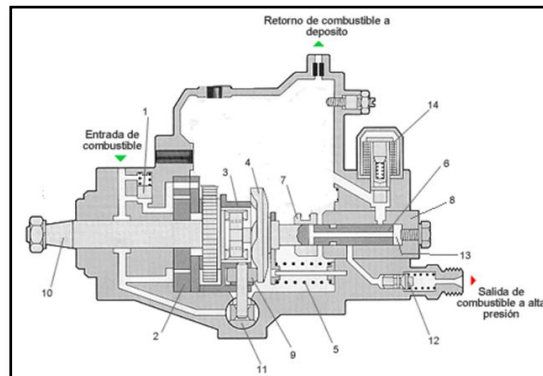


Figura #4. Corte lateral de la bomba de inyección

La figura # 4 muestra de una bomba de inyección mecánica que mediante la variación de palancas se puede controlar la velocidad del motor, la estabilidad, esta bomba se encarga de distribuir la cantidad exacta de combustible a la cámara de combustión y debe estar sincronizada exactamente con el eje del motor, de lo contrario va a ser inestable cuando este encendido el motor o no se va a prender.

1.2.- Precalentador de Block. Cuando las condiciones de frío en el ambiente son intensas se dispone de un dispositivo calefactor denominado Resistencia de pre calentador que ayuda al arranque del motor.

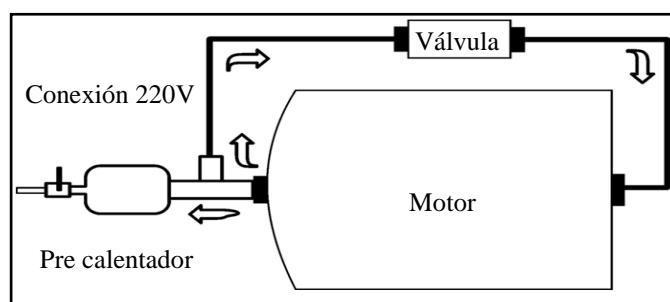


Figura #5. Sistema del pre calentador de block conectado a una fuente de 220VCA

Los grupos Electrógenos refrigerados por aire suelen emplear un radiador eléctrico, el cual se pone debajo del motor, de tal manera que mantiene el aceite a una cierta temperatura. En los motores refrigerados por agua la resistencia de pre calentador va acoplada al circuito de refrigeración, esta resistencia se alimenta de 220 Vca y

calienta el agua de refrigeración para calentar el motor. Esta resistencia dispone de un termostato ajustable; en él seleccionamos la temperatura adecuada para que el grupo arranque en breves segundos.

1.3. Múltiple de escape

Es el elemento del sistema montado en la culata del motor, encargado de recibir los gases desde el interior del cilindro. Reciba también el nombre de Colector de escape.



Figura #6. Generador, indicando por donde despiden los gases del motor

1.4. Silenciador. El silenciador de escape no va instalado en el Grupo Electrógeno, el silenciador y el sistema de escape reducen la emisión de ruidos producidos por el motor en un 30% al 50% de decibeles en su salida.

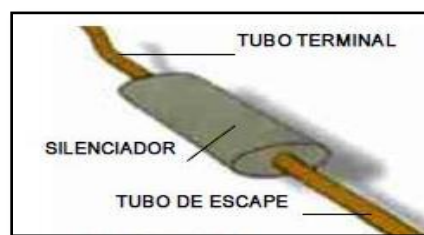


Figura #7. Silenciador instalado después del múltiple de escape

1.5 Tubo de salida

Es un tubo encargado de conducir los gases desde el múltiple de escape a la atmósfera. Cuenta con sujeciones y placas para afirmarlo al generador y conectarlo entre sus secciones. Este tubo se debe instalar alejado de la carrocería y/o chasis. Debe estar en buen estado en toda su extensión, ya que de lo contrario dejará escapar gases peligrosos.

En este esquema podemos apreciar la instalación de un turbo cargador, en un motor equipado con carburador.

- 1.- Diafragma, actuador de la compuerta de descarga.
- 2.- Tubo de escape.
- 3.- Carburador.
- 4.- Turbina del Compresor.
- 5.- Turbina del cargador.
- 6.- Múltiple de escape.

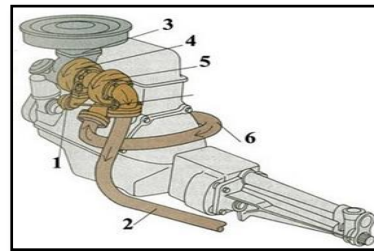


Figura #8. Sistema de escape.

En este esquema, podremos analizar el funcionamiento de un turbo cargador.

Los Gases de escape, hacen girar la turbina; a mas aceleración, mas revoluciones. Cuando, el giro de la turbina excede los requerimientos, especificados, se abre la compuerta de descarga, para aligerar la presión en la turbina.

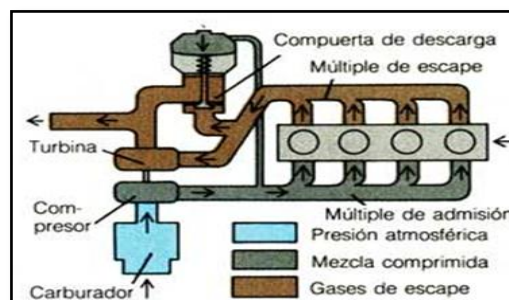


Figura #9. Forma de ingreso y salida de gases³

El giro de la turbina del cargador, hace girar, la flecha o eje, que mueve el compresor, dando como consecuencia, que la turbina del compresor, empuje la mezcla, que viene del carburador, hacia el múltiple de admisión.

2. Sistema de refrigeración. El sistema de refrigeración del motor puede ser por medio de agua, refrigerante, aceite o aire. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo. El sistema de refrigeración por agua/aceite consta de un radiador, un ventilador interior para enfriar sus propios componentes, el líquido refrigerante por ningún motivo se lo tiene que mezclar en colores ya que pierde las características físicas como refrigerante, es decir si el radiador tiene refrigerante rojo solo es se lo puede poner a menos que se cambie todo el refrigerante, a verde o azul.

³ Eduardo Martínez Delgado. *Manual grupos electrógenos diesel*. Editorial Barsa. Cuarta edición. pág. 97.

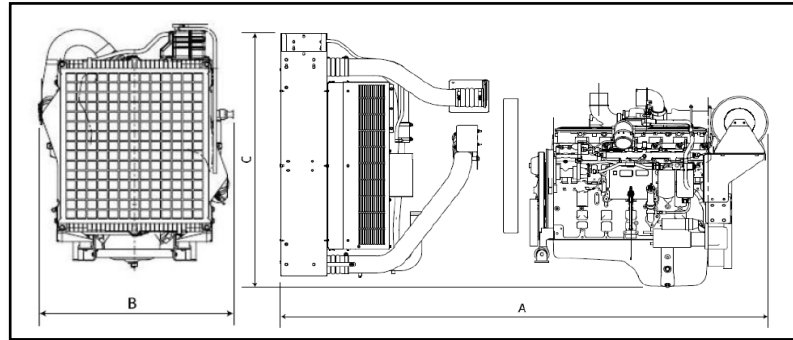


Figura #10. Vista frontal y lateral de un radiador y el sistema de refrigeración ⁴

3. Depósito de combustible. En nuestro generador el tanque de combustible se encuentra encima del motor a lado derecho tiene una capacidad de 4 galones los que son consumidos en 6 horas dependiendo directamente de la carga con la que se encuentre conectado el generador.



Figura #11. Tanque de combustible capacidad 4 gal.

El consumo exacto de nuestro generador trifásico es el siguiente:

Grupo Electrogeno - 60 Hz			
Tensión de salida estándar	220/127 V 60 Hz	Potencia bruta motor (Pr.)	18.2 kW
RPM	1800 rpm	Potencia bruta motor (St.)	20.2 kW
Potencia Prime	15 kVA (12 kW)	Temperatura gases escape (Pr.)	490 °C
Potencia Standby	18 kVA (14.4 kW)	Temperatura gases escape (St.)	520 °C
Consumo específico comb. (Pr.)	246 g/kW.h	Contra presión de escape max.	76 mm Hg
Consumo específico comb. (St.)	258 g/kW.h	Restricción de admisión de aire	251 mm Hg

Figura #12. Datos específicos del grupo electrógeno CD12 ⁵

⁴ Cristófer O'Neal. *Diesel Engines 295 Manual Parts List*. Editorial Fuzhou Works. Firts edition. pág. 45

⁵ IPD POWER. *Grupo Electrogeno Diesel CD12*. Editorial Maigas. Firts edición. pág. 1

En la actualidad el diseño del tanque de combustible es muy estético ya que donde el motor y el alternador están montados se encuentra un depósito de combustible

3.1. Bomba de combustible. Es un motor eléctrico de 220 VCA en el que va acoplado una bomba que es la encargada de suministrar el combustible al depósito. Una boya indicadora de nivel máximo y nivel mínimo. Cuando detecta un nivel muy bajo de combustible en el depósito activa la bomba de trasiego.

Cuando el grupo se encuentra en un lugar muy apartado del operario y funciona las 24 horas del día es necesario instalar un mecanismo para restablecer el combustible gastado mediante una bomba de combustible que transmita el diesel del tanque de combustible apartado del generador hacia el tanque que está ubicado debajo del motor del generador.



Figura #13. Bomba de combustible

3.2. Aislamiento de la vibración. El Grupo Electrónico está dotado de tacos anti vibrantes diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el Grupo Motor-Alternador.

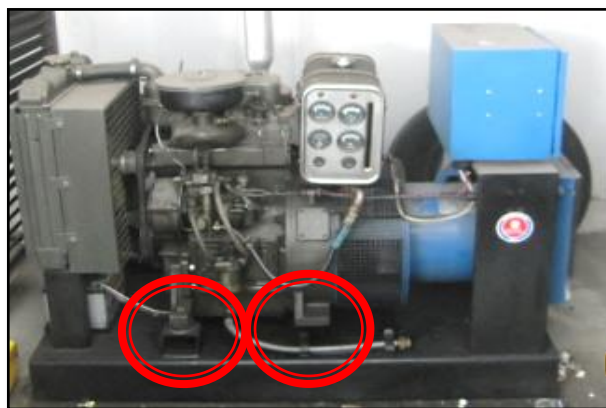


Figura #14. Tacos anti vibrantes.(Dentro de los círculos rojos)

Estos aisladores están colocados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada y cada uno soporta alrededor de 1 tonelada de peso arriba de él. Existe mucha vibración al momento de encendido y al apagado del grupo electrógeno.

4. Sistema eléctrico del motor.

El sistema eléctrico del motor es de 12 VC, excepto aquellos motores los cuales son alimentados a 24 VCC, negativo a masa. El sistema incluye un motor de arranque eléctrico, unas baterías libres de mantenimiento (acumuladores de plomo), sin embargo, se puede instalar otros tipos de baterías si así se especifica, y los sensores y dispositivos de alarmas de los que disponga el motor.

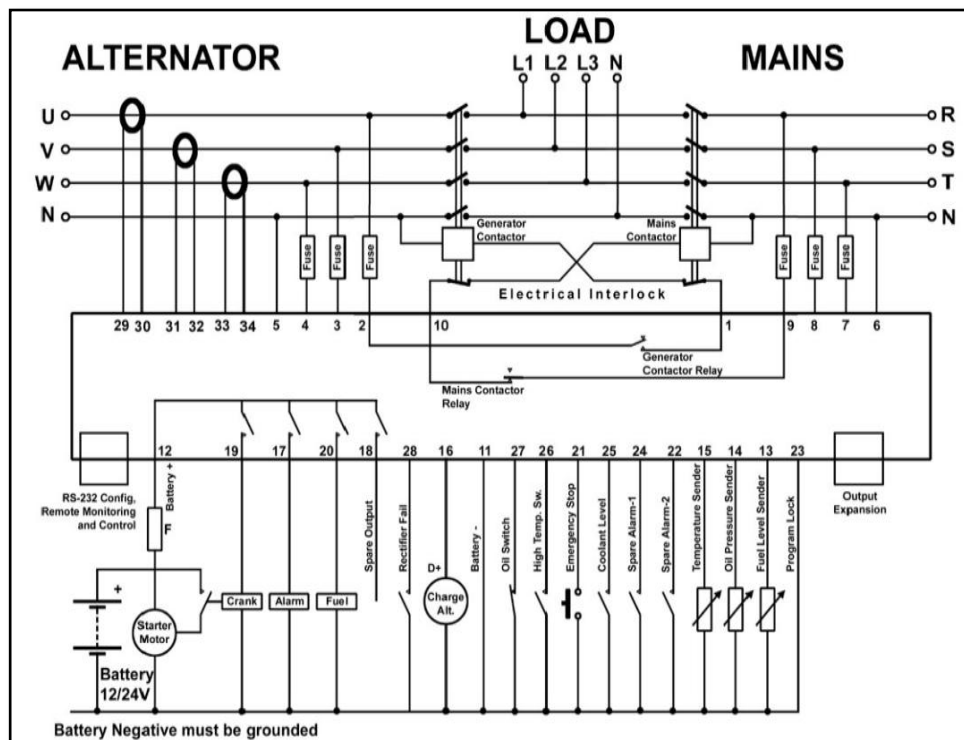


Figura #15. Sistema eléctrico de un módulo electrónico para comandar el generador y la TTA.⁶

Normalmente, un motor dispone de un medidor de presión de aceite, un medidor de temperatura y de un contacto en el alternador de carga del motor para detectar un fallo de carga en la batería.

⁶ Cristofer O'Neal. *Diesel Engines 295 Manual Parts List*. Editorial Fuzhou Works. Firts edition. pág. 33.

4.1. Sistema de control. Se puede instalar diferentes tipos de paneles y sistemas de electrónicos para controlar el funcionamiento del generador, para protegerlo contra posibles fallos en el funcionamiento, y para tener todos los datos del motor en forma digital fácil de entender.

Existen centrales automáticas que funcionan tanto en modo manual o automático; estos módulos electrónicos detectan una falla en la red de suministro eléctrico, obligando el arranque inmediato del Grupo Electrónico. Normalmente en los grupos automáticos se instalan cajas predispuestas que contienen básicamente un relé de paro y otro de arranque, además de tener instalados en el conector todos los sensores de alarma y reloj de los que disponga el Grupo Electrónico. Instalado aparte un tablero de transferencia automática en el que van instalados los accionamientos de cambio de red a Grupo Electrónico.



Figura #16. Módulo electrónico, BE21 normalmente instalado en generadores CRAM ⁷

4.2. Protecciones. Como protección principal del equipo tenemos el Interruptor automático de salida que sirve para proteger al alternador, se suministra un interruptor automático de salida adecuado para el modelo y régimen de salida del Grupo Electrónico con control manual. Para grupos Electrónicos con control automático se protege el alternador mediante contactores adecuados para el modelo adecuado y régimen de salida.

A la izquierda tenemos un breaker trifásico de protección solo de sobrecarga eléctrica, a la derecha un breaker más completo donde se puede regular la corriente de cortocircuito y el tiempo de respuesta del mismo además de la capacidad de sobrecarga que pasa por él.

⁷ IPD POWER. *Grupo Electrónico Diesel CD12*. Editorial Maigas. Firts edición. pág. 6



Figura #17. Tipos de breaker trifásico

4.3. Sensores del motor. En un grupo electrógeno existen tres tipos de sensores principales que ayudan a obtener parámetros del equipo estos son:

- 4.3.1. Sensor de presión de aceite.
- 4.3.2. Sensor de temperatura del refrigerante del motor
- 4.3.3. Sensor de velocidad del motor.

4.3.1. Sensor de presión de aceite.

En los generadores como en motores a diesel el sensor más utilizado es el sensor de presión de rail el funcionamiento constituye una membrana de acero, sobre la que están metalizados por evaporación unos elementos piso resistivos formando un circuito en puente. El campo de medición del sensor depende del espesor de la membrana (membrana gruesa para presiones elevadas, membrana delgada para presiones reducidas).

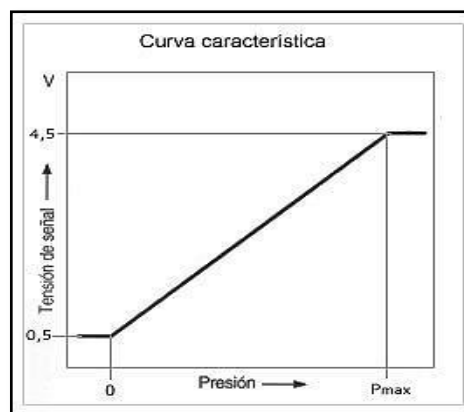


Figura #18. Curva característica del sensor de presión en función de presión voltaje .⁸

⁸ Lista de partes de Manómetros. Editorial DE WIT primera edición. pág. 11

La presión a medir atraviesa el racor y actúa sobre un lado de la membrana, el valor de resistencia de los elementos piezorresistivos varía a causa de la deformación de la membrana (aprox. 20µm a 1500bares).

La tensión de salida de 0 a 80mV generada por el puente es conducida por líneas de unión a un circuito de evaluación del sensor. Este circuito amplifica la señal emitida por el puente a un valor entre 0 y 5 V y lo transmite a la unidad de control, que partiendo de él calcula la presión con la ayuda de una característica memorizada.

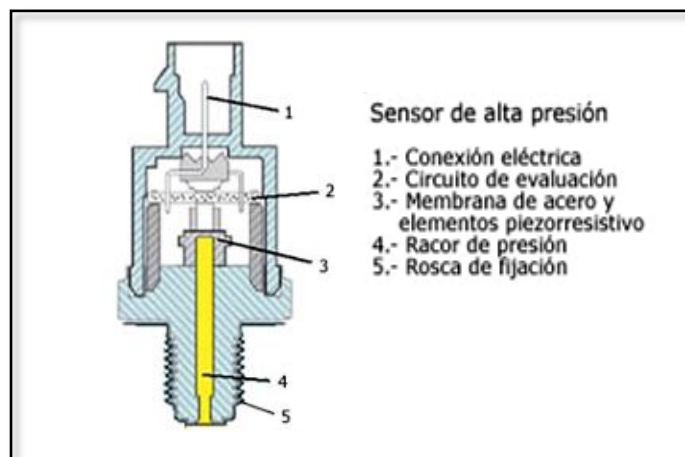


Figura #19. Sensor de presión con sus principales partes. ⁹

4.3.2. Sensor de temperatura del refrigerante del motor.

Un termistor es un sensor resistivo de temperatura. Su funcionamiento se basa en la variación de la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura.

Existen dos tipos de termistor

- NTC (Negative Temperature Coefficient) coeficiente de temperatura negativo.
- PTC (Positive Temperature Coefficient) coeficiente de temperatura positivo.

Su funcionamiento se basa en la variación de la resistencia de un semiconductor con la temperatura, debido a la variación de la concentración de portadores. Para los termistores NTC, al aumentar la temperatura, aumentará también la concentración de portadores, por lo que la resistencia será menor, de ahí que el coeficiente sea negativo. Para los termistores PTC, en el caso de un semiconductor con un dopado

⁹ Lista de partes de Manómetros. Editorial DE WIT primera edición. pág. 21

muy intenso, éste adquirirá propiedades metálicas, tomando un coeficiente positivo en un margen de temperatura limitado.

Cuando está conectado el generador a un módulo electrónico la medición es a través de un convertidor analógico-digital y es una medida de la temperatura del sensor. La unidad electrónica del motor tiene almacenada una curva característica que indica la temperatura correspondiente a cada valor de resistencia o tensión de salida.

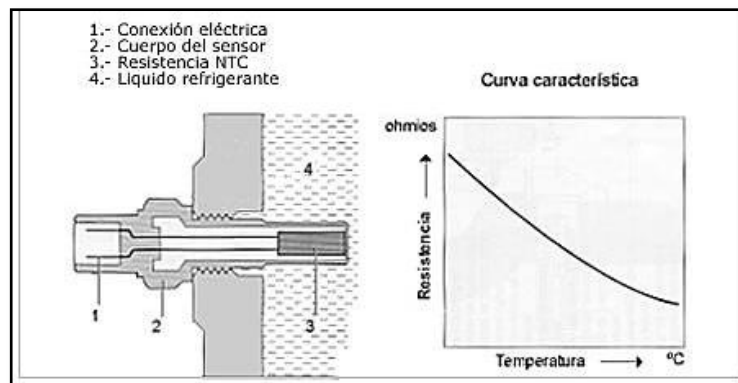


Figura #20. Esquema del sensor de temperatura del líquido refrigerante. ¹⁰

Este sensor está montado en el circuito del líquido refrigerante como muestra la figura #22, con el fin de determinar la temperatura del motor a partir de la temperatura del refrigerante (campo de medición - 40...+130 °C).

4.3.3. Sensor de velocidad del motor (PICK UP). Es un dispositivo que nos ayuda a controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento del motor, para la regulación automática de la velocidad del motor se emplean una tarjeta electrónica de control para la señal de entrada "pick-up" y salida del "actuador".

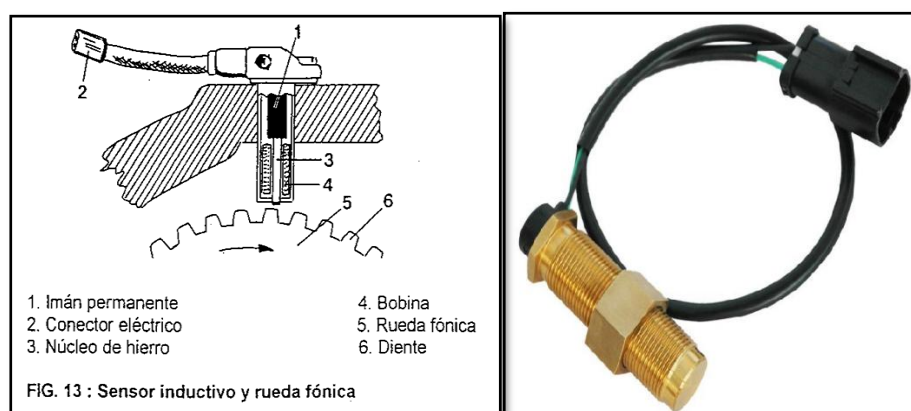


Figura #21. Sensor PICK-UP ¹⁰

¹⁰ Lista de partes de Manómetros. Editorial DE WIT primera edición. pág. 18

A la derecha tenemos la foto de un sensor PICK-UP y a la izquierda se presenta como se debe conectar un sensor inductivo o PICK-UP. El pick-up es un dispositivo magnético que se instala justo en el engranaje situado en el motor, y éste, a su vez, esta acoplado al engranaje del motor de arranque. El pick-up detecta la velocidad del motor, produce una salida de voltaje debido al movimiento del engranaje que se mueve a través del campo magnético de la punta del pick-up, por lo tanto, debe haber una correcta distancia entre la punta del pick-up y el engranaje del motor.

Por medio del sensor PICK-UP el modulo cuenta el número de dientes del volante del eje del motor y si es necesario envía la señal a un aumento de las revoluciones por minuto del mismo.

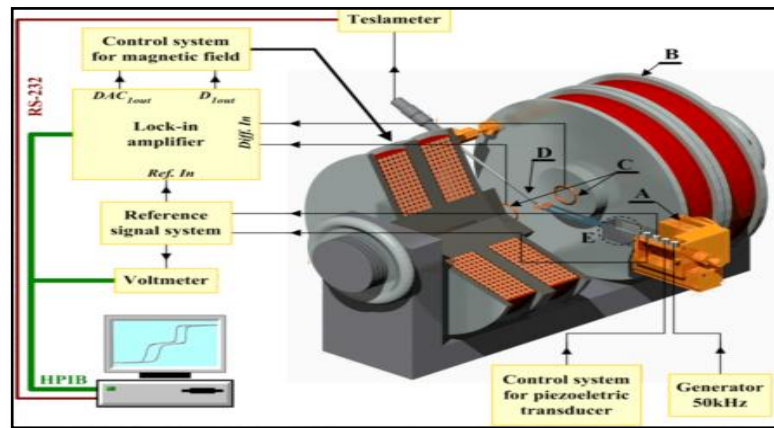


Figura #22. Alternador conectado un sensor Pick-Up ¹¹

El actuador sirve para controlar la velocidad del motor en condiciones de carga. Cuando la carga es muy elevada la velocidad del motor aumenta para proporcionar la potencia requerida y, cuando la carga es baja, la velocidad disminuye, es decir, el fundamento del actuador es controlar de forma automática el régimen de velocidad del motor sin aceleraciones bruscas, generando la potencia del motor de forma continua. Normalmente el actuador se acopla al dispositivo de entrada del fuel-oil del motor.

4.4. Alternador (fuente de energía eléctrica). Básicamente si se hace girar una espira, cuyos extremos estén unidos a dos anillos, bajo la acción de un campo magnético Norte-Sur, se genera una f.e.m. alterna; el valor de la frecuencia dependerá de la

¹¹ Power Generation. *Technical Data Sheet BC164C*. Editorial Sukido Torinnocos. Second edition. pág. 19.

velocidad de giro para un número determinado de polos. Dado que el uso de los grupos Electrógenos es la corriente trifásica explicaremos su fundamento.

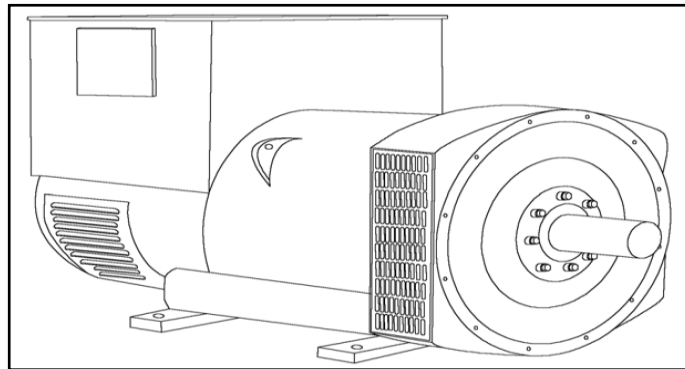


Figura #23. Alternador de un grupo electrógeno ¹²

Si se montan tres bobinas, desfasadas 120 grados entre sí, y se les hace girar dentro de un campo magnético Norte-Sur, se crea una f.e.m. alterna en cada una de ellas desfasadas 120 grados, como indica el diagrama de corrientes trifásicas en función del tiempo. Los alternadores reales disponen, en el inducido, de bobinados de corriente alterna monofásicos o trifásicos, según se generen 1 ó 3 f.e.m.s. Cada bobinado, por ser abierto tiene un principio y un final; en los bobinados trifásicos los principios se designan con las letras U, V, W y los finales con X, Y, Z. En los monofásicos el principio es U y el final es X.

Existen dos tipos fundamentales de conexión de un alternador:

4.4.1. Conexión en estrella. Para conectar el bobinado en estrella se unen los finales XYZ de las tres fases formando un punto común que es el neutro, dejando libre los tres principios UVW. Con esta conexión se consigue 380 V entre dos fases y 220 V entre fase y neutro.

4.4.2. Conexión en triángulo. En la conexión en triángulo se une el final de cada fase con el principio de la siguiente X con V, Y con W y Z con U. La diferencia de potencial que existe entre fase y fase es de 220 V.

¹² Power Generation. *Technical Data Sheet BC164C*. Editorial Sukido Torinnocos. Second edition. pág. 1

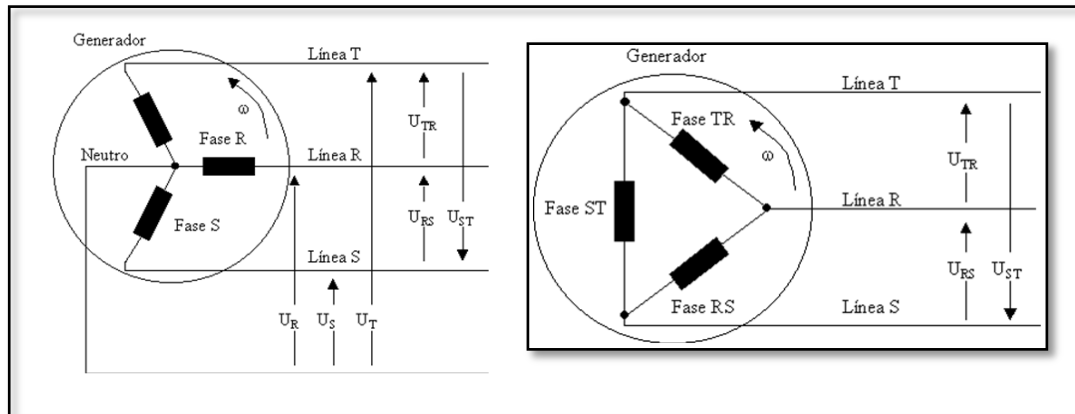


Figura #24. Configuración estrella (izq.) y triángulo (der) ¹³

En la mayoría de los grupos electrógenos vienen 12 cables de salida para permitir diferentes valores de tensión (230, 400, 460, 800 V). Los generadores deben ser siempre conectados a tierra con un conducto de sección adecuada (normalmente de la mitad de sección de los cables principales de alimentación), utilizando uno de los dos bornes (interno/externo) previstos para la misma. La potencia suministrada por un alternador trifásico ya esté conectado en estrella o triángulo:

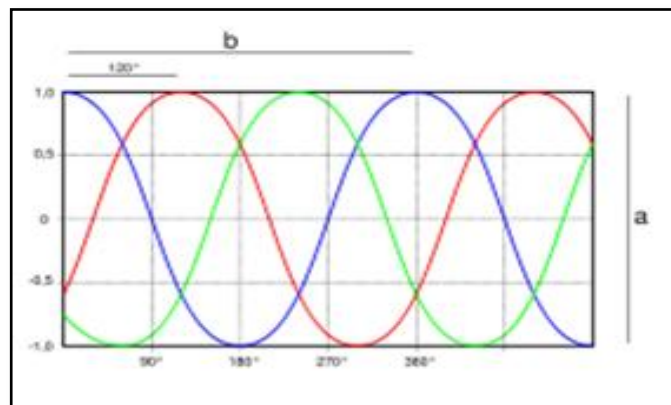


Figura #25. Onda trifásica del alternador en conexión estrella serie.

De forma general y para potencias más o menos elevadas se utilizan alternadores auto excitados sin escobillas que eliminan el mantenimiento relacionado con las escobillas y los anillos colectores.

¹³ Power Generation. *Technical Data Sheet BC164C*. Editorial Sukido Torinnocos. Second edition. pág. 5

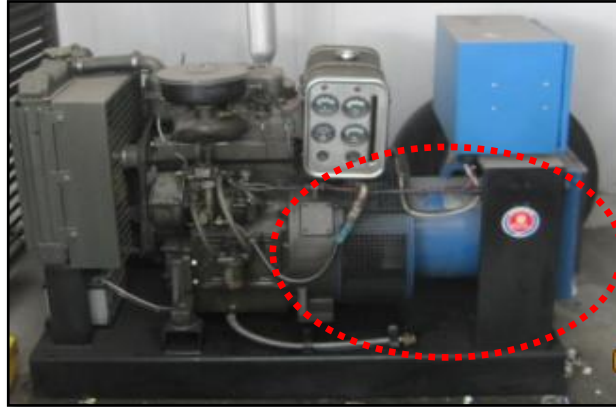


Figura #26. Alternador de grupo electrógeno CD12

4.4.3. AVR.-El sistema de control del alternador consta de un regulador automático del voltaje, circuitos de protección y los instrumentos necesarios para poder controlar el voltaje de salida del Grupo Eléctrico. La energía eléctrica producida por el grupo electrógeno proviene de un sistema de bucle cerrado que consiste principalmente en el rotor inductor, el campo de inducción giratorio y el regulador automático. El proceso comienza cuando el motor empieza a girar los componentes internos del alternador. El magnetismo remanente en el rotor principal produce un pequeño voltaje alterno en el estator principal.

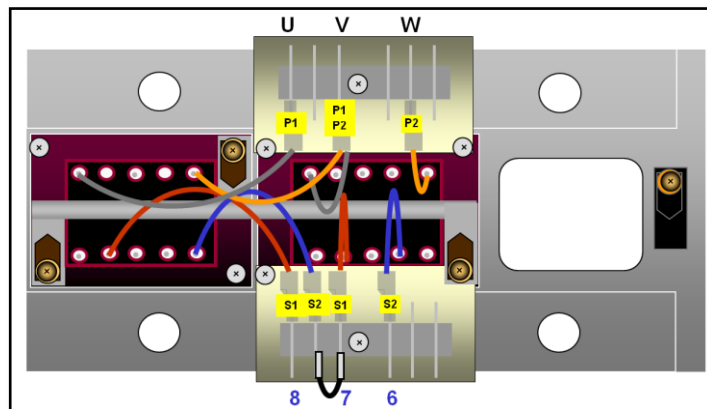


Figura #27. Forma de conexión de un AVR en un alternador trifásico

El regulador automático de voltaje (AVR) rectifica este voltaje y lo aplica al estator de excitación.

Esta corriente continua en el estator de excitación crea un campo magnético que, a su vez, induce un voltaje en corriente alterna en el rotor de excitación.

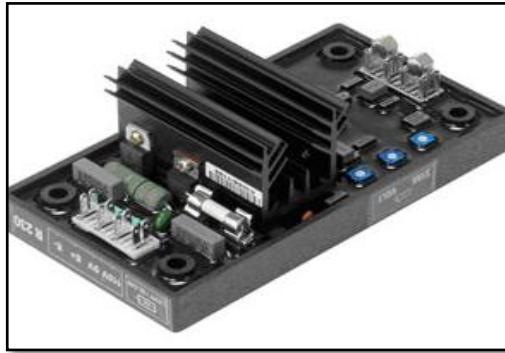


Figura #28. AVR Regulador automático de voltaje ¹⁴

Este voltaje en C.A. (corriente alterna) se convierte otra vez en C.C. (corriente continua) por medio de los diodos giratorios (conjunto rectificador). Cuando este voltaje de C.C. aparece en el rotor principal, se crea un campo magnético más fuerte que el campo remanente original lo que induce un voltaje mayor en el estator principal. Este mayor voltaje circula a través del sistema induciendo aún mayor voltaje c.c. de vuelta al rotor principal. Este ciclo se repite para acumular un voltaje próximo al nivel de salida adecuado del grupo electrógeno. En este punto el regulador automático de voltaje comienza a limitar el voltaje que pasa al estator de excitación que, a su vez, limita la potencia total de salida del alternador.

1.2 Sistema eléctrico actual del grupo electrógeno

1.2.1.- Sistema eléctrico en el motor:

Actualmente el generador está funcionando con un arranque manual esto quiere decir que para prender el equipo se tiene que poner una llave y activar un switch el cual tiene tres posiciones que son:

1. **Off:** En este cambio de la perilla el generador no activa la bomba de combustible ni el motor de arranque, si esta prendido el generador esta posición se va a apagar inmediatamente.
2. **Arranque:** En esta posición se enciende momentáneamente el relé de alta corriente que activa el motor de arranque que sirve para romper la inercia en la que se encuentra el generador cuando está apagado, el tiempo que esta el motor de arranque prendido solo dependerá del usuario, lo mismo que puede ser muy peligroso porque puede ocurrir un sobrecalentamiento para dicho motor.

¹⁴ Power Generation. *Technical Data Sheet BC164C*. Editorial Sukido Torinnocos. Second edition. pág. 7

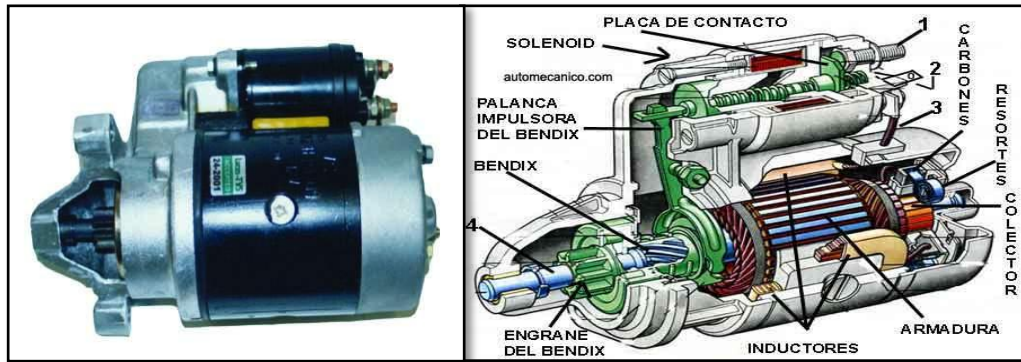


Figura #29. Motor de arranque ¹⁵

Motor de arranque baja velocidad alto torque, sirve para romper la inercia del generador al momento del encendido.

3. **On:** En el grupo eléctrico se encuentra instaladas de fábrica unas bujías incandescentes las mismas que calientan la cámara de pre combustión, existe instalada una por cada pistón, como hay tres pistones existen tres bujías.

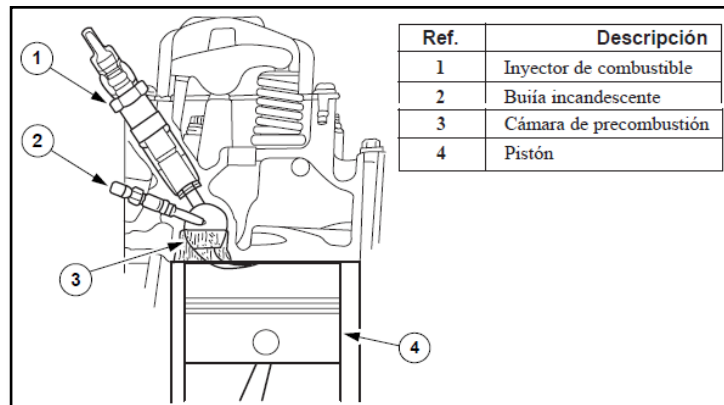


Figura #30. Inyección indirecta y sus partes ¹⁶

Existen dos tipos de inyección de combustible en esta clase de motores, una es directa y la otra es indirecta lo que diferencia a estas dos es que la inyección directa tiene bujía incandescente y una cámara de pre combustión.

La cámara de pre combustión sirve exclusivamente para calentar el aire que se encuentra allí con la ayuda de la bujía para posteriormente pasar a la cámara principal de combustión.

¹⁵ Cristófer O'Neal. *Diesel Engines 295 Manual Parts List*. Editorial Fuzhou Works. Firts edition. pág. 47

¹⁶ Cristófer O'Neal. *Diesel Engines 295 Manual Parts List*. Editorial Fuzhou Works. Firts edition. pág. 49

La activación de estas bujías se las realiza con un solo botón el cual alimenta a cada una de ellas, el pulso de dicho botón se lo realiza manualmente, acción que puede ser perjudicial para la batería y para las bujías ya que si no se controla el tiempo correctamente, podría descargarse innecesariamente la batería o podría quemarse las bujías.

Lo aconsejable de activación de las bujías es de 10 segundos antes del arranque, este tiempo se lo llama tiempo de precalentamiento.

Después del tiempo de precalentamiento, se activa el solenoide que conecta a la bomba de combustible dando así el encendido simple, teniendo en cuenta que para prender el grupo electrógeno se debe primero activar el motor de arranque el tiempo leda el usuario, que es algo no recomendable ya que si no tiene control del tiempo puede quemarse el motor de arranque.

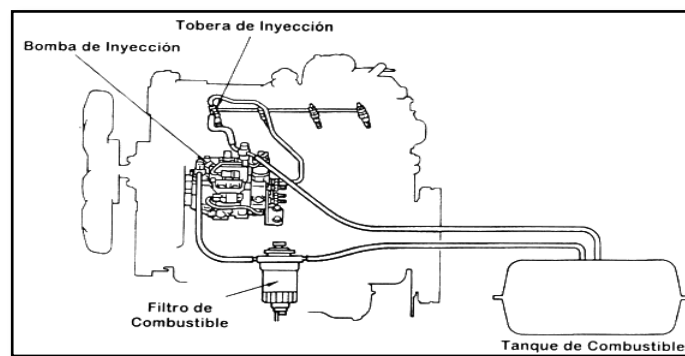


Figura #31. Esquema de funcionamiento de sistema de combustible ¹⁷

Si ya se logró arrancar el equipo solo es cuestión de mantener encendido el solenoide para que este se quede en ese estado hasta que el usuario decida lo contrario u ocurra una falla.

1.2.2. Sistema eléctrico en el alternador:

Actualmente el alternador tiene seis bobinas con una configuración doble estrella lo que permite obtener un sistema trifásico con un voltaje de 220V entre fase y fase, y con un voltaje de 120V de fase y neutro.

La fuente trifásica está conectada con un breaker de 100 amperios el mismo que protege al sistema contra cortocircuito de la carga.

¹⁷ Cristofer O'Neal. *Diesel Engines 295 Manual Parts List*. Editorial Fuzhou Works. Firts edition. pág. 52

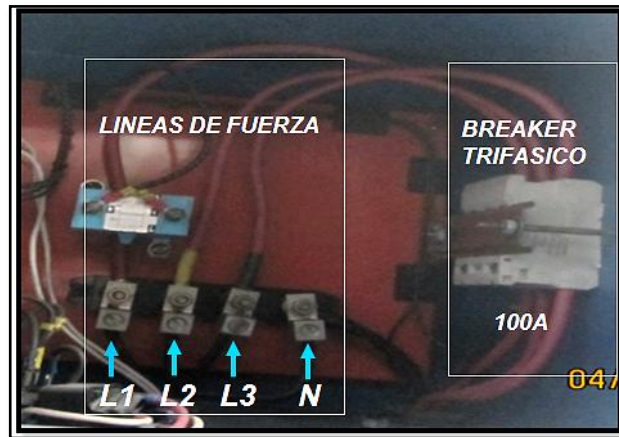


Figura #32. Sistema de protección y cables de fuerza del generador

El voltaje es medido por un voltímetro análogo que mide desde 0 voltios hasta 500 voltios pero no está funcionando correctamente y permanece siempre en 0V.

No tiene una protección de voltaje mínimo o voltaje máximo, tampoco de sobre corriente al generador, no se tiene una protección de alta o baja frecuencia.

En el panel de control del módulo se podía observar el voltaje real del alternador pero lastimosamente el display del módulo se encuentra dañado.



Figura #33. Voltímetro análogo

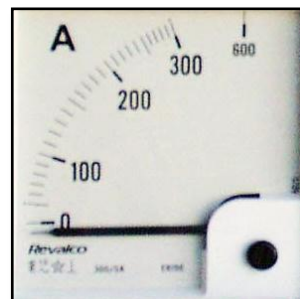


Figura #34. Amperímetro análogo

1.3 Estudio y descripción de los parámetros del generador

Básicamente en un grupo electrógeno no se puede sobrepasar los parámetros que pone como límite la fábrica es decir si el motor está diseñado para trabajar en un promedio de 5,1 bares y no puede sobrepasar los 7 bares de presión, es por la razón de que los pistones y la válvulas están diseñadas para esa presión y al sobrepasar ese parámetro sin tener ninguna protección como es en este caso se puede fundir el motor quedando e inoperativo completamente.

Existe un límite que potencia que entrega el generador el cual es de 15KVA entregando un máximo de 50A por cada fase.

La temperatura es medida por un transductor de temperatura a resistencia o sensor de temperatura la cual puede soportar hasta 100 grados centígrados, esta señal es admitida únicamente por un aparato de medición análogo el cual tiene el rango desde 20 grados centígrado hasta 100 grados de centígrados.

A continuación los datos específicos del grupo electrógeno instalado en Energy Plam.




 	
Grupo Electrónico Diesel CD12 	
Características Estándar	Performance
Motor diesel para servicio pesado, 4 tiempos, enfriado por agua. Regulador de velocidad mecánico. Sistema de Enfriamiento Conjunto de enfriamiento 50°C Alternador Alternador tipo Brushless. Regulador de voltaje encapsulado. Rotor y excitatriz impregnada con aceite y resina acidas. 12 salidas reconectables. Excepcional capacidad por corto circuito. Baja distorsión de forma de onda con cargas no lineales. Rangos Todos los kW de potencia están basados a 27°C de temperatura ambiente. No necesariamente merma la potencia a temperaturas superior a 50°C. Chasis Fabricado en acero plegado y soldado. Construido con sistema antivibratorio. Soportes aislantes de goma estándar. Sistema de Control BE22 Control por microprocesador. Sistema de protección superior de grupo electrógeno. Sistema de monitoreo de batería. Sistema probado totalmente confiable.	Regulación de Voltaje Mantención de voltaje de salida entre $\pm 1.0\%$. A cualquier factor de potencia entre 0.8 y 1.0. A cualquier variación de carga de 0 a 100%. A cualquier variación desde frío a caliente. Variación de caída de velocidad hasta 4.5%. Regulación de Frecuencia Isocrono bajo variación de carga entre 0 y 100%. Variación de Frecuencia Menor al $\pm 1\%$ para valor de carga constante. Forma de Onda Distorsión armónica total en el orden del 1.5%, con carga trifásica balanceada en el orden de 5.0 %. Factor de Influencia Telefónico (TIF) TIF mejor de 50. THF a BS4999 Parte 40 mejor de 2%. Interferencia Radio De acuerdo con BS800 y VDE niveles G y N.

Figura #35. Carta informativa del generador CD12 (parte 1)¹⁸

¹⁸ IPD POWER. *Grupo Electrónico Diesel CD12*. Editorial Maigas. Firts edición. pág. 2

Especificaciones del Motor		Alternator Specification		
Motor New Holland 295 A Tipo 2 cilindros en línea. Motor diesel de 4 tiempos enfriado por agua. Inyección indirecta, aspirado natural. Construcción Dos válvulas por cilindro, cigüeñal y bielas de acero forjado, block de hierro fundido. Sentido de rotación horario visto de frente. Sistema de Arranque Motor de arranque eléctrico 1.5 kW 12 V. Alternador de carga de batería 200 W 14 V. Sistema de Combustible Elemento de filtro de combustible reemplazable. Filtros Filtros de aire secos y filtros de aceite lubricante como elemento reemplazable. Enfriamiento Radiador estándar para 50°C, con tapa de drenaje.		Alternador Stamford BCI164C Tipo Brushless, simple rodamiento, campo giratorio, 4 polos, malla protectora. Aislación clase H. Protección IP22 (NEMA 1) estándar. Sistema de enfriamiento IC 01. Devanado amortiguador completamente interconectado. Excitatriz de CA y unidad rectificadora giratoria. Bobinado de estator con recubrimiento epoxy. Rotor y excitatriz impregnados con aceite aislante de grado tropical y resina poliéster. Rotor balanceado dinámicamente a BS5625 grado 2.5. Rodamiento blindado. Autoventilado. Acoplamiento motor-generador directo para perfecto alineado Excitatriz Triple baño húmedo en aceite y resinas poliéster ácidas. Recubrimiento con barniz fijador. Salida de devanado con paso acortado 2/3 para mejorar las cualidades armónicas y capacidad de paralelismos.		
Normas Estándar				
BS4999/5000 pt 99, VDE 0530, UTE5100, NEMA MG1-22, CEMA, IEC 34, CSA A22.2, AS1359, BSS5514, ISO 3046 y ISO 8528				
Modelo Grupo	Rangos de Potencias			
	Potencia a 1500 rpm - 50 Hz		Potencia a 1800 rpm - 60 Hz	
	Prime	Standby	Prime	Standby
CD12	12 kVA (9.6 kW)	15 kVA (12 kW)	15 kVA (12 kW)	18 kVA (14.4 kW)
Datos Técnicos				
Modelo de grupo	CD12	Regulador de velocidad	Mecánico	
Marca de motor	New Holland	Capacidad de batería	55 A/hr	
Modelo de motor	295 A	Arranque / min. °C	Eléctrico / -12°C	
Nro. cilindros	2	Capacidad de refrigerante motor	5.5 Litros	
Construcción	En línea	Capacidad de tanque combustible	45 Litros	
Diámetro x carrera del pistón	95 mm x 115 mm	Capacidad aceite lubricante	7 Litros	
Desplazamiento	1.63 Litros	Aceite lubricante	15W-40 Multigrado	
Relación de compresión	16.5:1			
Aspiración	Natural			
Grupo Electrogenero – 50 Hz				
Tensión de salida estándar	380/220 V 50 Hz	Potencia bruta motor (Pr.)	15.5 kW	
RPM	1500	Potencia bruta motor (St.)	17.1 kW	
Potencia Prime	12 kVA (9.6 kW)	Temperatura gases escape (Pr.)	550°C	
Potencia Standby	15 kVA (12 kW)	Temperatura gases escape (St.)	580°C	
Consumo específico comb. (Pr.)	256 g/kW.h	Contra presión de escape max.	76 mm Hg	
Consumo específico comb. (St.)	269 g/kW.h	Restricción de admisión de aire	251 mm Hg	
Grupo Electrogenero – 60 Hz				
Tensión de salida estándar	220/127 V 60 Hz	Potencia bruta motor (Pr.)	18.2 kW	
RPM	1800 rpm	Potencia bruta motor (St.)	20.2 kW	
Potencia Prime	15 kVA (12 kW)	Temperatura gases escape (Pr.)	490 °C	
Potencia Standby	18 kVA (14.4 kW)	Temperatura gases escape (St.)	520 °C	
Consumo específico comb. (Pr.)	246 g/kW.h	Contra presión de escape max.	76 mm Hg	
Consumo específico comb. (St.)	258 g/kW.h	Restricción de admisión de aire	251 mm Hg	

Figura #36. Carta informativa del generador CD12 (parte 2)¹⁹

¹⁹ IPD POWER. Grupo Electrogenero Diesel CD12. Editorial Maigas. Firts edición. pág. 3

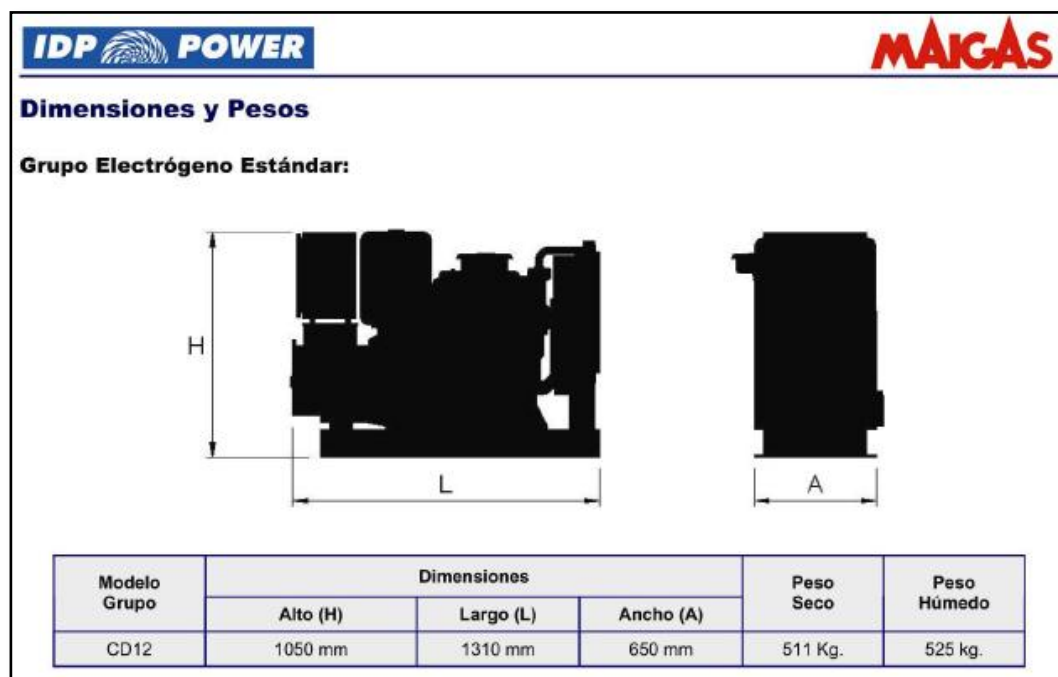


Figura #37. Carta informativa del generador CD12 (parte 3)²⁰

1.4 Normas de seguridad para el mantenimiento un generador.

1.4.1.- Mantenimiento del motor.-

Se destacan los aspectos principales para un buen mantenimiento del motor.

Controlar el nivel de aceite. El motor debe estar nivelado horizontalmente, se debe asegurar que el nivel está entre las marcas MIN y MAX de la varilla. Si el motor está caliente habrá que esperar entre 3 y 5 minutos después de parar el motor.



Figura #38. Aceite 15W-40 recomendado por el fabricante para motores a diesel.

²⁰ IPD POWER. *Grupo Electrónico Diesel CD12*. Editorial Maigas. Firts edición. pág. 4.

Cambio de aceite y filtros de aceite. Respete siempre el intervalo de cambio de aceite recomendado y sustituya el filtro de aceite al mismo tiempo. En motores parados no quite el tapón inferior. Utilice una bomba de drenado de aceite para absorber el aceite.

Limpie las fijaciones del filtro para que no caiga dentro suciedad al instalar el filtro nuevo.

Quite el tapón inferior con una junta nueva.

Quite el filtro. Compruebe que no quedan las juntas en el motor.

Llene los nuevos filtros con aceite del motor y pulverice las juntas. Atornille el filtro a mano hasta que la junta toque la superficie de contacto. Después gire otra media vuelta. Añada aceite hasta el nivel correcto. No sobrepasar el nivel de la marca MAX.

Arranque el motor. Compruebe que no hay fugas de aceite alrededor del filtro. Añada más si es necesario.

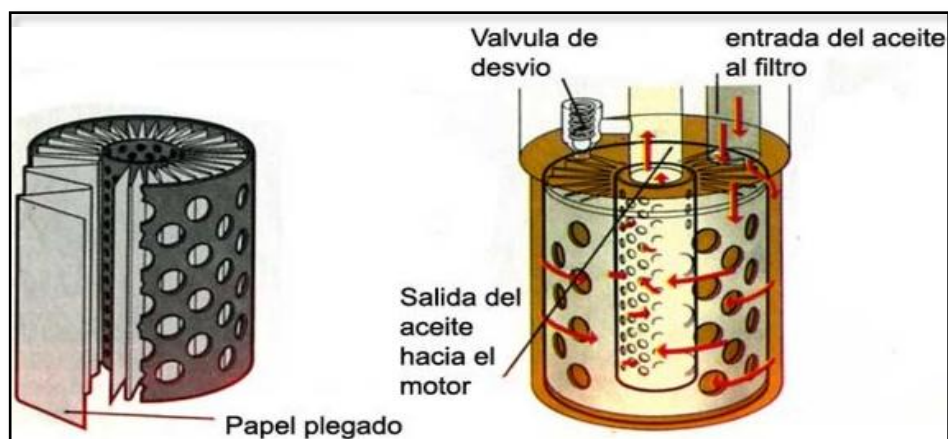


Figura #39. El principio de funcionamiento de un filtro de aceite ²¹

El filtro de aceite tiene que ser el mismo que se reemplaza de las mismas características, tamaño y fábrica ya que podría ser peligroso para el funcionamiento

Filtro del aire. El filtro del aire debe sustituirse cuando el indicador del filtro así lo indique o se lo puede chequear visualmente si fuese el caso. El grado de suciedad del filtro del aire de admisión depende de la concentración del polvo en el aire y del tamaño elegido del filtro. Por lo tanto los intervalos de limpieza no se pueden generalizar, sino que es preciso definirlos para cada caso individual.

²¹ Cristofer O'Neal. *Diesel Engines 295 Manual Parts List*. Editorial Fuzhou Works. Firts edition. pág. 66

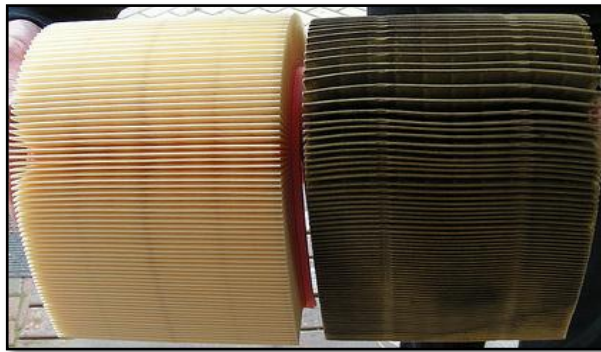


Figura #40. Derecha filtro sucio y obsoleto, a la izquierda el mismo filtro nuevo.

Correas de elementos auxiliares. Comprobación y ajuste. La inspección y ajuste deben realizarse después de haber funcionado el motor, cuando las correas están calientes. Afloje los tornillos antes de tensar las correas del alternador. Las correas deberán ceder 10 mm entre las poleas. Las correas gastadas que funcionan por pares deben cambiarse al mismo tiempo. Las correas del ventilador tienen un tensor automático y no necesitan ajuste. Sin embargo, el estado de las correas debe ser comprobado.

Sistema de refrigeración. El sistema de refrigeración debe llenarse con un refrigerante que proteja el motor contra la corrosión interna y contra la congelación si el clima lo exige. Nunca utilice agua sola. Los aditivos anticorrosión se hacen menos eficaces con el tiempo. Por tanto, el refrigerante debe sustituirse. El sistema de refrigeración debe lavarse al sustituir el refrigerante.



Figura #41. La figura muestra los refrigerantes con sus tres tipos de colores.

El líquido refrigerante por ningún motivo se lo tiene que mezclar en colores ya que pierde las características físicas como refrigerante, es decir si el radiador tiene

refrigerante rojo solo es se lo puede poner a menos que se cambie todo el refrigerante, a verde o azul.

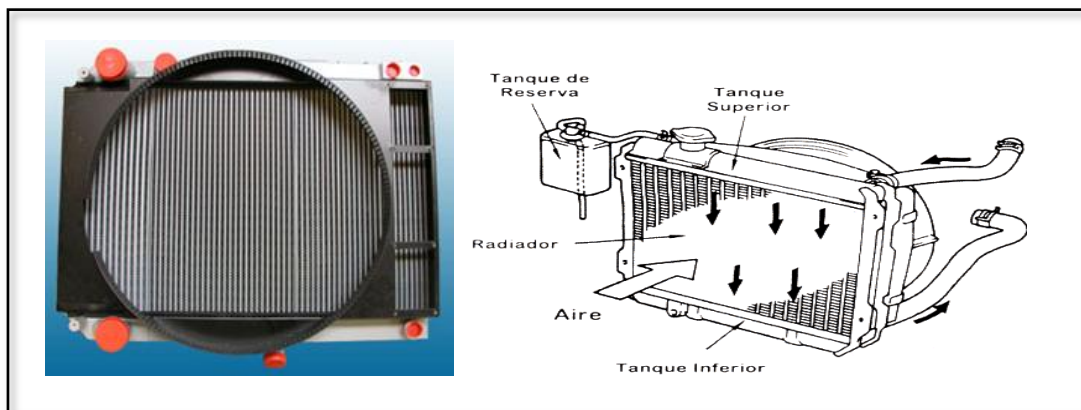


Figura #42. Partes de un radiador.

Se debe revisar si la circulación de aire es lo suficientemente fuerte como para enfriar todas las celdas, tal como muestra la figura# 42.

Filtro de combustible. Sustitución y limpieza: no deben entrar suciedad o contaminantes al sistema de inyección de combustible. La sustitución del combustible debe llevarse a cabo con el motor frío para evitar el riesgo de incendio causado al derramarse combustible sobre superficies calientes. Quite los filtros. Lubrique la junta del filtro con un poco de aceite. Enrosque el filtro a mano hasta que la junta toque la superficie de contacto. Después apriete otra media vuelta, pero no más. Purgue el sistema de combustible. Deshágase del filtro antiguo de forma apropiada para su eliminación.

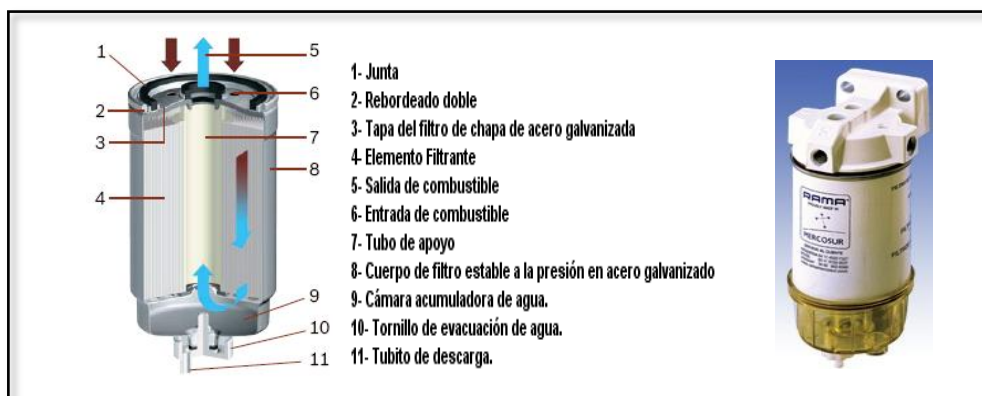


Figura #43. Partes de un filtro de combustible.²²

²² Cristofer O'Neal. *Diesel Engines 295 Manual Parts List*. Editorial Fuzhou Works. Firts edition. pág. 81

1.4.2. Mantenimiento del alternador.-

Durante el mantenimiento rutinario, se recomienda la atención periódica al estado de los devanados (en especial cuando los generadores han estado inactivos durante un largo tiempo) y de los cojinetes.

Estado de los devanados. Se puede determinar el estado de los devanados midiendo la resistencia de aislamiento a tierra, es decir, la resistencia óhmica que ofrece la carcasa de la máquina respecto a tierra, es decir, la resistencia óhmica que ofrece la carcasa de la máquina respecto a tierra por lo normal en un sistema eléctrico la aislación debe ser $5M\Omega$ y lo mínimo deber está en el rango de $1M\Omega$. Esta resistencia se altera cuando hay humedad ó suciedad en los devanados, por lo tanto, la medición de aislamiento del generador nos indicará el estado actual del devanado. El aparato utilizado para medir aislamientos es el megóhmetro o Megger.

La AVR (regulador automático del voltaje) debe estar desconectado en el caso de que el generador sea del tipo auto excitado. Para que las medidas tengan su valor exacto la máquina debe estar parada.

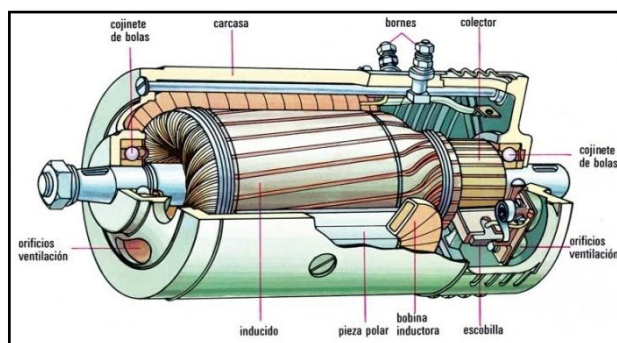


Figura #44. Partes principales de un alternador DC ²³

Para medir la resistencia de aislamiento se conecta el polo positivo del megóhmetro a uno de los bornes del motor y el negativo a su masa metálica; y se observará que la aguja se mueve hacia una posición de la escala hasta que se nota que resbala y en ese mismo momento se lee directamente la resistencia de aislamiento en la escala del aparato. Durante la medida, el generador debe separarse totalmente de la instalación, desconectándose de la misma. Si la resistencia de aislamiento resulta menor que la propia resistencia del devanado, sería imprescindible secarlos. Se puede llevar a cabo el secado dirigiendo aire caliente procedente de un ventilador calentador o aparato similar a través de las rejillas de entrada y/o salida de aire del generador,

²³ Cristofer O'Neal. *Diesel Engines 295 Manual Parts List*. Editorial Fuzhou Works. Firts edition. pág. 88

aunque otro método rápido y eficaz sería el secado mediante un horno por calentamiento de resistencias.

Alternativamente, se pueden cortocircuitar los devanados del estator principal, provocando un cortocircuito total trifásico en los bornes principales con el grupo electrógeno en marcha. Con este método se consigue secar los bobinados en muy poco tiempo.

Mantenimiento de batería.-

Llenado. Se tendrá que añadir electrolito, previamente mezclado, el cual se suministra junto con el Grupo Electrógeno. Quitar los tapones y llenar cada celda con el electrolito hasta que el nivel del mismo esté a 8 mm por encima del borde de los separadores. Dejar reposar la batería durante 15 minutos. Comprobar y ajustar el nivel si fuese necesario.

Transcurridos 30 minutos después de haber introducido el líquido electrolítico en la batería está se encuentra preparada para su puesta en funcionamiento.



Figura #45. Batería de 12V con 120A por hora de marca BOSCH

Rellenado. El uso normal y la carga de baterías tendrán como efecto una evaporación del agua. Por lo tanto, tendrá que rellenar la batería de vez en cuando. Primero, limpiar la batería para evitar que entre suciedad y después quitar los tapones. Añadir agua destilada hasta que el nivel esté a 8 mm por encima de los separadores. Volver a colocar los separadores.

Comprobación de la carga. Para comprobar la carga de una batería se emplea un densímetro el cual comprueba la densidad del electrolito; éste deberá medir de 1,24 a 1,28 cuando está totalmente cargada; de 1,17 a 1,22 cuando está medianamente cargada, y de 1,12 a 1,14 cuando está descargada.

1.5 Normas de seguridad para sistemas de adquisición de datos.

1.5.1.- Norma de transmisión de datos inalámbricos IEEE.

IEEE 802.15.4 es un estándar que especifica la capa física y control de acceso los medios de comunicación de baja tasa inalámbrica de redes de área personal (WPAN LR-). Es mantenida por el IEEE 802.15 grupo de trabajo.

Es la base para la ZigBee Wireless HART y Miwi pliego de condiciones, cada uno de los nuevos intentos de ofrecer una solución completa de redes mediante el desarrollo de la parte superior capas que no están cubiertos por la norma. Alternativamente, se puede utilizar con WPAN y protocolos estándar de Internet para construir una Internet sin hilos encajados (red inalámbrica).

1.5.2.- Información general.

Estándar IEEE 802.15.4 tiene la intención de ofrecer los principios fundamentales en las capas inferiores de la red de un tipo de red de área personal inalámbrica (WPAN), que se centra en el bajo costo, velocidad de comunicación entre los dispositivos de baja (más orientada al usuario final, otros enfoques, tales como Wi-Fi).

El énfasis está en el coste de comunicación muy baja concentración de dispositivos cercanos con poca o ninguna infraestructura subyacente, con la intención de aprovechar esta para bajar el consumo de energía aún más.

El marco básico concibe un área de comunicaciones-metro 10, con una tasa de transferencia de 250kbit/seg. Soluciones de compromiso son posibles para favorecer más radicalmente dispositivos integrados con los requisitos de energía más bajos, si, a través de la definición de no una, sino varias capas físicas. Las menores tasas de transferencia de 20 y 40kbit / s se definieron inicialmente, con la tasa de 100kbit añadido de ser / s en la actual revisión.

Incluso porcentajes más bajos se entiende con el consiguiente efecto en el consumo de energía. Como ya se mencionó, la principal característica de identificación 802.15.4 WPAN entre es la importancia de lograr una baja de producción y costos de operación extremadamente y simplicidad tecnológica, sin sacrificar la flexibilidad o generalidad.

Características más importantes son en tiempo real idóneo por parte de slots de tiempo garantizado, evitación de colisiones por CSMA / CA y soporte integrado para

comunicaciones seguras. También se incluyen funciones de gestión de energía, como la calidad del enlace y la detección de la energía.

Conformes dispositivos 802.15.4 puede usar uno de tres posibles bandas de frecuencias para la operación.

Como referencia tenemos:

- IEEE 802.11 redes de área local inalámbricas o WLAN.
- IEEE 802.15 redes de área personal inalámbricas o WPAN.
- IEEE 802.16 redes de área metropolitana o WMAN.

1.5.3. Red de modelo

Nodo tipos La norma define dos tipos de nodo de red.

La primera es la **función del dispositivo-completa** (FFD). Puede servir como coordinador de una red de área personal, ya que puede funcionar como un nodo común. Se implementa un modelo global de comunicación que le permite hablar con cualquier otro dispositivo; también puede transmitir mensajes, en el que caso se le denomina a un coordinador (coordinador del PAN cuando se está a cargo de toda la red).

Por otro lado existen **dispositivos de función reducida** (RFD). Estos están destinados a ser simples dispositivos extremadamente modestos con recursos muy y necesidades de comunicación debido a esto, sólo pueden comunicarse con FFD y nunca puede actuar como coordinadores.

1.5.4.-La fiabilidad y la seguridad

El medio físico se accede a través de un protocolo CSMA / CA. Las redes que no están utilizando balizado uso de una variación ranurado que se basa en la escucha del medio, balanceada por un **retroceso exponencial aleatoria** algoritmo; reconocimientos no se adhieren a esta disciplina. Transmisión de datos comunes utilizan slots no reservados cuando se utilizan balizas, de nuevo, las confirmaciones no siguen el mismo proceso.

Mensajes de confirmación pueden ser opcionales en algunos casos, en cuyo caso la presunción realizada es un éxito. En cualquier caso, si un dispositivo es incapaz de procesar una trama en un momento dado, simplemente no confirma su recepción: basado en la distribución de tiempo de espera puede ser realizó un número de veces, tras lo cual una decisión de si abortar o seguir intentando.

Porque el medio ambiente previsto para este tipo de maximización exigencias de la vida de la batería, los protocolos tienden a favorecer a los métodos que conducen a ella, la aplicación de controles periódicos de los mensajes en espera, la frecuencia de la que depende de las necesidades de aplicación.

En cuanto a las comunicaciones seguras, la subcapa MAC ofrece servicios que pueden ser aprovechadas por las capas superiores para lograr el nivel deseado de seguridad. Capa superior puede especificar los procesos de teclas para realizar la criptografía simétrica para proteger la carga útil y limitar a un grupo de dispositivos o sólo una-a-punto enlace punto, estos grupos de dispositivos se pueden especificar en las listas de control de acceso . Además, MAC realiza comprobaciones de frescura entre recepciones sucesivas para asegurar que las tramas de edad, o datos que ya no se considera válida, no trasciende a las capas superiores.

Además de este modo seguro, hay otro modo de MAC inseguro, lo que permite el control de acceso las listas sólo como un medio para decidir sobre la aceptación de los marcos de acuerdo a su (supuesto) origen.

1.6 Sistemas de transmisión de datos inalámbricos.

1.6.1-Definición del sistema Zigbee

Zigbee es un protocolo de comunicaciones inalámbrico basado en el estándar de comunicaciones para redes inalámbricas IEEE_802.15.4. Creado por Zigbee Alliance, con más de 200 grandes empresas (destacan Mitsubishi, Honeywell, Philips, Motorola, Invensys,...), muchas de ellas fabricantes de semiconductores.

Zigbee permite que dispositivos electrónicos de bajo consumo puedan realizar sus comunicaciones inalámbricas. Es especialmente útil para redes de sensores en entornos industriales, médicos y, sobre todo, domóticos.

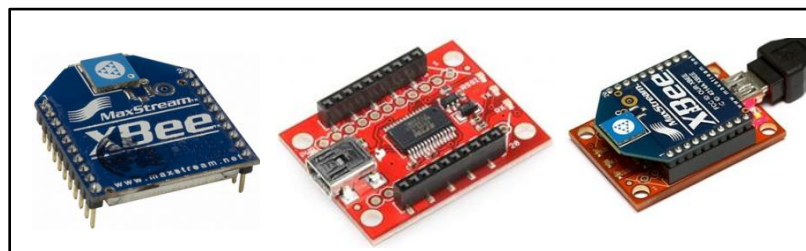


Figura #46. Elemento ZIGBEE Max Stream Pro ²⁴

²⁴ ZigBee Production. *XBee & XBee-PRO*. Editorial Feacture Chipss.Four edition. pág. 3

Las comunicaciones Zigbee se realizan en la banda libre de 2.4GHz. A diferencia de bluetooth no utiliza FHSS (Frequencyhopping), sino que realiza las comunicaciones a través de una única frecuencia, es decir, de un canal. Normalmente puede escogerse un canal de entre 16 posibles. El alcance depende de la potencia de emisión del dispositivo así como el tipo de antenas utilizadas (cerámicas, dipolos, ...)

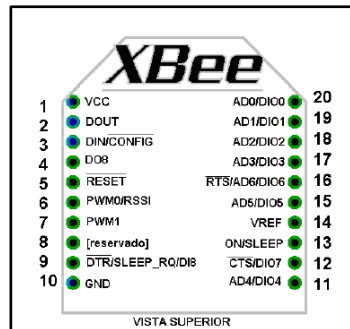


Figura #47 Elemento XBEE Pro distribución de pines ²⁵

El alcance normal con antena dipolo en visión directa suele ser aproximadamente (tomando como ejemplo el caso de MaxStream, en la versión de 1mW de potencia) de 100m y en interiores de unos 30m. La velocidad de transmisión de datos de una red Zigbee es de hasta 256kbps.

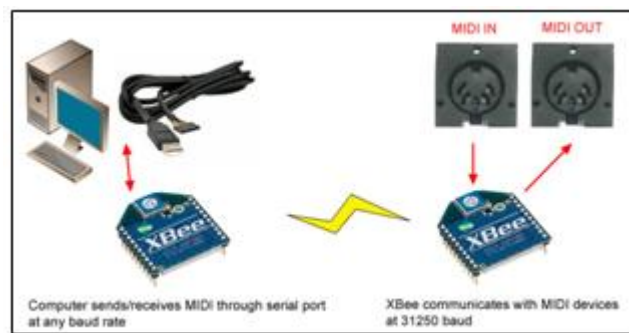


Figura #48. Mejor desempeño de en conexión MIDI sin computadora ²⁶

Una red Zigbee la pueden formar, teóricamente, hasta 65535 equipos, es decir, el protocolo está preparado para poder controlar en la misma red esta cantidad enorme de dispositivos. La realidad es menor, siendo, de todas formas, de miles de equipos. El desarrollo de la tecnología se centra en la sencillez y el bajo costo más que otras redes inalámbricas semejantes de la familia WPAN, como por ejemplo Bluetooth. El nodo ZigBee más completo requiere en teoría cerca del 10% del hardware de un

²⁵ ZigBee Production. *XBee & XBee-PRO*. Editorial Feacture Chipss.Four edition. pág. 3

²⁶ ZigBee Production. *XBee & XBee-PRO*. Editorial Feacture Chipss.Four edition. pág. 3

nodo Bluetooth o Wi-Fi típico; esta cifra baja al 2% para los nodos más sencillos. No obstante, el tamaño del código en sí es bastante mayor y se acerca al 50% del tamaño del de Bluetooth. Se anuncian dispositivos con hasta 128kB de almacenamiento.

1.6.2.- Arquitectura de una red Zigbee

Una red Zigbee la forman básicamente 3 tipos de elementos. Un único dispositivo Coordinador, dispositivos Routers y dispositivos finales (end points).

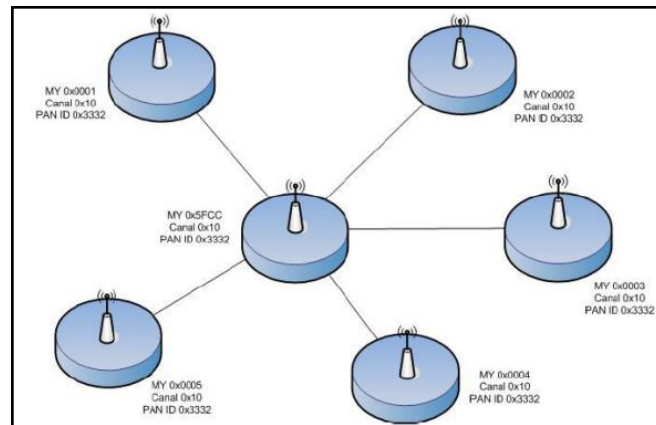


Figura #49. Estructura de una red ZIGBEE (ZC, ZR, ZED) ²⁷

1.6.2.1.-El Coordinador. (ZigBeeCoordinator, ZC).

Es el nodo de la red que tiene la única función de formar una red. Es el responsable de establecer el canal de comunicaciones y del PAN ID (identificador de red) para toda la red. Una vez establecidos estos parámetros, el Coordinador puede formar una red, permitiendo unirse a él a dispositivos Routers y EndPoints. Una vez formada la red, el Coordinador hace las funciones de Router, esto es, participar en el enrutamiento de paquetes y ser origen y/o destinatario de información.

1.6.2.2.-Los Routers.(ZigBeeRouter, ZR).

Es un nodo que crea y mantiene información sobre la red para determinar la mejor ruta para enrutar un paquete de información. Lógicamente un router debe unirse a una red Zigbee antes de poder actuar como Router retransmitiendo paquetes de otros routers o de Endpoints.

²⁷ ZigBee Production. *XBee & XBee-PRO*. Editorial Feacture Chipss.Four edition. pág. 5

1.6.2.3. End Device.(ZigBeeEndDevice, ZED).

Los dispositivos finales no tienen capacidad de enrutar paquetes. Deben interactuar siempre a través de su nodo padre, ya sea este un Coordinador o un Router, es decir, no puede enviar información directamente a otro end device. Normalmente estos equipos van alimentados a baterías. El consumo es menor al no tener que realizar funciones de enrutamiento.

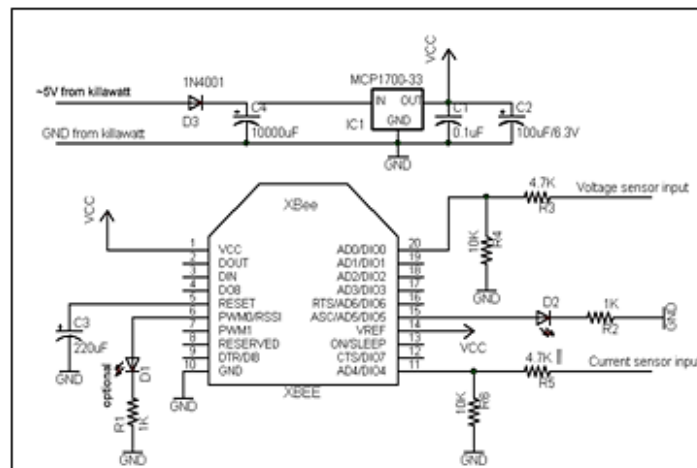


Figura #50. Diagrama eléctrico ZIGBEE ²⁸

1.6.3. Conexión Punto a Multipunto.

Esta conexión, permite prestaciones extras. Se diferencia del Broadcast, en que permite transmitir información, desde la entrada serial de un módulo (DIN, pin 3) a uno o varios módulos conectados a la misma red de manera más controlada, ya que se necesitan las direcciones de los otros módulos, por lo que existe mayor seguridad. Para esto se necesitan dos comandos más aparte de MY y DL. Se utilizará el direccionamiento de 16 bits.

El primer comando es el ID de la PAN . Todos los módulos que tengan idéntico PAN ID, pertenecerán a la misma red. El comando para configurar este valor es ID, es decir, ATID, y su rango va entre 0x0 y 0xFFFFF. Por ejemplo si queremos ajustar el PAN ID como 0x3332, se debe ingresar ATID3332. Este parámetro también es arbitrario, al igual que MY y DL.

El otro comando corresponde al canal por el cual se va a comunicar. Según la Figura 5-4, se disponen de 16 canales según el protocolo IEEE 802.15.4. Esta norma indica

²⁸ ZigBee Production. *XBee & XBee-PRO*. Editorial Feacture Chipss.Four edition. pág. 8

que entre cada canal, deben existir 5 MHz de diferencia, partiendo de la frecuencia base 2.405 GHz, se llegan hasta los 2.480 GHz.

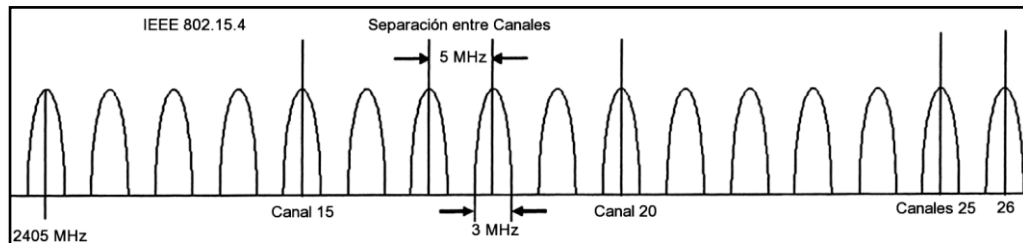


Figura #51. Canales disponibles para el protocolo IEEE 802.15.4

Se observa que hay 16 canales disponibles, sin embargo, los valores se asignan desde el 11 hasta el 26. Para calcular la frecuencia central se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Canal} = 2.405 (\text{CH} - 11) 0.005[\text{GHz}].$$

Donde CH equivale al número del canal entre 11 y 26. Así para cambiar de canal se utiliza el comando CH con el número de canal en formato hexadecimal. Es decir, si se desea ocupar el canal 15 (0x10), se ingresa ATCH10. La siguiente tabla muestra la frecuencia central de cada canal, así como su límite inferior y superior:

Frecuencia [GHz]					
canal	hexadecimal	inferior	central	superior	Comando AT
11	0x0B	2,4025	2,4050	2,4075	ATCH0B
12	0x0C	2,4075	2,4100	2,4125	ATCH0C
13	0x0D	2,4125	2,4150	2,4175	ATCH0D
14	0x0E	2,4175	2,4200	2,4225	ATCH0E
15	0x0F	2,4225	2,4250	2,4275	ATCH0F
15	0x10	2,4225	2,4250	2,4275	ATCH10
17	0x11	2,4325	2,4350	2,4375	ATCH11
18	0x12	2,4375	2,4400	2,4425	ATCH12
19	0x13	2,4425	2,4450	2,4475	ATCH13
20	0x14	2,4475	2,4500	2,4525	ATCH14
21	0x15	2,4525	2,4550	2,4575	ATCH15
22	0x16	2,4575	2,4600	2,4625	ATCH16
23	0x17	2,4625	2,4650	2,4675	ATCH17
24	0x18	2,4675	2,4700	2,4725	ATCH18
25	0x19	2,4725	2,4750	2,4775	ATCH19
26	0x1A	2,4775	2,4800	2,4825	ATCH1A
Frecuencia Base		2,405	GHz		

Figura #52. Canales de Frecuencia y su respectivo Comando AT.

Así en cada nodo se configura una dirección MY distinta, pero utilizando el mismo canal y el mismo PAN ID, que en la figura corresponden al canal 15 (0x10) y al ID

0x3332 de la PAN. Para que cada módulo reciba la información, debe ser estrictamente necesario que tengan tanto el mismo canal, como el mismo PAN ID. Incluso si se trabaja en Broadcast o punto a punto los módulos deben coincidir en ello. Los módulos vienen con el canal 0x0C y el PAN ID 0x3332 por defecto, es decir que el módulo viene programado para 2.41Ghz.

Ahora tenemos como dato la frecuencia a la que va a trabajar el módulo es necesario calcular la longitud de onda, la longitud de onda λ es inversamente proporcional a la frecuencia f . Una longitud de onda más larga corresponde a una frecuencia más baja, mientras que una longitud de onda más corta corresponde a una frecuencia más alta:

La longitud de onda λ se define como la distancia que recorre una onda electromagnética en un tiempo igual a un período. Matemáticamente, esto se traduce en:

$$\lambda = c / f$$

Formula #12. Longitud de onda

Siendo $c=3.10e8$ m/s la velocidad de la luz en el vacío o en el aire. Así por ejemplo, a la frecuencia de la red (50 Hz) la longitud de onda es $\lambda=6.000$ kms.

Calculo de la longitud de onda

$$\lambda = c / f$$

$$\lambda = 3.10e8 / 2.41Ghz$$

$$\lambda = 0.1245m$$

$$\lambda = 12.45cm$$

1.6.3.1 Modo Transparente.

En este modo todo lo que ingresa por el pin 3 (Data in), es guardado en el buffer de entrada y luego transmitido y todo lo que ingresa como paquete RF, es guardado en el buffer de salida y luego enviado por el pin 2 (Data out). El modo Transparente viene por defecto en los módulos Xbee.

Este modo está destinado principalmente a la comunicación punto a punto, donde no es necesario ningún tipo de control. También se usa para reemplazar alguna conexión serial por cable, ya que es la configuración más sencilla posible y no requiere una mayor configuración.

En este modo, la información es recibida por el pin 3 del módulo Xbee, y guardada en el buffer de entrada. Dependiendo de cómo se configure el comando RO, se puede transmitir la información apenas llegue un carácter (RO=0) o después de un tiempo dado sin recibir ningún carácter serial por el pin 3.

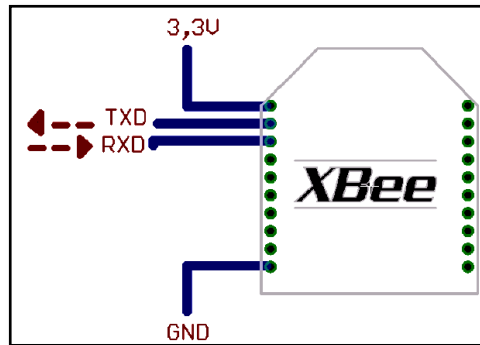


Figura #53. Conexión mínima para el Xbee

El módulo requiere una alimentación desde 2.8 a 3.4 V, la conexión a tierra y las líneas de transmisión de datos por medio del UART (TXD y RXD) para comunicarse con un micro controlador, o directamente a un puerto serial utilizando algún conversor adecuado para los niveles de voltaje.

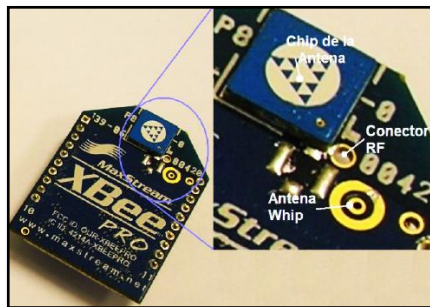


Figura #54. Módulo Xbee PRO con antena Chip integrada

La antena integrada del módulo Xbee PRO se alimenta también con 3.3v de corriente continua, esto quiere decir que es un dispositivo activo, el funcionamiento principal de dicha antena es amplificar la emisión de radio frecuencia y reemplazar las antenas dipolos, las cuales tienen un menor desempeño a comparación de la antena chip.

1.6.3.2.- Estrategias de conexión de los dispositivos en una red Zigbee

Las redes ZigBee han sido diseñadas para conservar la potencia en los nodos 'esclavos'. De esta forma se consigue el bajo consumo de potencia. La estrategia consiste en que, durante mucho tiempo, un dispositivo "esclavo" está en modo "dormido", de tal forma que solo se "despierta" por una fracción de segundo para confirmar que está "vivo" en la red de dispositivos de la que forma parte. Esta transición del modo "dormido" al modo "despierto" (modo en el que realmente transmite), dura unos 15ms, y la enumeración de "esclavos" dura alrededor de 30ms.

1.6.4.- ¿Porque utilizar el sistema ZigBee en este proyecto?

Básicamente los protocolos ZigBee están definidos para su uso en aplicaciones encastadas con requerimientos muy bajos de transmisión de datos y consumo energético. Se pretende su uso en aplicaciones de propósito general con características auto organizativas y bajo costo (redes en malla, en concreto). Puede utilizarse para realizar control industrial, albergar sensores empotrados, recolectar datos médicos, ejercer labores de detección de humo o intrusos o domótica. La red en su conjunto utilizará una cantidad muy pequeña de energía de forma que cada dispositivo individual pueda tener una autonomía de hasta 5 años antes de necesitar un recambio en su sistema de alimentación.

1.6.4.1.- ZigBee vs. Bluetooth

ZigBee es muy similar al Bluetooth pero con algunas diferencias:

Una red ZigBee puede constar de un máximo de 65535 nodos distribuidos en subredes de 255 nodos, frente a los 8 máximos de una subred (Piconet) Bluetooth.

- Menor consumo eléctrico que el de Bluetooth. En términos exactos, ZigBee tiene un consumo de 30mA transmitiendo y de 3uA en reposo, frente a los 40mA transmitiendo y 0.2mA en reposo que tiene el Bluetooth. Este menor consumo se debe a que el sistema ZigBee se queda la mayor parte del tiempo dormido, mientras que en una comunicación Bluetooth esto no se puede dar, y siempre se está transmitiendo y/o recibiendo.
- Tiene una velocidad de hasta 250 kbps, mientras que en Bluetooth es de hasta 3 Mbps.
- Debido a las velocidades de cada uno, uno es más apropiado que el otro para ciertas cosas. Por ejemplo, mientras que el Bluetooth se usa para aplicaciones como

los teléfonos móviles y la informática casera, la velocidad del ZigBee se hace insuficiente para estas tareas, desviándolo a usos tales como la Domótica, los productos dependientes de la batería, los sensores médicos, y en artículos de medición industrial, en los cuales la transferencia de datos es menor pero con más elementos.

1.6.4.2.- Comparación de ZigBee con otros estándares inalámbricos

A continuación un cuadro comparativo de las principales características entre las diferentes redes inalámbricas con un estándar y reglamento activo.

Un nodo ZigBee consiste en una combinación de hardware y software. Muchas empresas, quieren tratar con el software, pero no con la electrónica de consumo.

Market Name	ZigBee™	GPRS/GSM	Wi-Fi™	Bluetooth™
Standard	802.15.4	1xRTT/CDMA	802.11b	802.15.1
Application Focus	Monitoring & Control	Wide Area Voice & Data	Web, Email, Video	Cable Replacement
System Resources	4KB - 32KB	16MB+	1MB+	250KB+
Battery Life (days)	100 - 1,000+	1-7	.5 - 5	1 - 7
Network Size	Unlimited (2 ⁶⁴)	1	32	7
Bandwidth (KB/s)	20 - 250	64 - 128+	11,000+	720
Transmission Range (meters)	1 - 100+	1,000+	1 - 100	1 - 10+
Success Metrics	Reliability, Power, Cost	Reach, Quality	Speed, Flexibility	Cost, Convenience

Tabla #1. Tabla comparativa de sistemas inalámbricos ²⁹

1.6.4.3.- Comparación de ZigBee con otros ZigBee.

A continuación un cuadro comparativo de las principales características entre las diferentes módulos Zigbee, en donde se muestran las ventajas del módulo escogido.

Mientras mas completo es el módulo y mayor alcance de transmisión posee, el costo del equipo también incrementa, en la actualidad se han creado más módulos que alcanzan hasta los 15km de distancia.

²⁹ ZigBee Production. *XBee & XBee-PRO*. Editorial Feacture Chipss.Four edition. pág. 15







	 XBee 1mW 802.15.4 Chip Antenna	 XBee 1mW 802.15.4 Wire Antenna	 XBee PRO 60mW 802.15.4 Chip Antenna	 XBee PRO 60mW 802.15.4 Wire Antenna	 XBee PRO 900 XSC 100mW 802.15.4 RPSMA	 XBee PRO 900 693mW 802.15.4 RPSMA
General						
Digi Part #	XB24-ACI-001	XB24-AWI-001	XBP24-ACI-001	XBP24-AWI001	XBP09-XC009-DK	XBP09-DPSIT-156
MCI Part #	32404	32405	32406	32407	00746	00699
Antenna	Chip	Wire	Chip	Wire	RPSMA Connector	
Performance						
RF Data Range	250 kbps/up to 115 kbps		250 kbps/up to 115 kbps (1)		9,6 kbps/up to 57,6 kbps	156 kbps/up to 230 kbps
Indoor Range	100 ft (30 m) (2)		300 ft (100 m) (2)		1200 ft (370m)	450 ft (140m)
Outdoor Range (Line Of Sight)	300 ft (100 m) (2)		1 mile (1.6 km) (2)		15 miles (24 km)	1,8 miles (3 km) or 6 miles (10 km) with high gain antennas
Transmit Power	1 mW (+0 dBm)		60 mW (+18 dBm)		100 mW (+20 dBm)	693 mW (+28,4 dBm)
Receiver Sensitivity (1% PER)	-92 dBm		-100 dBm		-106 dBm	-100 dBm
Networking and Security						
Topology	Peer-to-Peer, Point-to-Point, Point-to-Multipoint					
Encryption	128-bit AES				----	128-bit AES
Reliable Packet Delivery	Retries/Acknowledgements					
Channels	16 Direct Sequence Channels		12 Direct Sequence Channels		7 hop sequences share 25 frequencies	8 hopping patterns on 12 channels or single channel
ID	PAN ID, 64-bit IEEE MAC				PAN ID, 32-bit	PAN ID, Channel, and 64-bit addresses
Features						
Serial Data Interface	CMOS UART (no configuration needed)					CMOS UART tolerante a 5V
Configuration Method	API or AT Commands				AT Commands	API or AT Commands (Local or over-the-air)
Frequency Band	2.4 GHz				910 - 918 MHz	902 - 928 MHz
ADC Inputs	(7) 10-bit ADC inputs				----	
Digital I/O	(8) digital I/O				----	
Power Requirements						
Supply Voltage	2.8 - 3.4 VDC (Absolute) / 3.0 - 3.4 (Recommended)				3.0 - 3.6 VDC (Absolute) 3.0 - 3.4 (Recommended)	
Transmit Current	45 mA	215 mA		265 mA	210 mA	
Receive Current	50 mA	55 mA		65 mA	80 mA	
Power-down Current	< 10 uA				45 uA	60 uA

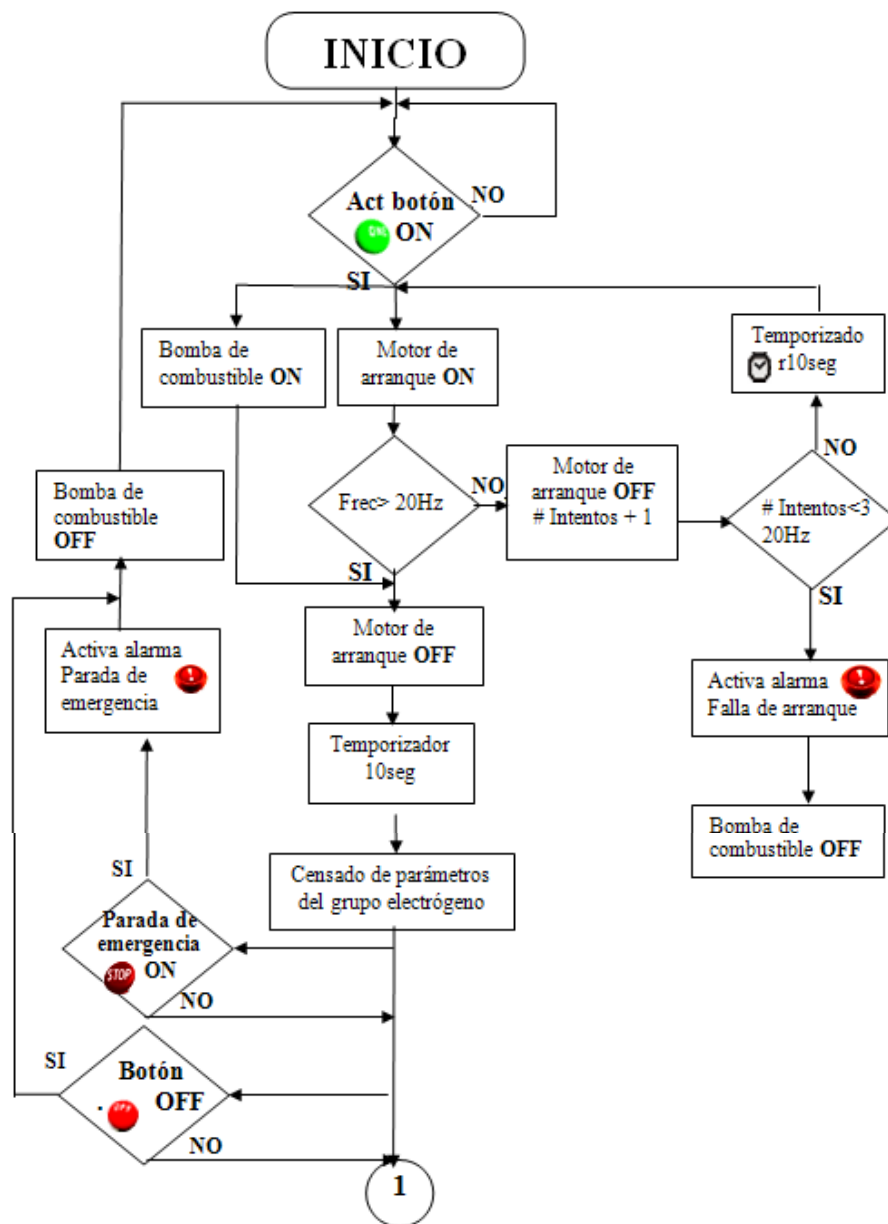
Tabla #2. Comparación entre módulos XBee

CAPITULO II

DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DEL GENERADOR.

Este capítulo está dedicado al diseño y construcción de los circuitos eléctricos además del tratamiento de las diferentes señales que obtenemos del generador.

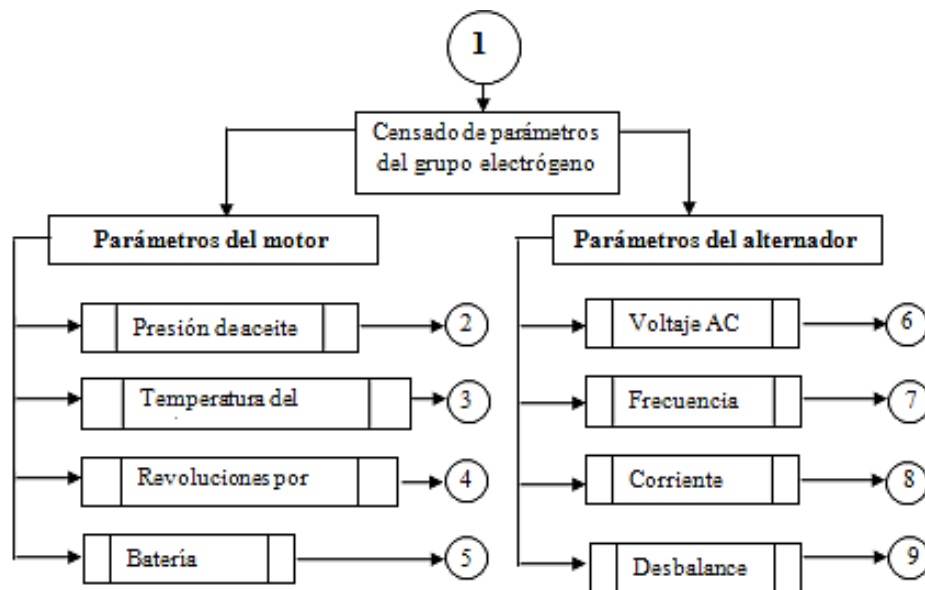
2. Flujo grama del principio de funcionamiento del sistema de adquisición de datos y respuesta del micro controlador.



Flujo grama #1. Esquema principal del proyecto (parte 1)

El sistema espera que se presione el botón de encendido para que comience el proceso, después de encender el grupo electrógeno se monitorean los parámetros del motor y del alternador.

La parada de emergencia se la puede presionar en cualquier momento del proceso al igual que el botón de parada o (STOP), hay dos formas de apagar el generador manualmente, con la diferencia que la parada de emergencia activará una alarma y el botón de parada no.



Flujo grama #2. Esquema principal del proyecto (parte 2)

El monitoreo se lo hace en dos partes importantes:

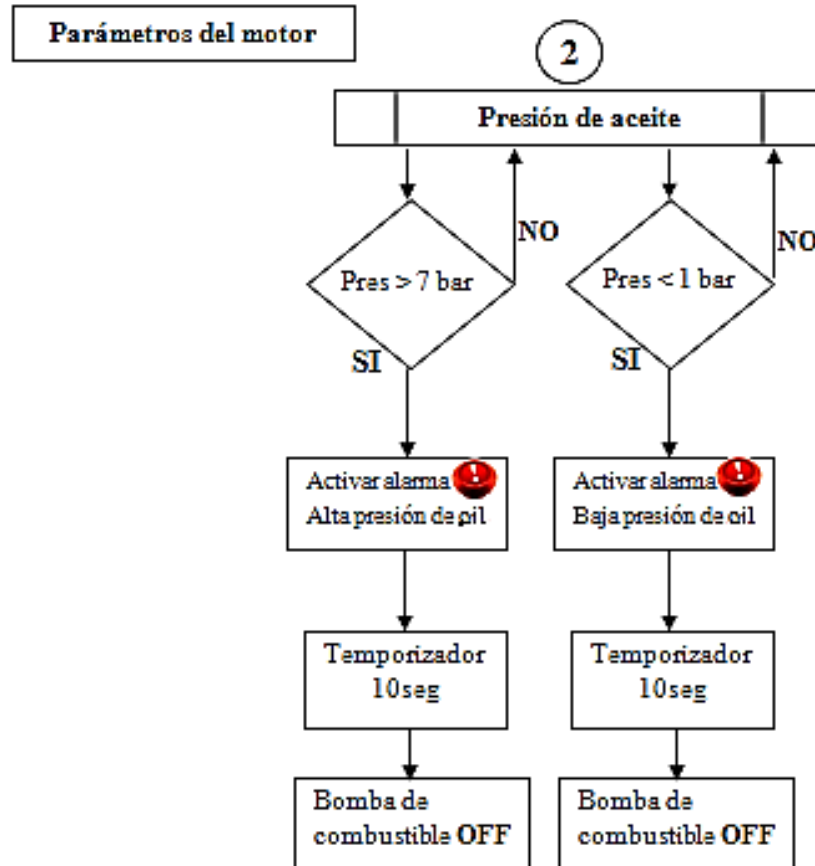
Censado del motor.

En esta parte se analizan los parámetros más importantes que posee el equipo que son la presión de aceite, temperatura del refrigerante del motor, revoluciones por minuto del eje, y el voltaje de la batería.

Censado del alternador.

En el censado del alternador revisan los parámetros que tiene el alternador que es el que convierte la energía mecánica en eléctrica (Cap. 1 punto 4,4), no por ser segundo es el menos importante, los datos que se revisan son: el voltaje generado, la frecuencia, la corriente en cada fase, y el desbalance de corriente que hay en cada línea. El primer dato entrega el micro controlador es la presión de aceite la cual tiene

que estar dentro de los niveles establecidos que son mayor de 1 bar y menor de 7 bares si esta fuera de estos valores la computadora envía una señal de alarma y apaga el equipo

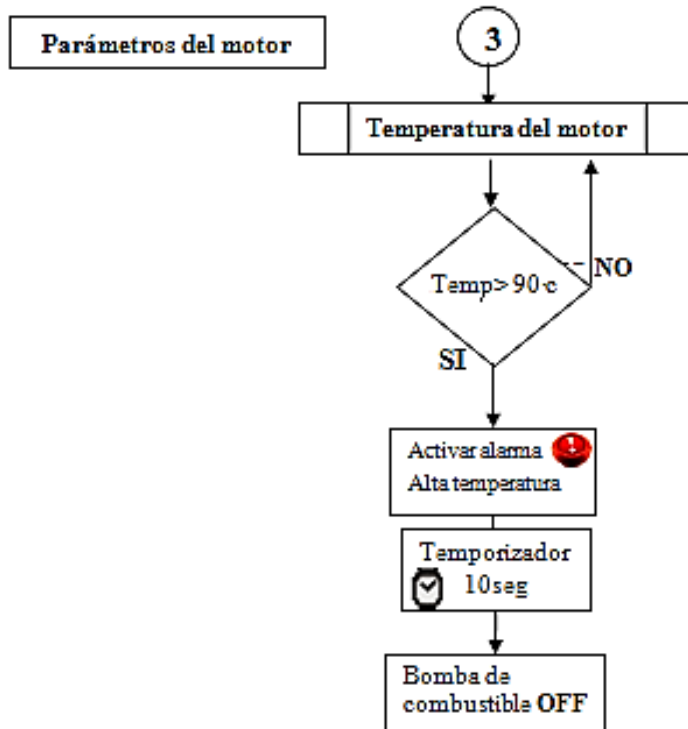


Flujo grama #3. Parámetros del motor (parte 1)

Una de los cosas por lo que se quema con mayor frecuencia un grupo electrógeno es por recalentamiento o demasiada temperatura del motor, es por eso que tenemos un nivel óptimo de funcionamiento menor a 90' centígrados si pasa de este valor se pone en riesgo todo el grupo electrógeno.

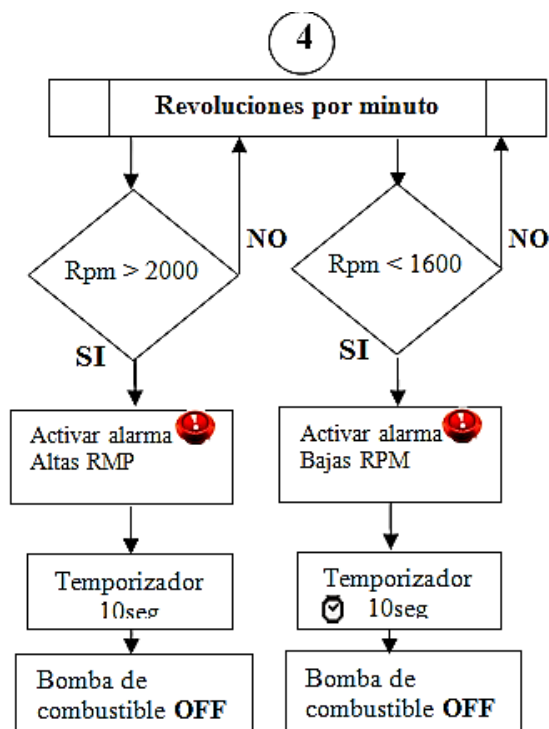
Por lo tanto se programa para que el motor este entre los rangos: menor a 90-c

El dato mínimo se lo tomaría en cuenta para casos en donde el nivel de temperatura sea menor a 0. y en el Ecuador no sucede esto.



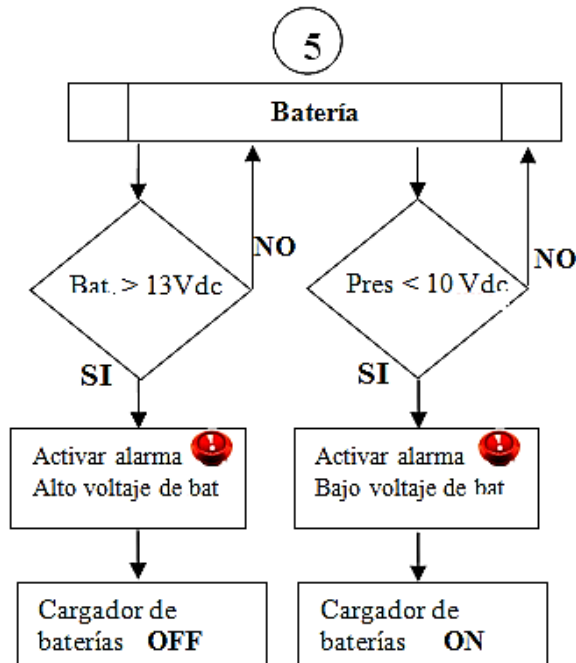
Flujo grama #4. Parámetros del motor (parte 2)

4 que está conectado a la parte donde se monitorean los parámetros del motor, y corresponde a las revoluciones por minuto, si sube de 2000 o baja de 1600 se alarma el grupo electrógeno y se apaga.

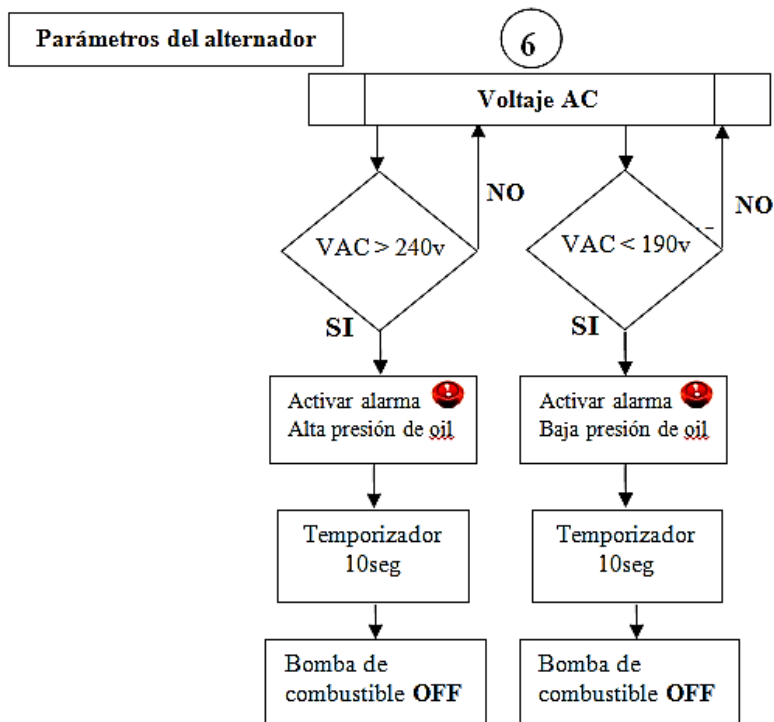


Flujo grama #5. Parámetros del motor (parte 3)

La batería siempre tiene que estar con un nivel de voltaje mayor a 11V ya que al momento del arranque el voltaje cae 2 voltios si esto sucede cuando el voltaje de la batería esta en 10v por ejemplo, el voltaje cae a 8v, el motor de arranque no va a tener la fuerza suficiente para romper la inercia y encender el equipo.

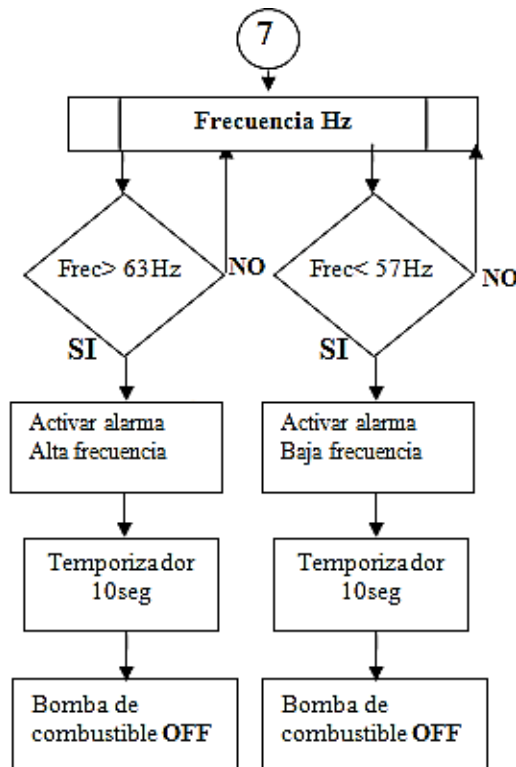


Flujo grama #6. Parámetros del motor (parte 4)



Flujo grama #7. Parámetros del alternador (parte 1)

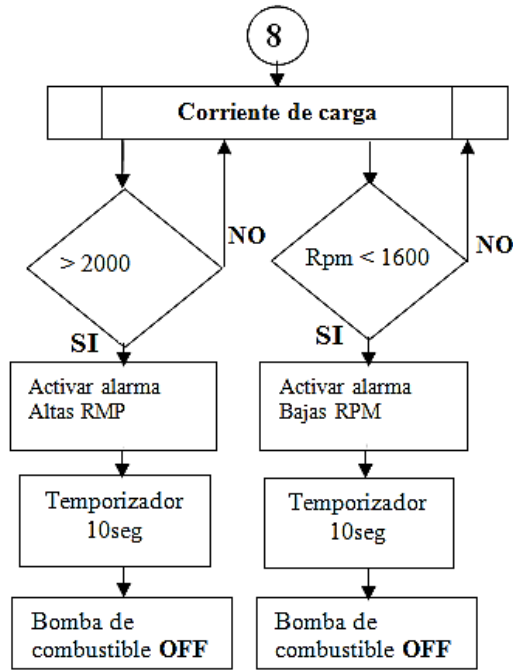
El voltaje que genera el alternador tiene que estar en los valores de 190v y 240v si no el computador envía una señal para apagar el equipo.



Flujo grama #8. Parámetros del alternador (parte 2)

La frecuencia del alternador es directamente proporcional con la velocidad de giro del eje del motor, es por eso que se puede determinar la frecuencia observando las revoluciones por minuto del motor, para que el valor esté entre los valores correctos la frecuencia tiene que permanecer en 60Hz con un rango alto de 63Hz y un bajo de 57Hz caso contrario se activa una alarma y se apaga el motor.

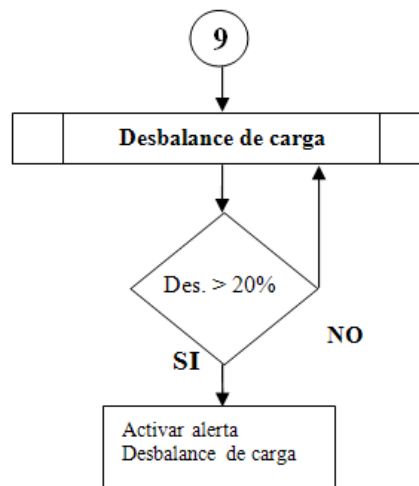
La corriente que genera el alternador no tiene que sobrepasar la corriente a la cual fue diseñado si esto pasa el alternador sufriría un recalentamiento y se podrían quemar las bobinas o los diodos del mismo, los niveles tienen que ser menores a 100amperios que es lo que indica el fabricante.



Flujo grama #9. Parámetros del alternador (parte 3)

Si hay una carga muy alta en una de las fases el voltaje que hay en esa fase es más baja que las demás y por lo tanto existe un esfuerzo alto en una de la bobinas y calentamiento de la misma, si el generador trabaja en estas condiciones la vida útil del alternador es menor.

El desbalance de corriente máximo permitido entre fases es el +10% y el -10%



Flujo grama #10. Parámetros del alternador (parte 4)

2.1 Diseño del diagrama eléctrico adquisición de datos de los parámetros del generador.

En este capítulo se tratara directamente de la parte electrónica del proyecto y para hacer una estructura más organizada la trataremos por partes y estas son:

Sensor de voltaje AC.

Cálculo de frecuencia

Sensor de voltaje DC.

Sensor de temperatura.

Sensor de presión de aceite.

Sensor de corriente.

2.1.1.- Sensor de voltaje AC.

Para obtener la lectura de voltaje que entrega el alternador del grupo electrógeno es necesario reducir el voltaje de 220VAC a un voltaje aceptable para el micro controlador que es de 5VDC, esto lo podemos realizar con un divisor de voltaje, lo conseguimos con resistencias y con un puente rectificador para obtener un voltaje reducido y transformado a corriente continua.

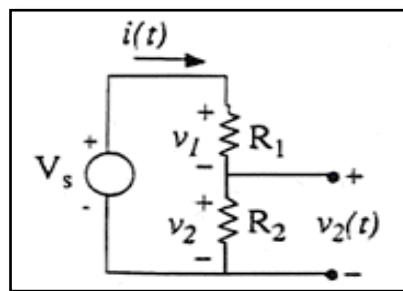
Formula del divisor de voltaje.

Donde:

V_s : voltaje de entrada

R_1 y R_2 : resistencias

V_2 : voltaje de salida



Circuito #1. Divisor de voltaje

$$V_s(t) = v_1(t) + v_2(t) = i(t) \cdot (R_1 + R_2) \Rightarrow i(t) = \frac{V_s(t)}{R_1 + R_2}$$

$$v_2(t) = i(t) \cdot R_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_s(t)$$

$$\frac{v_2(t)}{V_s(t)} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Fórmula #1. Divisor de voltaje

El voltaje $V_s(t)$ se divide entre las resistencias R_1 y R_2 .

$$v_2(t) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_s(t)$$

Fórmula #2. Divisor de Voltaje 2

Datos:

V_s : 120v

R_1 : 163k Ω

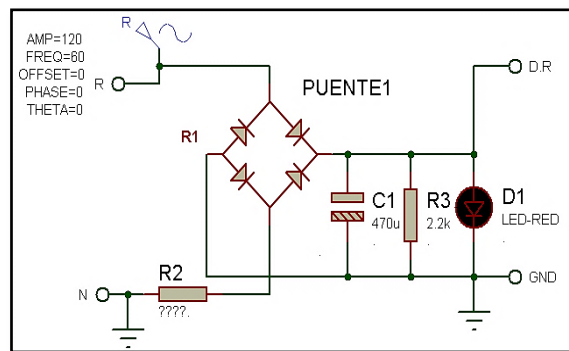
R_2 : ?

I_2 : ?

$V_2 = D.R. = 3.6V$

C_1 : 470uF

R_3 : 2.2k Ω



Circuito #2. Conversor AC - DC

Voltaje que tenemos en la resistencia $R_3 =$

$V_{out} =$ voltaje calculado = 5v

$V_p =$ voltaje de salida del puente = 1.4V

$V_3 = V_{out} - V_p$

$V_3 = 5v - 1.4v$

$V_3 = 3.6v$

Queremos encontrar la corriente que va a circular por el circuito y la resistencia que tiene que estar instalada para reducir el voltaje

$$R_2 = \frac{v^2 \cdot R_1}{V_s - V_2}$$

$$R_2 = \frac{5v \cdot 163000\Omega}{120v - 5v}$$

$$R_2 = 379645\Omega \approx 38k\Omega$$

Resistencia del puente rectificador es: 163k Ω

Calculamos la corriente que va a circular por el divisor para dimensionar la potencia de las resistencias.

$$I(t) = \frac{120v}{163k\Omega + 38k\Omega}$$

$$I(t) = \frac{120v}{201k\Omega}$$

$$I(t) = 0.0597mA$$

$$i(t) = \frac{V_s(t)}{R_1 + R_2}$$

Fórmula #3. Corriente Ley de ohm

Ahora calculamos la potencia del circuito y la potencia que soporta cada resistencia.

$$P1 = V1 * I1$$

$$P1 = 120v * 0.0597mA$$

$$P1 = 7.16mw$$

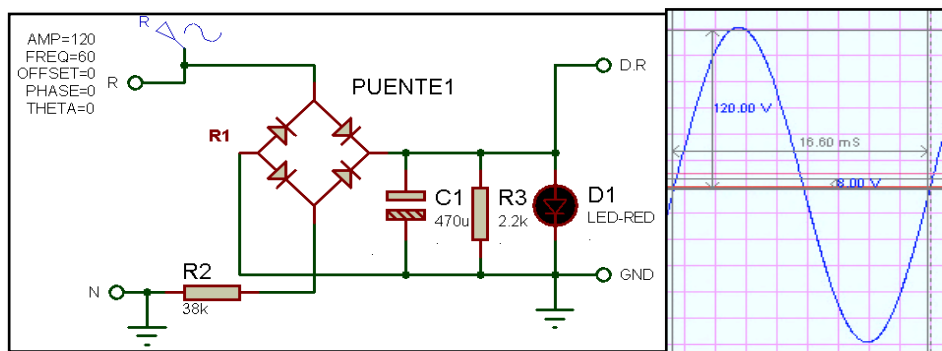
$$P1 = V1 * I1$$

Fórmula #4. Potencia ley de ohm

Circuito terminado con simulación

Diagrama eléctrico de la etapa de sensor de voltaje AC.

En el circuito observamos un condensador de 470uf es únicamente para tener un voltaje estable y la resistencia de 2.2k es para limitar la corriente de carga.



Circuito #3. Conversor AC-DC con simulación

Para la digitalización de esta señal de voltaje este circuito se tiene que aplicar para las tres fases.

Materiales a utilizar para la etapa de sensor de voltaje.

$$R1=R4 = R8 = 38k\Omega \ 1w$$

$$R3=R6 =R9 = 2.2k\Omega \ 1w$$

$$\text{Puentel, 2, 3} = \text{Ac - DC } 3A$$

$$\text{DiodoLed1, 2, 3} = 2.5v \text{ rojo } 25mA$$

$$C1 =C2 =C3 = 470uf \ 16V$$

Puerto conector = 4 pines

Conector tornillo = 3 pines

La señal de voltaje que ya ha sido tratada finalmente ingresa al micro controlador en el pin 37 que es la entrada analógica número 4 (ADC3) tal como se muestra en el circuito #4.

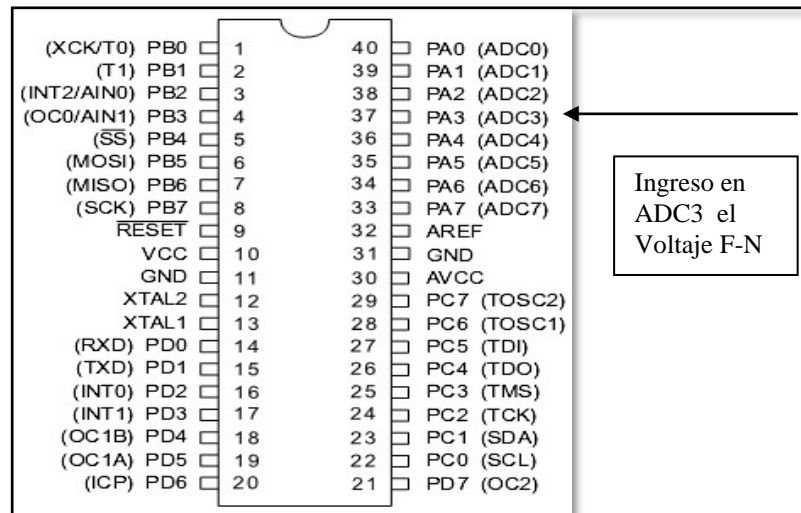


Figura #55. Atmega 32 distribución de pines ingreso del sensor de voltaje ac

Para que el voltaje de entrada sea el mismo en un multímetro como en la lectura del micro se debe realizar el siguiente programa:

Declaracion de variables que se van a utilizar para la conversión.

```
Dim Y4 As Word , Yy4 As Single , Yyy4 As String * 10 , Yw4 As Single , Yww4 As String * 10 ,
Dim Ww4 As Word , Www4 As Word , Wwww4 As Word , Wwww4 As Word , Wwww4 As Word , W4(7) As Word
Dim W14 As Word , W24 As Word
```

Programa en donde se hace las operaciones matemáticas para que el resultado sea el correcto.

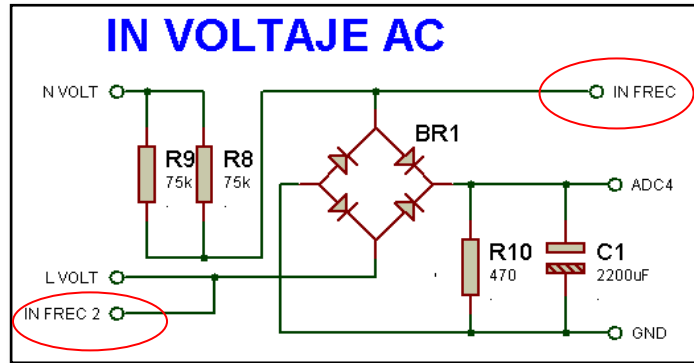
```
-----
***** SALIDA DE DATOS ANALOGOS * VOLTAJE DE ALTERNADOR*
-----
Const K4 = 340 / 1023
Y4 = Getadc(3)
W4(a) = Getadc(3)
Ww4 = W4(1) + W4(2)
Uww4 = W4(3) + W4(4)
Uwww4 = Ww4 + W4(5)
W14 = W4(6) + W4(7)
Uwww4 = Uww4 + Uwww4
W24 = W14 + Uwww4
Uwww4 = W24 / 7
Yy4 = Uwww4 * K4
If Yy4 < 30 Then Yy4 = 0
Yyy4 = Fusing\yy4 , "# "
```

2.1.2.- Sensor de frecuencia AC.

En esta etapa es necesario implementar un circuito llamado CRUCE POR CERO el cual detecta cada cruce por cero que tiene la onda senoidal en un determinado tiempo, se debe tratar el voltaje de corriente alterna para que ingrese a un amplificador operacional y este compare con un voltaje cercano cero es decir, para llegar a obtener pulsos en cada cruce por cero es necesario realizar dos circuitos. El primero de tratamiento de la onda senoidal este circuito reduce el voltaje de 120V a 3.6v. El segundo circuito gracias a un rectificador de onda completa convierte la onda senoidal en semiciclos positivos.

DATOS:

- LVolt: 120v
- R9 = 75 KΩ
- R8 = 75 kΩ
- RV1= ?
- Vcorte= ?
- Vout = 5vdc



Circuito #4. Conversor AC - DC

Calculo de voltaje de entrada máximo al amplificador operacional

$$V_{pico} = V_{out} - V_{puent}$$

$$V_{pico} = 5v - 1.4v$$

$$V_{pico} = 3.6v$$

En realidad se está utilizando el circuito anterior de censado de voltaje, con la diferencia que a la onda senoidal no la vamos a estabilizar con un condensador, ya que es indispensable que la onda cruce por cero y que solo se encuentre con valores positivos, caso contrario el circuito de cruce por cero no tomará los valores correctos y tendrá una salida de voltaje no deseada.

En el circuito # 6 se puede apreciar que ingresa el voltaje de INFREC (círculos de color rojo) este es el voltaje reducido de 120Vac a 5vac, este voltaje pasa por un rectificador de onda completa y llega un voltaje de 3,6v al amplificador operacional por la entrada negativa es decir que se lo tiene conectado como amplificador inversor, mientras que la entrada positiva se la conectó en el voltaje de referencia, finalmente obtenemos un pulso de 5Vdc (voltaje de polarización) el cual ingresará a la entrada D3 del micro controlador.

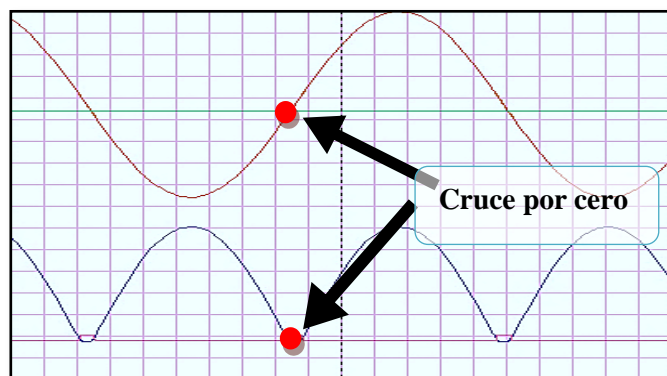
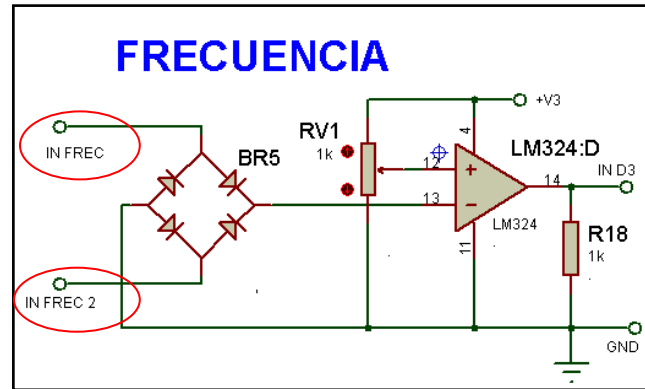


Figura #56. Onda senoidal rectificada



Circuito #5. Rectificador onda completa más detección por cero

El voltaje de referencia puede ser modificado por el potenciómetro, como valor máximo tenemos 5V y como valor mínimo 0V, el valor más óptimo se lo tiene que calcular dependiendo la programación y la rapidez del micro controlador $V_{corte}=?$ si se modifica este valor el valor de la señal de salida del amplificador podría ser muy pequeña o muy grande para que microprocesador tome un el número adecuado de pulsos

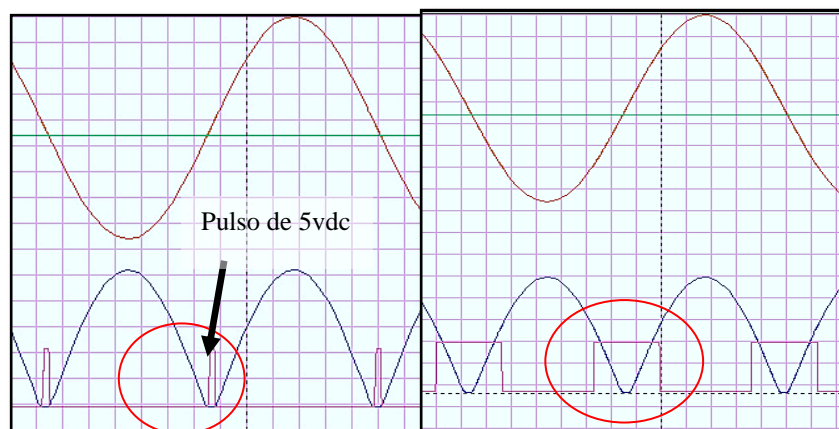


Figura #57. Ancho de pulso de salida del amp. op.

La señal de ingreso es la que se muestra en la figura #56 , el micro controlador va a tener un determinado número de pulsos de 5V en el tiempo que transcurre una onda completa de la frecuencia de 60Hz.

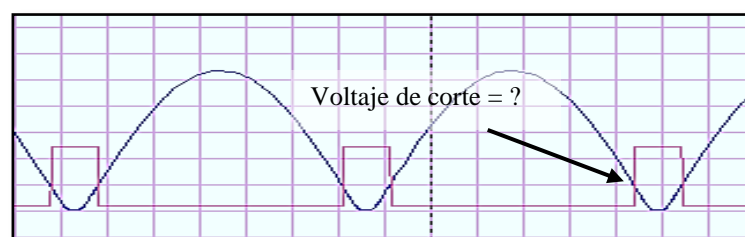


Figura #58. Pulsos de voltaje, salida del amp. op.

Cálculo de periodo de onda en 60Hz

$$F = 1 / T$$

$$T = 1 / 60\text{Hz}$$

$$T = 16.66\text{ms}$$

La mitad de onda seria la mitad del periodo es decir:

$$\text{Semiciclo} = T/2$$

$$\text{Semiciclo} = 16.66\text{ms} / 2$$

$$\text{Semiciclo} = 8.33\text{ms}$$

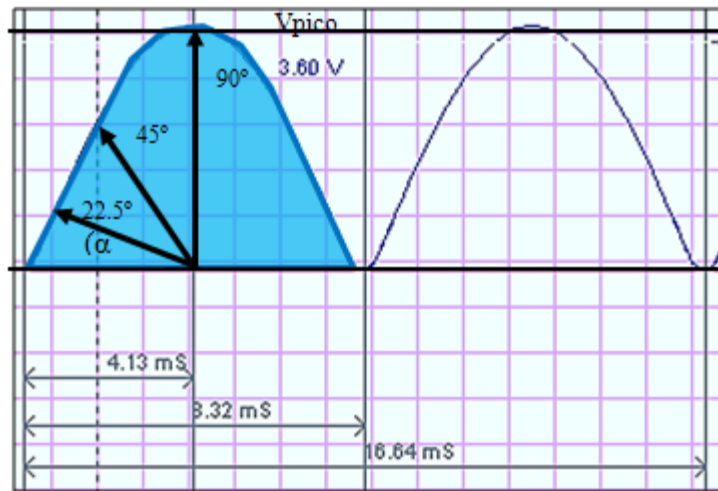


Figura #59. Semiciclos positivos ángulo de corte

Cálculo de voltaje de corte

Podemos tomar la cuarta parte de un semiciclo que se aproximaría a 1ms que es lo suficiente para que el micro controlador detecte este pulso.

$$T = 8.33\text{ms} \text{ --- } 180^\circ$$

$$T/2 = 4.16\text{ms} \text{ --- } 90^\circ$$

$$T/8 = 1.04\text{ms} \text{ --- } 22.5^\circ$$

Ahora es necesario determinar el voltaje de corte en donde se va a activar el amplificador operacional.

$$V_{\text{corte}} = V_{\text{pico}} * \text{Sen}(\alpha)$$

$$V_{\text{corte}} = 3.6\text{v} * \text{Sen}(22.5^\circ)$$

$$V_{\text{corte}} = 3.6\text{v} * 0.383$$

$$V_{\text{corte}} = 1.37\text{vdc}$$

Para encontrar la resistencia que ayudara a obtener el voltaje de corte es necesario realizar la operación matemática con la fórmula de división de voltaje.

El voltaje $V_s(t)$ se divide entre las resistencias R_1 y R_2 .

$$v_2(t) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_s(t)$$

Fórmula #2. Divisor de Voltaje

Datos:

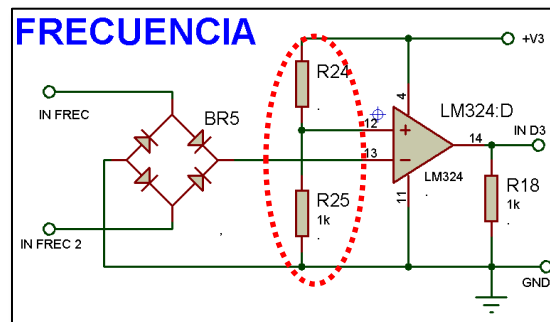
V_s : 5v

R_{25} : 1k Ω

R_{24} : ?

I_2 : ?

$V_{24} = 1.37V$



Circuito #6. Conversor AC – DC con Amp Op

$$R_{24} = (V_{24} * R_{25}) / (V_s - V_{24})$$

$$R_{24} = 1.37v * 1k / 5v - 1.37v$$

$$R_{24} = 1370 / 3.63$$

$$R_{24} = 377\Omega$$

$$R_{24} = 370 \Omega$$

$$I_{24} = V_{24} / R_{24}$$

$$I_{24} = 1.37v / 370$$

$$I_{24} = 3.71 \text{ mA}$$

Recalculando el voltaje de salida

$$V_{24} = (R_{24} / R_{25} + R_{24}) * V_s$$

$$V_{24} = (370 / 1K + 370) * 5$$

$$V_{24} = (370 / 1370) * 5v$$

$$V_{24} = 1.36V$$

El tiempo del pulso va ser 1.04ms del primer semiciclo y 1.04ms del segundo semiciclo es decir el tiempo total del pulso de salida del amplificador operaciones va ser de 2.08ms y la onda completa tendrá 4,16ms

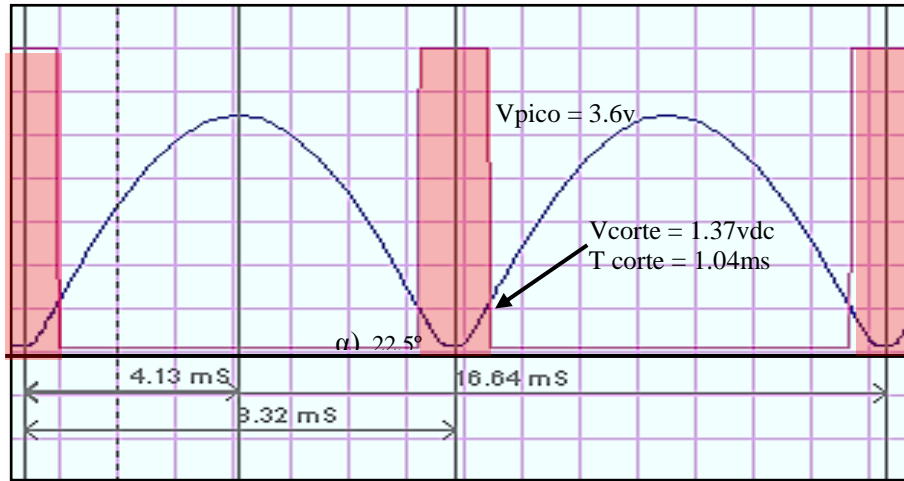


Figura #60. Voltaje de corte en la onda rectificada

Es importante determinar cuánto tiempo el pulso va a durar con respecto a la onda senoidal ya que el programa realizará un cálculo con una variante que se incrementa cada 10useg y como límite tendremos 2 pulsos los mismos que representan la onda senoidal completa, después de varias operaciones se obtendrá la frecuencia real de la onda senoidal completa.

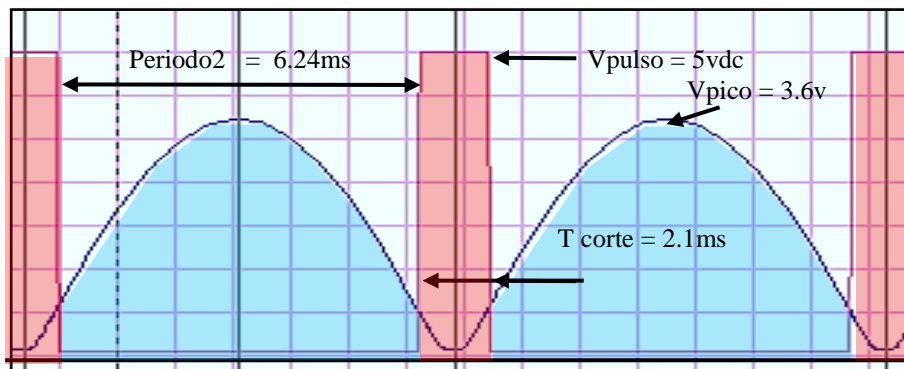


Figura #61. Pulsos dentro de una onda rectificada

En el programa se ha calculado el tiempo de Ciclo de máquina (CM) que es el tiempo que el micro controlador se tarda en realizar una orden.

Datos:

Cristal = 8Mhz

Registro de estado = 8 = RE

CM = Ciclo de maquina = ?

Periodo = 1 / F

Periodo = 1 / 8Mhz

Periodo = 0.125us

CM = Periodo * 2RE

CM = 0.125us * 2(8)

CM = 2us

Programa para calcular la frecuencia.

La mejor forma de determinar la frecuencia es realizar un lazo FOR el mismo que contabilizará cada 10us una variante hasta completar 1666 si es el caso de 60hz, pero como tenemos el tiempo de pulso del A.O. (amplificador operacional) debemos determinar exactamente cuánto tiempo va a retardar las cuentas este lazo FOR, entonces tenemos:

Datos:

Ftotal = 60hz

Ttotal = 16.66ms

1/16Ttotal = 1.04ms

Npulsos = 4

Tiempo de pulsos = 1/16Ttotal * Npulsos

Tiempo de pulsos = 1.04ms * 4

Tiempo de pulsos = 4.16ms

Tiempo de pulsos = 4160us

Este tiempo se lo ha calculado en micro segundos ya que en el u.C. (micro controlador) se contará una variable cada 10us es decir en el tiempo de pulsos debería la variable tener 416 cuentas, como es lógico el parte que en realidad el u.C. realiza las cuentas es en el tiempo restante al ya calculado, es decir al tiempo total de la onda senoidal menos el tiempo de pulsos

Periodo onda senoidal = 16.66ms

Periodo onda senoidal = 16660us

Tiempo de cuenta = Periodo onda senoidal - Tiempo de pulsos

Tiempo de cuenta = 16660us – 4160us

Tiempo de cuenta = 12500

En este tiempo de cuenta como el programa se demora 10us en aumentar en uno la variable al final del periodo la variable debería ser 1250

Se ingresa este cálculo ya que el grupo electrógeno puede variar solo el voltaje y mantenerse la frecuencia, ingresando el valor de voltaje al programa y realizando los cálculos ya vistos se obtendrá más precisión al momento de obtener la lectura de la frecuencia.

En el programa se coloca una espera de 4us esto se debe a que dentro de este lazo FOR el micro controlador debe realizar 3 operaciones y esto le demorará 3 ciclos de máquina que transformados a tiempo real será 3 por 2us como resultado tenemos 6us.

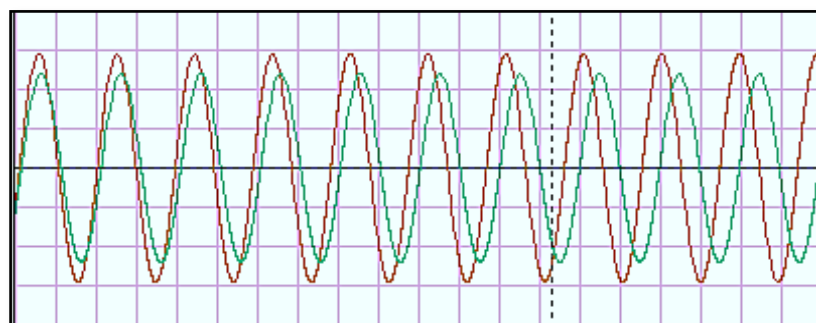


Figura #62. Desfase de frecuencias C=61.5Hz y V=60Hz

A continuación se presenta una tabla el cálculo de periodos desde 55hz hasta 65hz

FREC	PERIODO ms	P * 1000	FREC	PERIODO ms	P * 1000	FREC	PERIODO ms	P * 1000
55	18,182	1818,18	59	16,949	1694,92	63	15,873	1587,30
55,2	18,116	1811,59	59,2	16,892	1689,19	63,2	15,823	1582,28
55,4	18,051	1805,05	59,4	16,835	1683,50	63,4	15,773	1577,29
55,6	17,986	1798,56	59,6	16,779	1677,85	63,6	15,723	1572,33
55,8	17,921	1792,11	59,8	16,722	1672,24	63,8	15,674	1567,40
56	17,857	1785,71	60	16,667	1666,67	64	15,625	1562,50
56,2	17,794	1779,36	60,2	16,611	1661,13	64,2	15,576	1557,63
56,4	17,730	1773,05	60,4	16,556	1655,63	64,4	15,528	1552,80
56,6	17,668	1766,78	60,6	16,502	1650,17	64,6	15,480	1547,99
56,8	17,606	1760,56	60,8	16,447	1644,74	64,8	15,432	1543,21
57	17,544	1754,39	61	16,393	1639,34	65	15,385	1538,46
57,2	17,483	1748,25	61,2	16,340	1633,99			
57,4	17,422	1742,16	61,4	16,287	1628,66			
57,6	17,361	1736,11	61,6	16,234	1623,38			
57,8	17,301	1730,10	61,8	16,181	1618,12			
58	17,241	1724,14	62	16,129	1612,90			
58,2	17,182	1718,21	62,2	16,077	1607,72			
58,4	17,123	1712,33	62,4	16,026	1602,56			
58,6	17,065	1706,48	62,6	15,974	1597,44			
58,8	17,007	1700,68	62,8	15,924	1592,36			

Tabla #3. Cálculo de periodos desde 55Hz hasta 65Hz

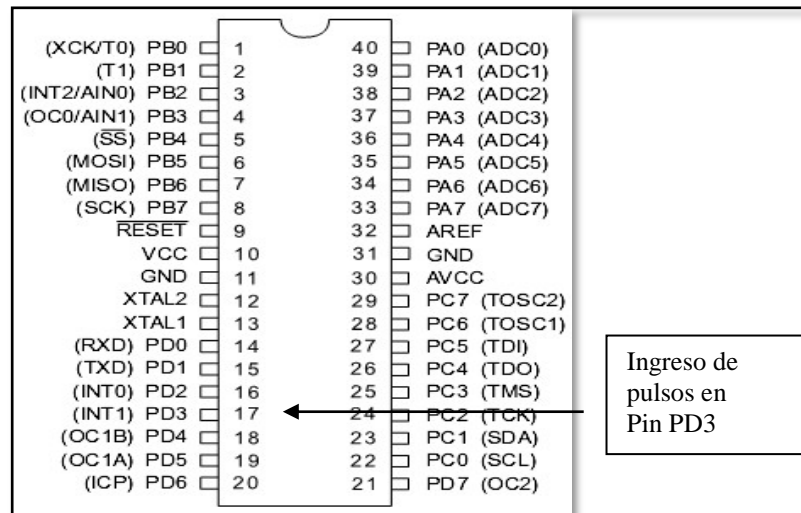


Figura #63. Atmega 32 distribución de pines, ingreso de frecuencia

Materiales para implementar el circuito de censado de frecuencia.

LM324 amplificador operacional

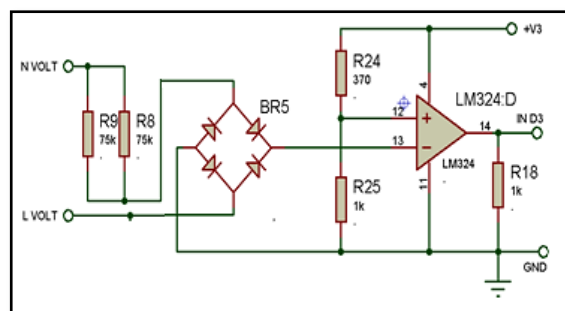
R25 = 1kΩ

R24 = 370Ω

BR5= Punte de diodos 1A

R9 = R8 = 75K Ω = ya instalados

Circuito terminado para el censado de frecuencia.



Circuito #7. Circuito cruce por cero terminado

Para que la frecuencia calculada sea la misma que la medida en el multímetro se debe realizar el siguiente programa:

Declaración de variables que se van a utilizar para la conversión.

```
'Calculo De Frecuencia
Dim Lazopulso As Word , Contpulsos As Word , Frec As Single , Vyfrec As Single
Dim Fvolt As Single , Flvolt As Single , F2volt As Single , F3volt As Single , F4volt As Single
Dim F5volt As Single , F6volt As Single , Tpulso As Single
Dim Vyf4 As Single , Vyyf4 As String * 10
```


Programa en donde se hace las operaciones matemáticas para que el resultado final sea el correcto.

```

-----
*****                                CALCULO DE FRECUENCIA
-----
If Pin_pulso = 1 Then
  Bitwait In2 , Reset
  For Lazopulso = 0 To 2000
    Lazopulso = Lazopulso + 1
    Waitus 4
    If Pin_pulso = 1 Then
      Contpulsos = Contpulsos + 1
      Bitwait Pin_pulso , Reset
    End If
  If Contpulsos => 2 Then Lazopulso = 2000
  Next Lazopulso

'Frecuencia en funcion de voltaje
Fvolt = Vy4 / 24
F1volt = Fvolt * 0.383
F2volt = 1.37 / F1volt
F3volt = 1 - F2volt
F4volt = 1 + F3volt
F5volt = F4volt * 1.04
F6volt = F5volt * 4
Tpulso = 100 * F6volt
Lazopulso = Lazopulso + Tpulso
Frec = Lazopulso / 100
Vyfrec = 1 / Frec
End If

```

2.1.3.- Sensor de voltaje DC.

Es necesario tener la lectura del voltaje de la batería ya que si esta presenta un voltaje inferior al necesario puede ser perjudicial para el sistema eléctrico del módulo y para el motor, con la lectura de este voltaje se puede programar una alarma la cual impida prender el generador si el voltaje de batería es menor a 10V, se puede monitorear si el alternador de corriente continua funciona o no.

Para esto es necesario implementar un divisor de voltaje con las resistencias que se obtienen de los siguientes cálculos.

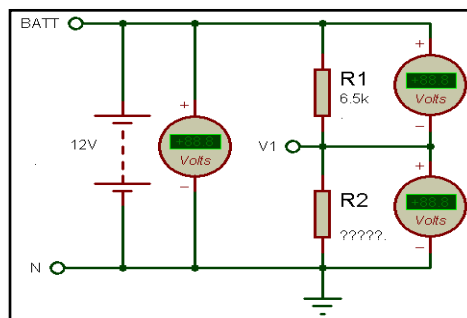
Datos:

VBatt: 12Vdc

V1 = 3v voltaje de salida

R1 = 6500 KΩ

R2=?



Circuito #8. Divisor de voltaje sensor de voltaje

El voltaje $V_s(t)$ se divide entre las resistencias R1 y R2.

$$v_2(t) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_s(t)$$

Fórmula #2. Voltaje ley de ohm

$$R2 = \frac{v2 * R1}{Vs - V2}$$

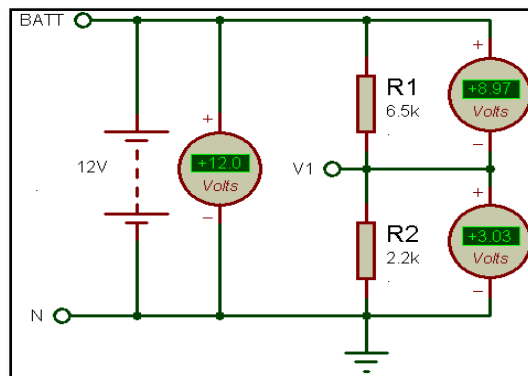
$$R2 = \frac{3v * 6500\Omega}{12v - 3v}$$

$$R2 = 2166.6\Omega \approx 2.2k\Omega$$

$$V1 = V_{batt} - V2$$

$$V1 = 12v - 3v$$

$$V1 = 9v$$



Circuito #9. Divisor de voltaje sensor de voltaje con datos

El motivo de escoger el voltaje de 3VDC a la salida del divisor de voltaje es porque al estar encendido el generador el alternador alimenta a la batería con 2v es decir que el mayor voltaje que alimentará el módulo electrónico es de 14v.

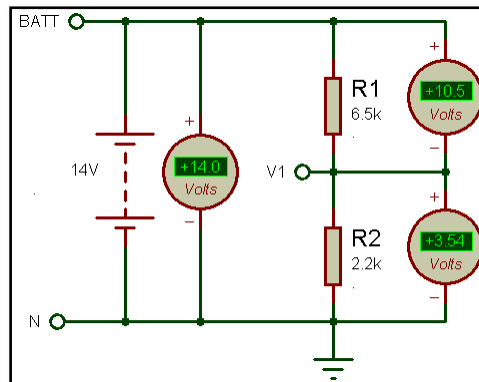
Calculando el voltaje de salida con las resistencias obtenidas anteriormente tenemos:

Según la formula #2

$$V2 = \frac{R2 * V_{batt}}{R1 + R2}$$

$$V2 = \frac{2.2k\Omega * 14v}{6.5k\Omega + 2.2k\Omega}$$

$$V2 = 3.54v$$



Circuito #10. Divisor de voltaje sensor de voltaje simulación

Calculamos la corriente que va a circular por el divisor para dimensionar la potencia de las resistencias.

Según la formula #3

$$I(t) = \frac{12v}{6.5k\Omega + 2.2k\Omega}$$

$$I(t) = 1.379mA$$

Ahora calculamos la potencia del circuito y la potencia que soporta cada resistencia.

$$P1 = V1 * I1$$

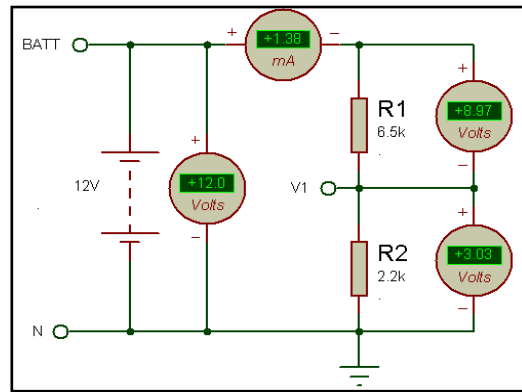
$$P1 = 9v * 1.379mA$$

$$P1 = 12.4mw \approx \frac{1}{4} w$$

$$P2 = V2 * I2$$

$$P2 = 3v * 1.379mA$$

$$P2 = 4.13mw \approx \frac{1}{4} w$$



Circuito #11. Divisor de voltaje con amperímetro

Materiales a utilizar para la etapa de sensor de voltaje.

- R1 = 6.5kΩ 1/4w
- R2 = 2.2kΩ 1/4w
- C1 = 10uF 16v

La señal de voltaje que ya ha sido tratada finalmente ingresa al micro controlador en el pin 40 que es la entrada análoga número 1 (ADC0) tal como se muestra en la figura de abajo.

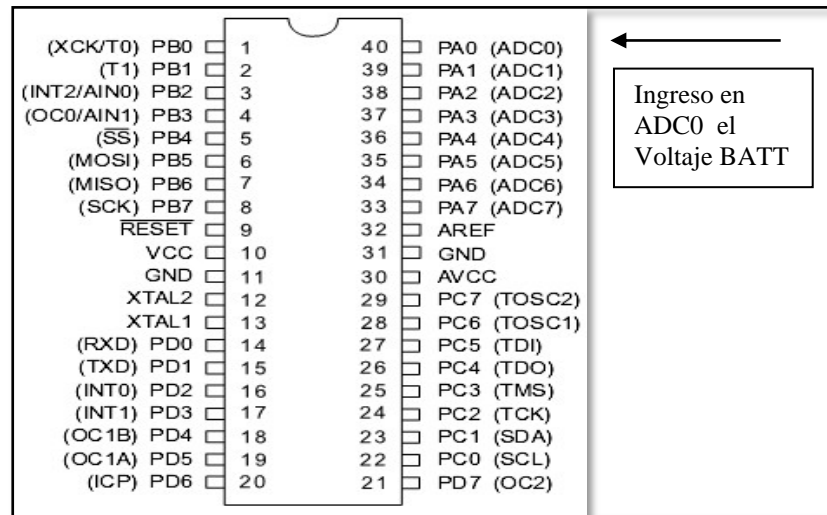


Figura #64. Atmega 32 distribución de pines ingreso del sensor de voltaje dc

Para que el voltaje de entrada sea el mismo en un multímetro como en la lectura del micro se debe realizar el siguiente programa:

Declaración de variables que se van a utilizar para la conversión.

```
Dim Y1 As Word , Yy1 As Single , Yyy1 As String * 10
Dim Ww1 As Word , Www1 As Word , Wwww1 As Word , Wwww1 As Word , W1(4) As Word
```

Programa en donde se hace las operaciones matemáticas para que el resultado sea el correcto.

```

-----
XXXXXXXXXXXXXXXXX SALIDA DE DATOS ANALOGOS " VOLTAJE DE BATERIA " XXXXX
-----
Const K1 = 17.2 / 1023
Yy1 = Wwww1 * K1
W1(a) = Getadc(0)
Ww1 = W1(1) + W1(2)
Www1 = W1(3) + W1(4)
Wwww1 = Ww1 + Www1
Wwww1 = Wwww1 / 4
Yyy1 = Fusing(yy1 , "#.#")
    
```

2.1.4. Sensor de temperatura.

En el generador se encuentra instalado un termistor el cual es un instrumento de medida que posee una resistencia cuyo valor varía en función de la temperatura, este es del tipo NTC (Coeficiente de Temperatura Negativo), que es una resistencia variable cuyo valor decrementa a medida que sube la temperatura.

Para saber cuál es la medida exacta de temperatura fue necesario realizar varias mediciones de la resistencia interna del mismo al cambio de temperatura y esto es lo que se obtuvo.

RESISTENCIA	TEMP
1010	15
600	23
335	40
222	49
160	55
130	60
108	66
90	74
82	76
78	77
72	78
60	80
50	85
47	88

Tabla #4. Datos de la curva característica del termistor

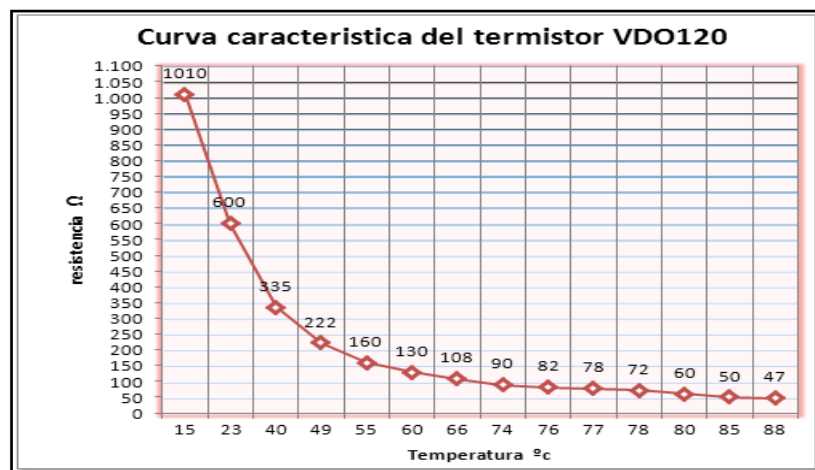


Figura #65. Curva característica del termistor

La figura# 65 muestra la curva característica del termistor instalado en el generador, este termistor es soporta hasta 120°C y un voltaje máximo de 24v

Se puede observar claramente que al cambio de temperatura no hay una respuesta lineal de la resistencia; para la programación del micro controlador se podría realizar una tabla con todos los valores menores a 100°C, o la otra opción es trazar sobre esta curva varias rectas las cuales pasen por cada punto, teniendo como resultado varias ecuaciones lineales.

RESISTENCIA	TEMP
335	40
222	49
160	55
130	60
108	66
90	74
82	76
78	77
72	78
70	80
66	85
62	88

Tabla #5. Datos principales de la curva característica del termistor

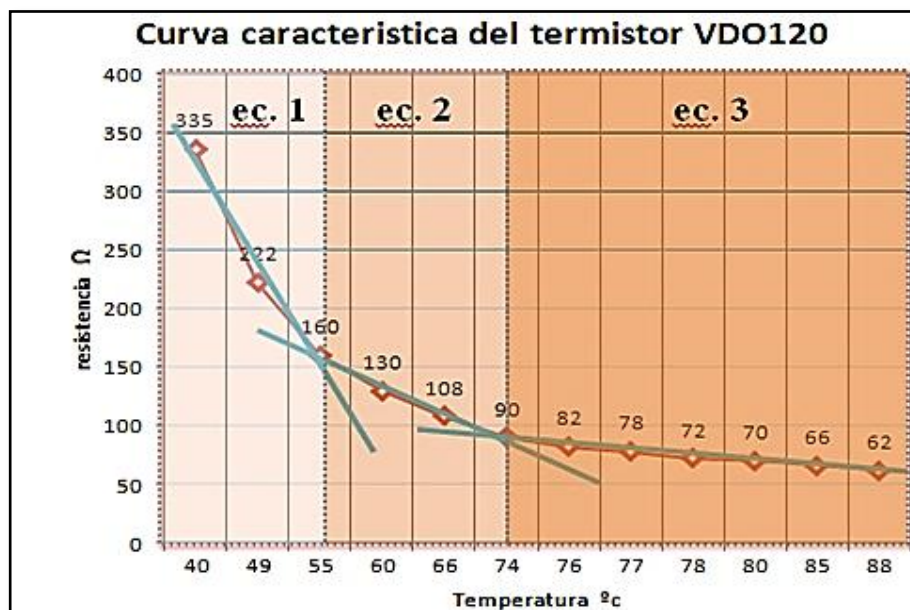


Figura #66. Curva característica del termistor modificada

Se trazan tres ecuaciones y conseguimos obtener una respuesta lineal y fácil de programar en el micro, para ingresar tal respuesta se tiene que analizar cada una de estas rectas teniendo tres ecuaciones con límites y pendientes diferentes.

Análisis de la primera ecuación.

$$\text{Limx: } 40 > x < 55$$

$$\text{Limy: } 160 > y < 335$$

$$P1 = (x1; y1)$$

$$P1 = (40; 335)$$

$$P2 = (x2; y2)$$

$$P2 = (55; 160)$$

$$m = ?$$

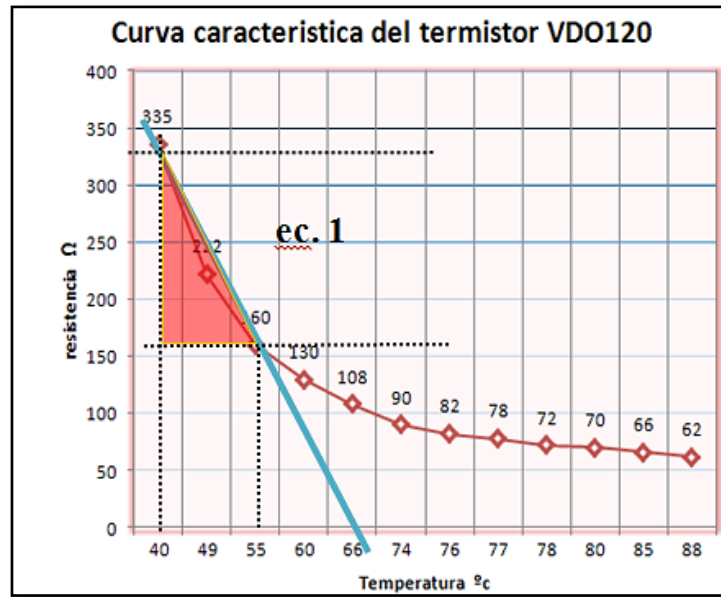


Figura #67. Curva característica del termistor ec.1.

$$m = \frac{(y2 - y1)}{(x2 - x1)}$$

Fórmula #5. Ec de la pendiente

Encontrando la ecuación número 1:

$$m = \frac{160 - 335}{55 - 40}$$

$$m = -\frac{35}{3}$$

Reemplazando m y P1 en ec de la pendiente.

$$(y2 - y1) = m(x2 - x1)$$

$$Y - 335 = -\frac{35}{3}(x - 40)$$

$$y = -\frac{35}{3}x + \frac{1400}{3} + 335$$

$$y = -\frac{35}{3}x + \frac{2405}{3}$$

$$y = -11.67x + 801.67 \quad \leftarrow \text{ ec. 1}$$

$$x = (y - 801.66) / -11.66 \quad \leftarrow \text{ ec. 11}$$

Comprobación

Si $X = 55$

Reemplazamos $X = 55$ en ec.1

$$y = -11.67 (55) + 801,67$$

$$y = 160.01$$

Análisis de la segunda ecuación.

$$\text{Limx: } 55 > x < 74$$

$$\text{Limy: } 90 > y < 160$$

$$P1 = (x1; y1)$$

$$P1 = (55; 160)$$

$$P2 = (x2; y2)$$

$$P2 = (74; 90)$$

$$m = ?$$

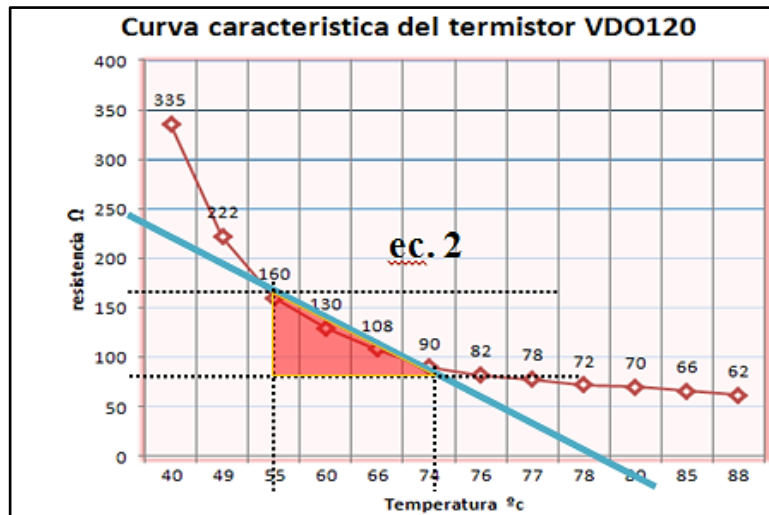


Figura #68. Curva característica del termistor ec2.

Encontrando la ecuación número 2:

$$m = \frac{90 - 160}{74 - 55}$$

$$m = -\frac{70}{19} = -3.68$$

Reemplazando m y P1 en ec de la pendiente.

$$(Y2 - y1) = m(x2 - x1)$$

$$Y - 160 = -\frac{70}{19}(x - 55)$$

$$y = -\frac{70}{19}x + \frac{3960}{19} + 160$$

$$y = -\frac{70}{19}x + \frac{7000}{19}$$

$$y = -3.68x + 362.63 \quad \leftarrow \text{ ec. 2}$$

$$x = (y - 362.63) / -3.68 \quad \leftarrow \text{ ec. 22}$$

Comprobación

Si $X = 74$

Reemplazamos $X = 74$ en ec.1

$$y = -3.68 (74) + 362.63$$

$$y = 89.99$$

Análisis de la tercera ecuación.

$$\text{Limx} : 74 > x < 88$$

$$\text{Limy} : 90 > y < 160$$

$$P1 = (x1; y1)$$

$$P1 = (74; 90)$$

$$P2 = (x2; y2)$$

$$P2 = (88; 62)$$

$$m = ?$$

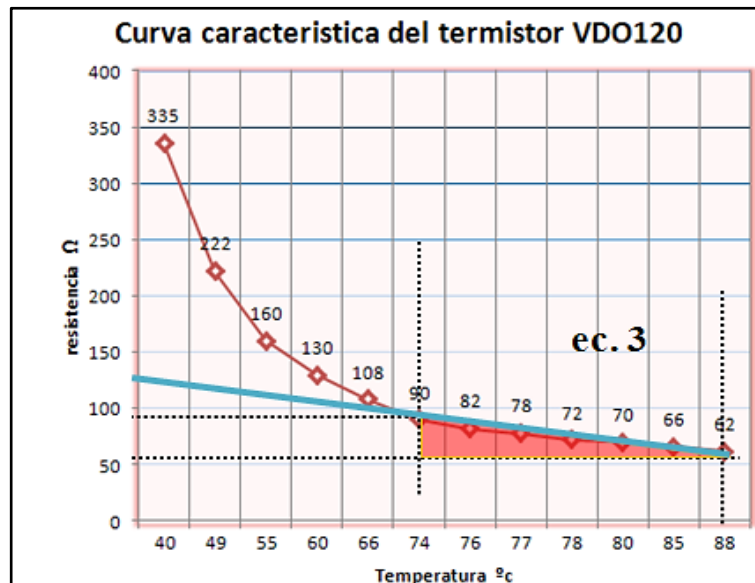


Figura #69 Curva característica del termistor ec3.

Encontrando la ecuación número 3:

$$m = \frac{62 - 90}{88 - 74}$$

$$m = -2$$

Reemplazando m y P1 en ec de la pendiente.

$$(Y2 - y1) = m(x2 - x1)$$

$$Y - 90 = -2(x - 74)$$

$$y = -2x + 148 + 90$$

$$y = -2x + 238 \quad \leftarrow \text{ec. 3}$$

$$x = (y - 238) / -2 \quad \leftarrow \text{ec. 33}$$

Comprobación

$$\text{Si } X = 88$$

Reemplazamos X = 88 en ec.3

$$y = -2(88) + 238$$

$$y = 62$$

Por lo tanto tenemos una respuesta lineal conformada por tres ecuaciones.

$$F(x) = R_term \Rightarrow \{ [ec1(-11.67x+801,67)]U[ec2(-3.68x+362.63)]U[ec3(-2x+238)] \}$$

$$F(y) = R_term \Rightarrow \{ [ec11(y-801,67/-11.67)]U[ec22(y-362.63/-3.68)]U[ec33(y-238/-2)] \}$$

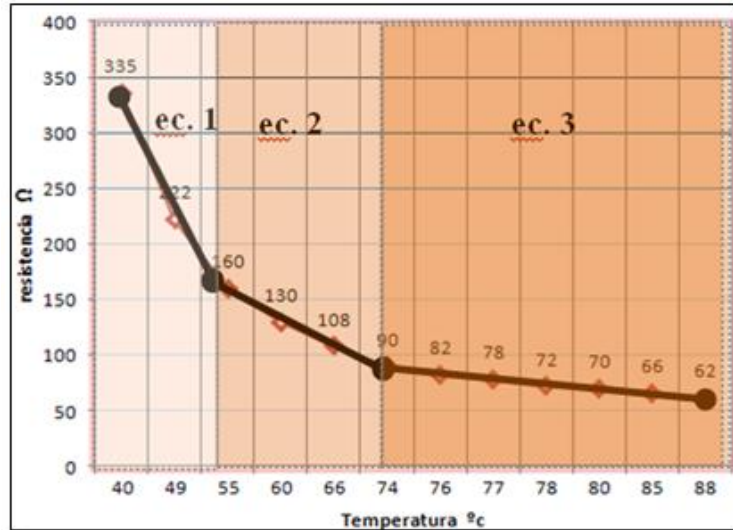


Figura #70. Curva lineal del termistor.

La unión de ecuaciones que se utilizará para la programación en el micro es en F(y) ya que la variación la tenemos en la resistencia del termistor, se debe hacer una transformación de resistencia a voltaje de entrada al micro teniendo en cuenta que la fuente es igual a 5.1V

Datos:

$$R1 = 104\Omega$$

$$R_termistor = 62\Omega - 335\Omega$$

$$Vsource = 5,1v$$

$$RT = R1 + R_termistor$$

$$RT = 104\Omega + 62\Omega$$

$$RT = 166\Omega$$

$$IT = Vsource / RT$$

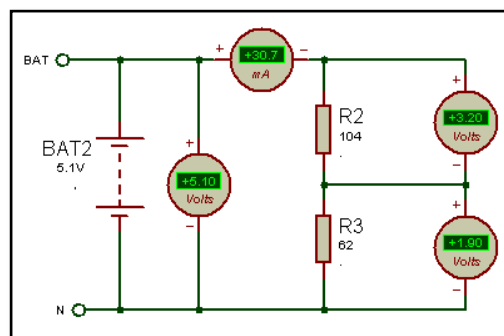
$$IT = 5,1 / 166$$

$$IT = 30.72A$$

$$P1 = V1 * I1$$

$$P1 = 5.1v * 30.72mA$$

$$P1 = 156.8mw \approx 1/4 w$$



Circuito#12. Divisor de voltaje con amperímetro con pot= 62Ω

Para el segundo caso teniendo en cuenta que la Resistencia del termistor se encuentra en 335 Ω es decir el motor fría con menos de 20-c.

$$R_T = R_1 + R_{\text{termistor}}$$

$$R_T = 104\Omega + 335\Omega$$

$$R_T = 439\Omega$$

$$I_T = V_{\text{source}} / R_T$$

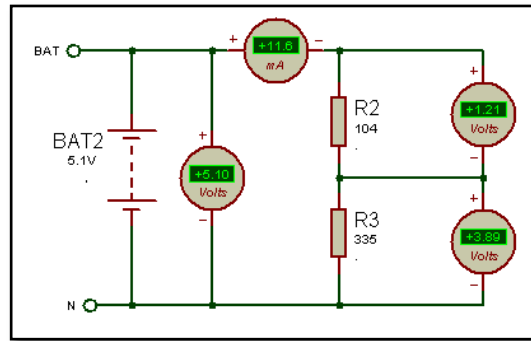
$$I_T = 5,1 / 439$$

$$I_T = 11.61\text{mA}$$

$$P_1 = V_1 * I_1$$

$$P_1 = 5.1\text{v} * 11.61\text{mA}$$

$$P_1 = 59.24\text{mw} \approx 1/8 \text{ w}$$



Circuito#13. Divisor de voltaje con amperímetro con pot= 335Ω

Utilizando la ecuación de la división de voltaje se puede obtener el siguiente cuadro.

R THERM	R1	RTOTAL	VS	V DATO	DATO	V DATO	R THER
1000	104	1104	5,1	4,620	926,630	4,620	1000
160	104	264	5,1	3,091	632,400	3,091	160
88	104	192	5,1	2,338	478,253	2,338	88
62	104	166	5,1	1,905	389,726	1,905	62

Tabla #6. Resultados de los cálculos para el censado de temperatura

Para que la temperatura que muestra el multímetro sea la misma a la lectura del micro se debe realizar el siguiente programa:

Declaracion de variables que se van a utilizar para la conversión.

```
Dim Y3 As Word , Yy3 As Single , Yyy3 As String * 10 , Yw3 As Single
Dim Ww3 As Word , Ww3 As Word , Wwww3 As Word , Wwww3 As Word , W3(4) As Word
Dim R11 As Single , R12 As Single , R13 As Single , R14 As Single , R_term As Single
Dim Ec11 As Single , Ec12 As Single , Ec13 As Single , Yyyy3 As String * 10
```

Programa en donde se hace las operaciones matemáticas para que el resultado sea el correcto.

```
***** SALIDA DE DATOS ANALOGOS " TEMPERATURA DEL MOTOR"
W3(a) = Getadc(2)
Ww3 = W3(1) + W3(2)
Www3 = W3(3) + W3(4)
Wwww3 = Ww3 + Www3
Wwww3 = Wwww3 / 4
R11 = Wwww3 * 5.1
R12 = R11 / 1023
R13 = R12 * 104
R14 = 5.1 - R12
R_term = R13 / R14

If R_term > 800 Then Ec13 = 0
If R_term > 160 And R_term < 700 Then
Ec11 = R_term - 801.66
Ec12 = Ec11 / 11.66
Ec13 = -1 * Ec12
End If
```

```

If R_term > 90 And R_term <= 160 Then
Ec11 = R_term - 362.63
Ec12 = Ec11 / 3.68
Ec13 = -1 * Ec12
End If
If R_term > 40 And R_term <= 90 Then
Ec11 = R_term - 238
Ec12 = Ec11 / 2
Ec13 = -1 * Ec12
End If

If R_term <= 40 Then Ec13 = 100

Yyy3 = Fusing(ec13 , "#.&")
Yyyy3 = Fusing(r_term , "#.&")
    
```

Materiales a utilizar para la etapa de sensor de temperatura.

R1 = 104Ω 1/4w

C1 = 10uF 16v

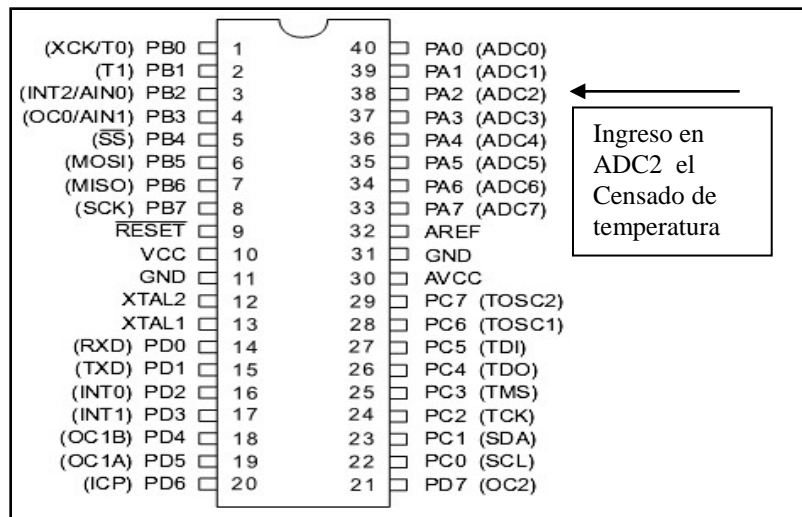


Figura #71. Atmega 32 distribución de pines ingreso del sensor de temperatura

2.1.5. Sensor de presión de aceite.

Uno de los parámetros más importantes a medir en un motor es la presión de aceite el instrumento que realiza este trabajo es el trompo de aceite el mismo que al tener una presión sobre una membrana esta cambia de resistencia teniendo como resultado una respuesta directamente proporcional a la presión que ingresa.

Esta respuesta es lineal y se la puede programar en el micro controlador con una simple ecuación, la curva característica del sensor de presión de aceite es la siguiente:

R_ACEITE	PRESIÓN
12	0
66	3
118	6

Tabla #7. Datos de la curva característica del sensor de aceite

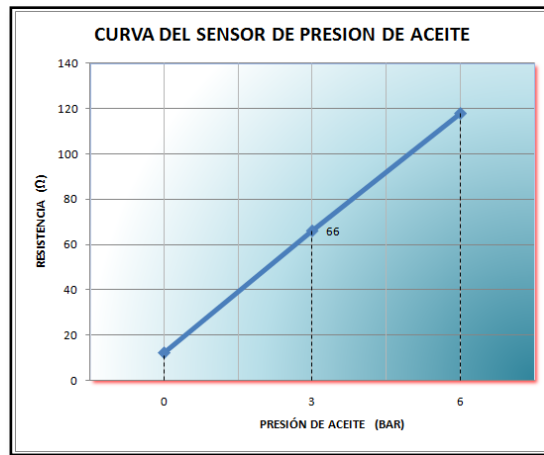


Figura #72. Curva característica del sensor de presión

Ahora se calcula la pendiente para que la respuesta sea la real.

Análisis de la gráfica.

Limx : $0 < x < 6$

Limy : $12 > y < 118$

P1 = (x1;y1)

P1 = (0;12)

P2 = (x2;y2)

P2 = (6;118)

m = ?

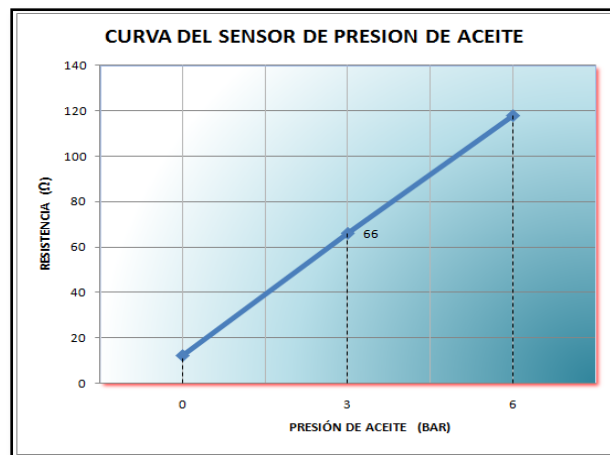


Figura #73. Curva característica del sensor de presión ec1

Encontrando la ecuación número 1:

$$m = \frac{118 - 10}{6 - 0}$$

m = 18

Reemplazando m y P1 en ec de la pendiente.

$(y_2 - y_1) = m(x_2 - x_1)$

$y - 10 = 18(x - 0)$

$y = 18x + 10$

← ec_oil. 1

$x = (y - 10) / 18$

← ec_oil. 11

Comprobación

Si $y = 118$

Reemplazamos $y = 118$ en $ec_oil.11$

$$x = (118 - 10) / 18$$

$$x = 6.001$$

Con la ecuación calculada puede ser ingresada al micro que registrará la información que nos entrega el sensor de presión de aceite, para esto es necesario primero detallar las variables del programa.

```
Dim Y2 As Word , Yy2 As Single , Yyy2 As String * 10
Dim Ww2 As Word , Www2 As Word , Wwww2 As Word , W2(4) As Word
Dim Ec_oil1 As Single , Ec_oil As Single , Ec_oil2 As Single , Ec_oil3 As Single
Dim Ec_oil4 As Single , Ec_oil5 As Single , R_oil As Single , Yyyy2 As String * 10
```

Se puede programar al micro con las ecuaciones de tal manera que los rangos de resistencia sean los adecuados para la lectura es decir que solo este en el rango menor de 200Ω caso contrario aparezca en la pantalla LCD que el instrumento esta averiado.

```

----- SALIDA DE DATOS ANALOGOS " PRESION DE ACEITE " -----
W2(a) = Getadc(1)
Ww2 = W2(1) + W2(2)
Www2 = W2(3) + W2(4)
Wwww2 = Ww2 + Www2
Wwww2 = Wwww2 / 4
Ec_oil1 = Wwww2 * 5.1
Ec_oil2 = Ec_oil1 / 1023
Ec_oil3 = Ec_oil2 * 101
Ec_oil4 = 5.1 - Ec_oil2
R_oil = Ec_oil3 / Ec_oil4

If R_oil < 200 Then
Ec_oil5 = R_oil - 10
Ec_oil = Ec_oil5 / 18
Else
Ec_oil = 0
End If

If Ec_oil < 0 Then Ec_oil = 0
Yyy2 = Fusing(ec_oil , "#.#")
Yyyy2 = Fusing(r_oil , "#.#")

```

Para obtener la corriente y la potencia que va a circular por el circuito de censado de presión de aceite se toma los siguientes datos y se calcula lo siguiente:

Datos:

$$R1 = 104\Omega$$

$$R_oil = 1000 \Omega - 12 \Omega$$

$$V_{source} = 5,1v$$

$$R_T = R_1 + R_{oil}$$

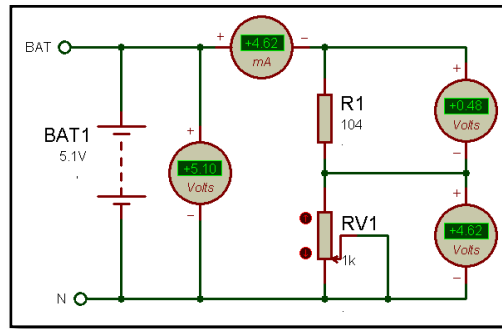
$$R_T = 104\Omega + 1000\Omega$$

$$R_T = 1104\Omega$$

$$I_T = V_{source} / R_T$$

$$I_T = 5,1 / 1104$$

$$I_T = 4,62mA$$



Circuito #14. Divisor de voltaje con amperímetro con pot= 1k Ω

$$P_1 = V_1 * I_1$$

$$P_1 = 5.1v * 4.62mA$$

$$P_1 = 23.56mw \approx 1/8 w$$

Para el segundo caso teniendo en cuenta que la Resistencia del sensor de presión se encuentra en 12Ωes decir el motor apagado completamente.

$$R_T = R_1 + R_{termistor}$$

$$R_T = 104\Omega + 12\Omega$$

$$R_T = 439\Omega$$

$$I_T = V_{source} / R_T$$

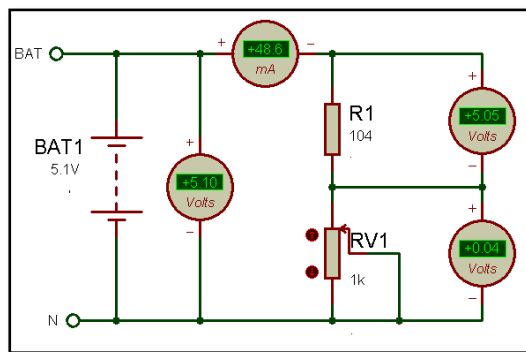
$$I_T = 5,1 / 116$$

$$I_T = 48,62A$$

$$P_1 = V_1 * I_1$$

$$P_1 = 5.1v * 48.62mA$$

$$P_1 = 247.962mw \approx 1/4 w$$



Circuito #15. Divisor de voltaje con amperímetro con pot= 12Ω

La señal de voltaje que ya ha sido tratada finalmente ingresa al micro controlador en el pin 39 que es la entrada analógica número 2 (ADC1) tal como se muestra en la figura de abajo.

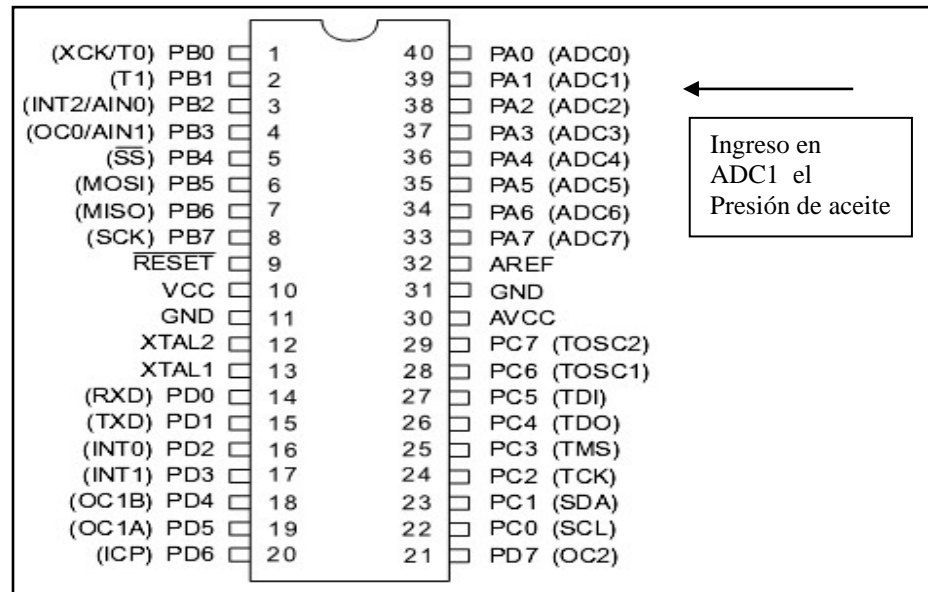


Figura #74. Atmega 32 distribución de pines ingreso del sensor de presión de aceite

Materiales a utilizar para la etapa de sensor de presión de aceite

R1 = 104Ω 1/4w

C1 = 10uF 16v

2.1.6. Sensor de corriente.

El alternador de un grupo electrógeno tiene especificado en la placa a cual potencia debe trabajar, sin duda a un grupo electrógeno no se le debe aplicar sobrecargas continuas, ya que la vida útil del equipo se ve afectada directamente por este mal uso, es por esta razón que necesitamos obtener los parámetros de cuál es la potencia y la corriente que está suministrando el alternador.

Si fuese el caso que la carga del edificio es muy alta para el grupo electrógeno conectado, el sistema de monitoreo envía una alarma para que se apague el generador, para conseguir el parámetro de corriente es necesario implementar un transformador de corriente e instalarlo en las líneas de fuerza o las líneas que salen del alternador y alimentan al edificio, para este caso la corriente nominal del sistema trifásico del edificio se encuentra en:

DATOS:

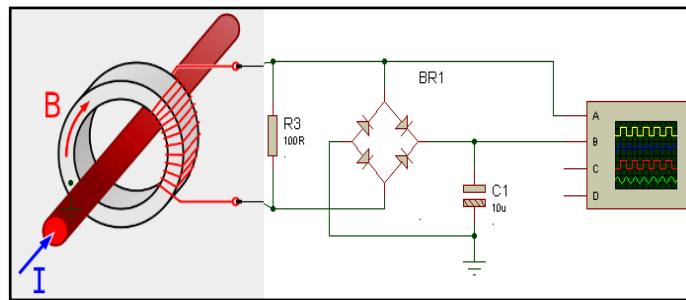
Corriente Trifásica.

- L1: 32A**
- L2: 27A**
- L3: 28A**
- N: 4A**

Estos datos fueron medidos con una pinza amperométrica de 600A FLUKE, con estos valores de corriente se tiene que instalar en cada fase un transformador de corriente con relación 20/1 es decir que si tenemos una corriente de 100A en el primario de transformador en la bobina secundaria del mismo tendremos 5A.

Al instalar los transformadores de corriente no está solucionado el problema ya que si bien es cierto el campo magnético que se produce en las líneas de fuerza produce un voltaje en las bobinas del transformador de corriente, pero el voltaje que nos entrega es de corriente alterna además este voltaje es muy pequeño para poder medirlo con exactitud.

Por lo tanto es indispensable primero convertir este voltaje en corriente continua y posteriormente amplificarlo, para poder medir el valor en una entrada análoga del micro controlador.



Circuito #16. Circuito convertidor de CA aCC.

En el primer paso de convertir la señal de corriente alterna a corriente continua el circuito que obtenemos es el del circuito # 16.

El voltaje que tiene el transformador de corriente es máximo de 1.24vac al convertirlo en corriente continua el valor de voltaje es 1.3vcc.

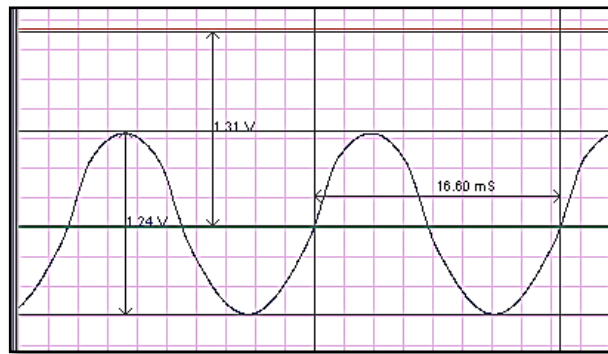


Figura #75. Simulación del circuito conversor de CA aCC en Proteus.

Como la corriente no es constante en el edificio hay varios valores de voltaje entregado por el TC, para la simulación de esta variación de voltaje que sube y baja lo analizaremos como si fuese un voltaje de onda triangular.

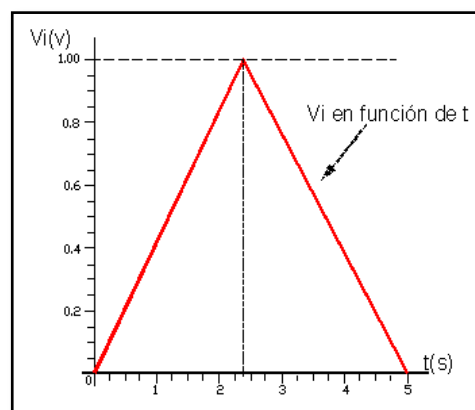


Figura #76. Simulación de la onda de voltaje entregada por el TC con variación de carga

Como se puede observar el voltaje está en función del tiempo, este tiempo se encuentra en segundos la onda de voltaje tiene el pico de voltaje en 2,5 seg.

Para el segundo paso de obtener la medida correcta de la corriente de carga se tiene que implementar un amplificador, esto se lo puede obtener con un amplificador operacional con la configuración no inversa.

Los cálculos que tenemos que realizar son de las resistencias y el valor de voltaje a la salida.

DATOS:

Vin: 1,25v

R1: 10KΩ

R2: ?

Vout: 5v

Desarrollo del problema

$$\text{Ganancia} = V_{out} / V_{in}$$

$$\text{Ganancia} = 5v / 1,25v$$

$$\text{Ganancia} = 4$$

$$\text{Ganancia} = 1 + \frac{R2+R1}{R1}$$

Formula #6. Ganancia del amplificador no inversor

Despejo R2

$$R2 = (4-1) * R1$$

$$R2 = 3 * 10k\Omega$$

$$R2 = 30K\Omega$$

La corriente de carga es de 1mA por lo tanto la resistencia tenemos:

DATOS:

$$I_L = 1mA$$

$$V_L = 5v$$

$$R_L = ?$$

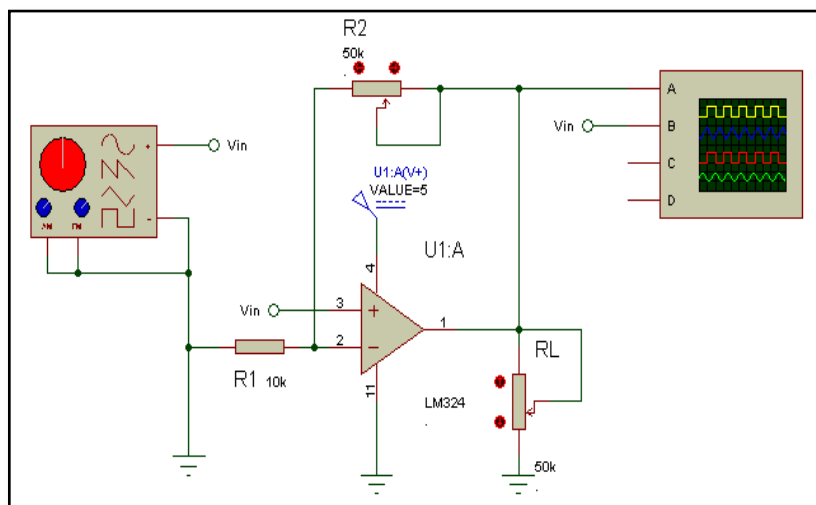
Según la fórmula de la ley de ohm:

$$R_L = V_L / I_L$$

$$R_L = 5 / 1mA$$

$$R_L = 5000$$

El circuito que tenemos finalmente es:



Circuito #17 Circuito amplificador no inversor

Se agrega también la curva de ganancia que es representada por el voltaje de salida en función del voltaje de entrada.

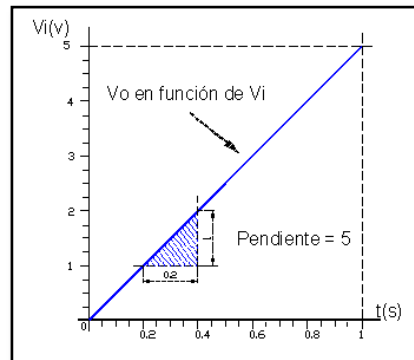


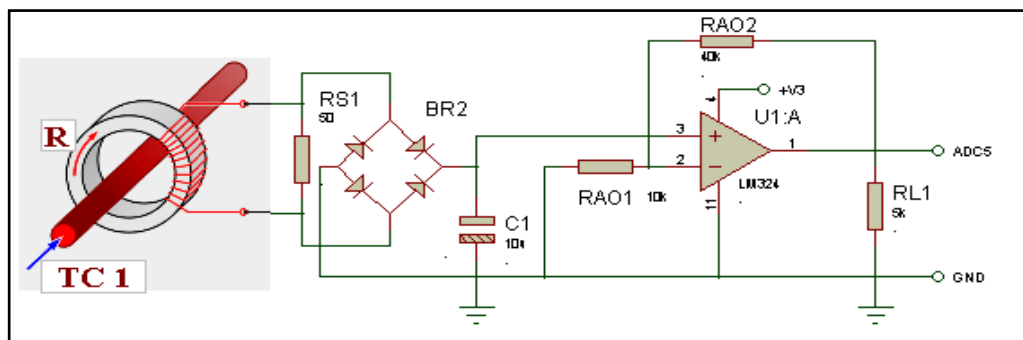
Figura #77. Curva de ganancia de un amp op

El voltaje de salida que entrega el amplificador operacional es:



Figura #78. Voltaje de salida comparado con voltaje de entrada

Como ya tenemos completas las dos partes del censado de corriente juntamos para obtener un solo circuito el cual es el siguiente.

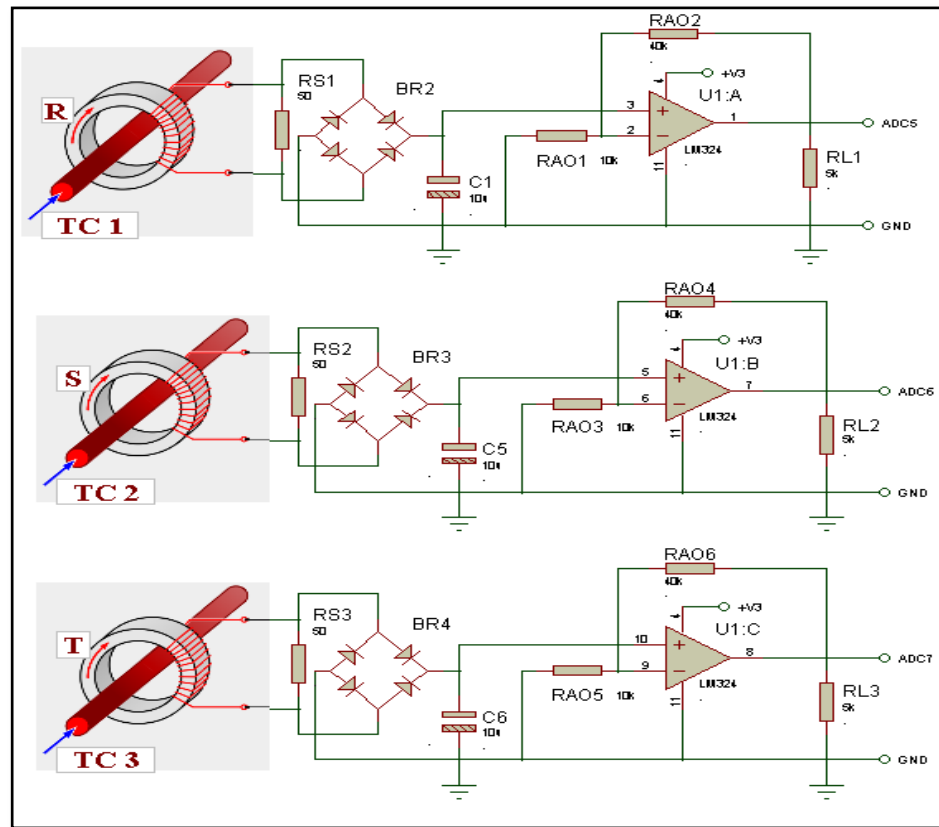


Circuito #18 Circuito sensor de corriente una fase

El grupo electrógeno tiene un sistema trifásico, por la tanto el censado de corriente debe ser en cada fase, es decir tener el mismo circuito que ya hemos calculado

anteriormente instalado en cada línea de fuerza.

En definitiva el circuito de censado de corriente trifásico sería tres circuitos monofásicos unidos por un terminal común de salida del transformador de corriente y con la misma alimentación.



Circuito #19. Circuito sensor de corriente trifásico

Materiales a utilizar para la etapa de sensor de voltaje.

$RS1 = RS2 = RS3 = 50\Omega \ 5w$

$RAO2 = RAO4 = RAO6 = 40k\Omega \ 1/4w$

$RAO1 = RAO3 = RAO5 = 10k\Omega \ 1/4w$

$RL1 = RL2 = RL3 = 5k\Omega \ 1/4w$

$C5 = C6 = C7 = 10Uf \ 16v$

$BR2 = BR3 = BR4 = 3A$

$C8 = C9 = C10 = 10Uf \ 16v$

La señal de voltaje que ya ha sido tratada finalmente ingresa al micro controlador en los pines 36 – 35 – 34 que son las entradas análogas #7 (ADC6), #6 (ADC5), #5 (ADC4) tal como se muestra en la figura # 74.

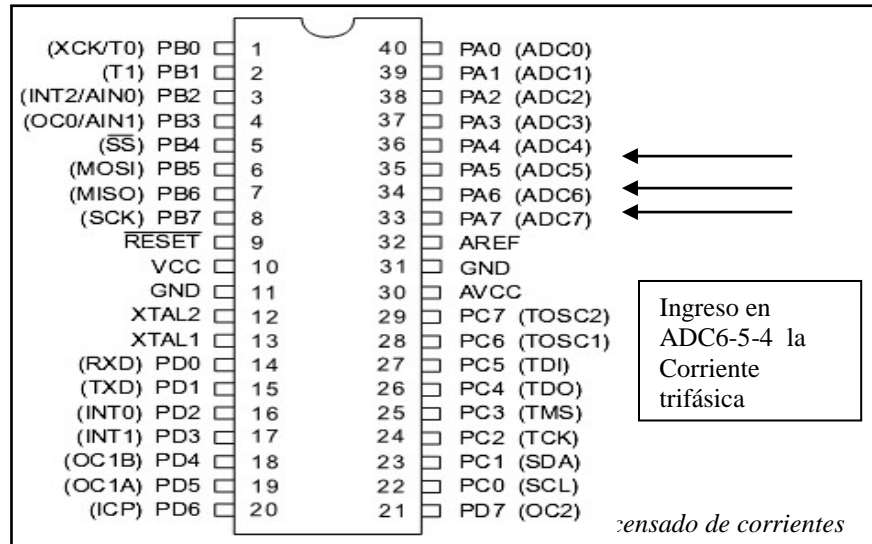


Figura #79. Atmega 32 distribución de pines ingreso del sensor corriente trifásica

2.1.7.- Sensor de nivel de combustible

Es muy importante saber el nivel de combustible antes de encender el equipo, saber cuál es el porcentaje de combustible que hay en el tanque, ya que si no hay diesel en el tanque las cañerías de combustible se llenan de aire y si llega a pasar esto muy difícil encender el equipo, hay que realizar varios intentos de arranque, la batería suele descargarse en el proceso de sangrado de aire y ahora ya tenemos dos problemas, para una persona que no está preparada en limpieza de cañerías de generadores es muy complicado dejar a punto el sistema, es por eso que se recomienda a los usuarios siempre chequear el nivel de combustible, ahora con este sistema inalámbrico no es necesario ir al sitio para obtener esa información.

Esta respuesta es lineal y se la puede programar en el micro controlador con una simple ecuación, la curva característica del sensor de nivel de combustible es la siguiente:

RESISTENCIA	PORCENTAJE
0	0
15	10
30	20
50	30
68	40
90	50
108	60
127	70
145	80
163	90
180	100

Tabla #8. Datos de la curva característica del sensor de nivel de combustible

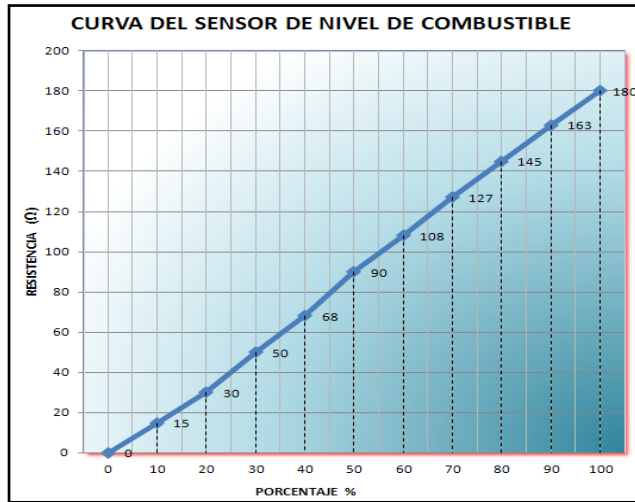


Figura #80. Curva característica del nivel de combustible

Ahora se calcula la pendiente para que la respuesta sea la más real posible.

Análisis de la gráfica.

Limx : $20 > x < 40$

Limy : $30 > y < 68$

P1 = (x1;y1)

P1 = (20;30)

P2 = (x2;y2)

P2 = (40;68)

m = ?

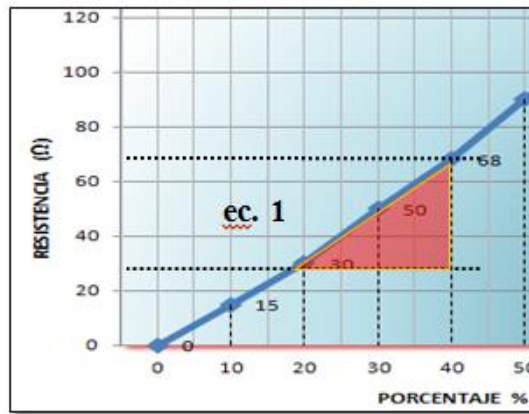


Figura #81. Curva característica del sensor de presión ec1

Encontrando la ecuación número 1:

$$m = \frac{68-30}{40-20}$$

m = 1.9

Reemplazando m y P1 en ec de la pendiente.

$(y_2 - y_1) = m(x_2 - x_1)$

$y - 30 = 1.9(x - 20)$

$y = 1.9x - 8$

← ec_diesel. 1

$x = (y + 8) / 1.9$

← ec_diesel. 11

Comprobación

Si $y = 68$

Reemplazamos $y = 68$ en ec_diesel.11

$$x = (68 + 8) / 1.9$$

$$x = 40$$

Con la ecuación calculada puede ser ingresada al micro que registrará la información que nos entrega el sensor de nivel de combustible, para esto es necesario primero detallar las variables del programa.

```
Dim Y2 As Word , Yy2 As Single , Yyy2 As String * 10
Dim Ww2 As Word , Www2 As Word , Wwww2 As Word , W2(4) As Word
Dim Ec_oil1 As Single , Ec_oil As Single , Ec_oil2 As Single , Ec_oil3 As Single
Dim Ec_oil4 As Single , Ec_oil5 As Single , R_oil As Single , Yyy2 As String * 10
```

Se puede programar al micro con las ecuaciones de tal manera que los rangos de resistencia sean los adecuados para la lectura es decir que solo este en el rango menor de 180 Ω caso contrario aparezca en la pantalla LCD que el instrumento esta averiado.

```
***** SALIDA DE DATOS ANALOGOS " PRESION DE ACEITE " *****
W2(a) = Getadc(1)
Ww2 = W2(1) + W2(2)
Www2 = W2(3) + W2(4)
Wwww2 = Ww2 + Www2
Wwww2 = Wwww2 / 4
Ec_oil1 = Wwww2 * 5.1
Ec_oil2 = Ec_oil1 / 1023
Ec_oil3 = Ec_oil2 * 101
Ec_oil4 = 5.1 - Ec_oil2
R_oil = Ec_oil3 / Ec_oil4

If R_oil < 200 Then
Ec_oil5 = R_oil - 10
Ec_oil = Ec_oil5 / 18
Else
Ec_oil = 0
End If

If Ec_oil < 0 Then Ec_oil = 0
Yyy2 = Fusing(ec_oil , "#.#")
Yyy2 = Fusing(r_oil , "#.#")
```

Para obtener la corriente y la potencia que va a circular por el circuito de censado de presión de aceite se toma los siguientes datos y se calcula lo siguiente:

$$R1 = 104\Omega$$

$$R_{diesel} = 180\Omega$$

$$V_{source} = 5,1v$$

$$R_T = R1 + R_{diesel}$$

$$R_T = 104\Omega + 180\Omega$$

$$R_T = 284\Omega$$

$$I_T = V_{source} / R_T$$

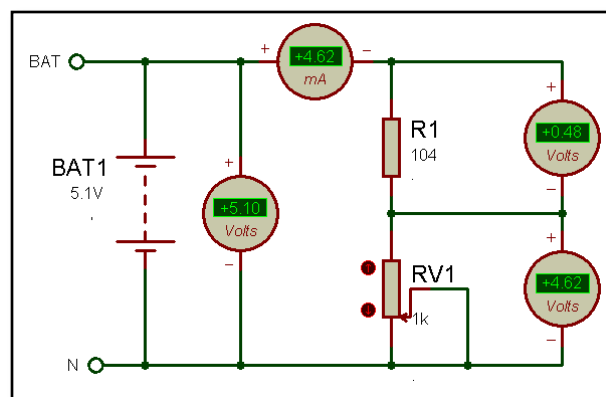
$$I_T = 5,1 / 284$$

$$I_T = 17.95mA$$

$$P1 = V1 * I1$$

$$P1 = 5.1v * 17.95mA$$

$$P1 = 91.54mw \approx 1/4 w$$



Circuito#20 Divisor de voltaje con amperímetro con pot= 1k Ω

Materiales a utilizar para la etapa de sensor de voltaje.

$R1 = 104\Omega$ 1/4w

$C1 = 10\mu F$ 16v

La señal de voltaje que ya ha sido tratada finalmente ingresa al micro controlador en el pin 33 que es la entrada análoga número 7 (ADC7) tal como se muestra en la figura # 87.

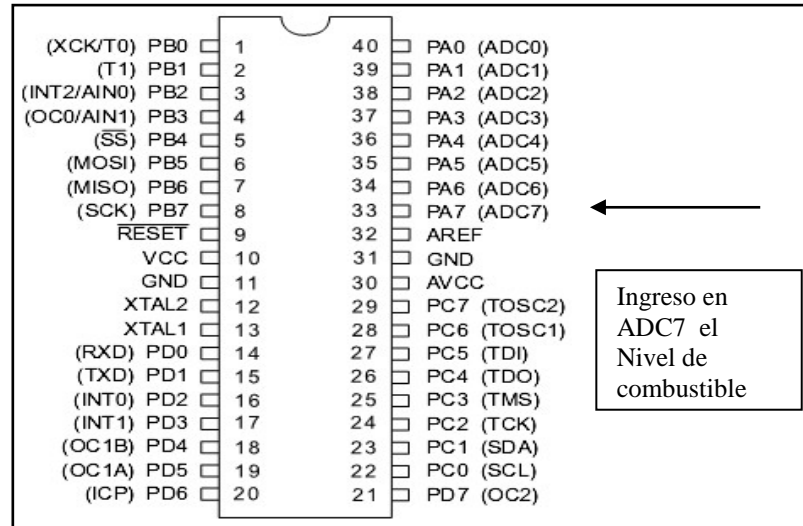


Figura #82. Atmega 16 distribución de pines con ingreso del sensor de nivel de combustible

DISTRIBUCION DE PINES DEL MICRO CONTROLADOR

El proyecto se encuentra diseñado en su totalidad con un micro controlador ATMEGA 16, este tiene 40 pines los cuales a su vez se distribuyen de la siguiente manera, 8 entradas análogas, 24 entradas o salidas digitales.

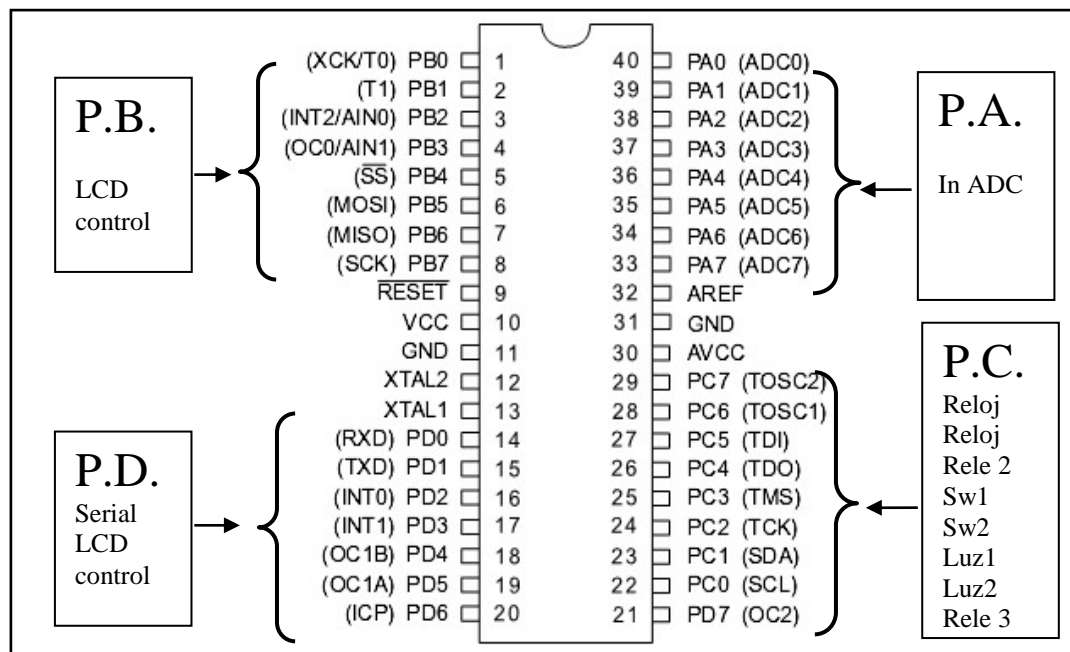


Figura #83. Atmega 16 distribución de pines en el proyecto

Como conclusión de este capítulo voy a presentar la tarjeta de adquisición de datos y la tarjeta de control principal, diagramas eléctricos terminados y simulación de la tarjeta en 3D.

2.1.8 Fuente de alimentación para el módulo electrónico

Después de tener el diseño de la tarjeta de adquisición de datos es necesario realizar la fuente de energía del módulo, la misma que admitirá el voltaje nominal de 12v y soportará un voltaje de 14vdc cuando el G.E. esté encendido y el alternador cargue la batería.

El módulo electrónico posee varios elementos los cuales tienen un consumo de energía el mismo que se detallará en el siguiente cuadro.

Elemento	Cantidad	Consumo U (mA)	Consumo Tot (mA)
Atmega 32	1	1,1	1,1
Zigbee	1	50	50
Lm338	2	50	100
Rele 5v 5pines	4	50	200
LCD Grafico	1	250	250
Max 232	1	15	15
Lm555	1	15	15
Lm324	1	50	50
Transistores	6	10	60
Led	10	10	100
Consumo máximo			841,1

Tabla #9. Consumo de energía máxima del módulo ³⁰

En este cuadro se puede apreciar todos los elementos principales y de mayor consumo que tiene el módulo inalámbrico, pero en realidad no se puede tener ese consumo de energía ya que todos los elementos no se pueden encender al mismo tiempo, por seguridades y programación del equipo.

Elemento	Cantidad	Consumo U (mA)	Consumo Tot (mA)
Atmega 32	1	1,1	1,1
Zigbee	1	50	50
Lm338	2	50	100
Rele 5v 5pines	1	50	50
LCD Grafico	1	250	250
Max 232	0	15	0
Transistores	1	10	10
Lm555	1	15	15
Lm324	1	50	50
Led	3	10	30
Consumo nominal			556,1

Tabla #10. Consumo de energía nominal del módulo

La tabla mostrada anteriormente si muestra el consumo real en condiciones normales de trabajo es de 0.56A, es decir conectada la comunicación inalámbrica y además conectados los reles para prender y monitorear el grupo electrógeno y el cálculo

³⁰ Los datos de consumo de energía fueron copiados de cada Data Sheet, VER ANEXO DEL MÓDULO ELECTRÓNICO

realizado se lo ha comprobado midiendo con un amperímetro DC la corriente que necesita el módulo para operar en condiciones normales.



Figura #84. Medición de consumo nominal de energía del módulo.

El consumo de energía mínimo que puede tener el módulo es de 0.22A, esto se debe a que el módulo tiene un sistema de apagado automático de luces en el display gráfico, también se puede apagar el sistema de monitoreo inalámbrico y a pagar los reles.

Elemento	Cantidad	Consumo U (mA)	Consumo Tot (mA)
Atmega 32	1	1,1	1,1
Zigbee	0	50	0
Lm338	2	50	100
Rele 5v 5pines	0	50	0
LCD Grafico	1	50	50
Max 232	0	15	0
Transistores	0	10	0
Lm555	0	15	0
Lm324	1	50	50
Led	2	10	20
		Consumo mínimo	221,1

Tabla #11. Consumo de energía mínima del módulo

Siempre van a estar encendidos dos diodos led ya que uno tiene internamente el módulo y el otro muestra el estado del módulo (Off, On, Auto, Reset).



Figura #85. Medición de consumo mínima de energía del módulo.

El regulador de voltaje LM338 puede tener un ingreso de voltaje de 1.2vdc a 32vdc, para nuestro caso podremos utilizarlo desde 10vdc hasta 28vdc, que es el mínimo voltaje cuando un generador tiene una batería y el máximo voltaje que tiene un generador prendido y con dos baterías.

Se ha dividido en tres etapas el circuito para la fuente del módulo para tener más estabilidad y mayor seguridad en cuento picos de voltaje producidos por el caergador de baterías o el alternador AC.

Primero vamos a bajar el voltaje de 13.5vdc a 12vdc con una resistencia de poder de 20W la misma que el valor se lo calculará a continuación.

Datos:

$V_{in} = 13.5vdc$ (bacteria + carga del alternador)

$R_{Lint} = 0.312\Omega$ = resistencia medida entre el pin de entrada y tierra del LM338

$V_{out} = 12vdc$

$R_{poder} = ?$

El voltaje $V_s(t)$ se divide entre las resistencias R_{Lint} y R_{poder} .

$$R_2 = \frac{v_2 * R_1}{V_s - V_2}$$

Fórmula #2. División de voltaje

$$R_{poder} = (12 * 0.312) / (13.5 - 12)$$

$$R_{poder} = 2.49 \Omega$$

Como se desea tener el mínimo de calor en los circuitos de potencia, vamos a instalar dos resistencia de 5Ω las mismas que en paralelo se dividen para la mitad y obtenemos el resultado muy cercano al calculado $R_{poder2} = 2.5 \Omega$

$$R_{poder1} = 5 \Omega$$

$$R_{poder2} = 5 \Omega$$

$$R_{poder3} = R_{poder1} \parallel R_{poder2}$$

$$R_{poder3} = 5 \Omega * 5 \Omega / 5 \Omega + 5 \Omega$$

$$R_{poder3} = 2.5 \Omega$$

$$(R_{poder} = 2.49 \Omega) \approx (R_{poder3} = 2.5 \Omega)$$

$$R_{paralelo} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

Fórmula #7. Paralelo entre dos resistencias

Como segundo paso vamos a regular el voltaje de 12v a 9.5v, con un regulador de voltaje LM338

Datos:

$V_{in} = 12\text{vdc}$

$V_{out} = 9.7\text{vdc}$

$R_2 = 270 \Omega$

$R_3 = ?$

$$V_o = 1.25V \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

Fórmula #8. Voltaje de salida del regulador ³¹

$$V_o = 1.25v \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right)$$

DESPEJO R3

$$R_3 = \left(\frac{V_o}{1.25}\right) - 1 * R_2$$

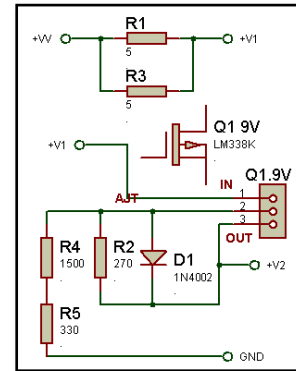
$$R_3 = \left(\frac{9.7}{1.25}\right) - 1 * 270$$

$$R_3 = 1825.2 = R \text{ NO ES REAL}$$

$$R_3 = R_4 + R_5$$

$$R_3 = 1500 \Omega + 330 \Omega$$

$$R_3 = 1830 \Omega$$



Circuito #21. Primera y segunda etapa del circuito fuente

La siguiente formula se encuentra descrita en función de R2 y R1 que la diferencia de potencial que va a ingresar por el pin de ajuste del regulador de voltaje.

Datos:

$V_{in} = 9.7\text{vdc}$

$V_{out} = 5.1\text{vdc}$

$R_6 = 220 \Omega$

$R_7 = ?$

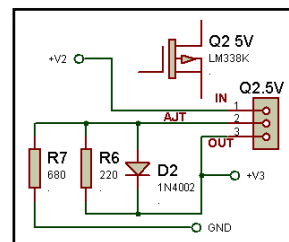
Utilizamos la misma fórmula anterior del cálculo de salida de voltaje para un regulador LM338

$$R_8 = \left(\frac{V_o}{1.25}\right) - 1 * R_6$$

$$R_8 = \left(\frac{5.1}{1.25}\right) - 1 * 220$$

$$R_8 = 677.7 = \text{No es real}$$

$$R_8 = 680 \Omega$$



Circuito #22. Tercera etapa del circuito fuente

Así tenemos un voltaje regulado a 5.1v el cual con el consumo de energía nominal 0.6A tenemos una caída de voltaje de 0.1v, al final obtenemos 5.0v a alimentando al sistema.

³¹ Data Sheet. Regulador de voltaje LM338. Editorial SGS-THOMSON Microelectronics. Pag. 2 VER ANEXO DEL MÓDULO ELECTRÓNICO

2.2 Diseño del programa en labview para transmisión y recepción de datos vía inalámbrica.

Para que el interface hombre máquina sea más amigable se utiliza el programa de LabView.

El programa que se diseñó en si tiene tres partes importantes como se muestra en la figura # 86

- 1.- Conexión del puerto serial para transmisión de datos. **(Punto 2.2)**
- 2.- Botones de encendido automático y parada del generador. **(Punto 2.3)**
- 3.- Visualización de parámetros del grupo electrógeno. **(Punto 2.3)**



Figura #86. Panel de control en el programa Labview

Como se puede ver en la figura #86 el sistema es muy fácil de entender, los parámetros se encuentran organizados y se ha diseñado un sistema similar al de un tablero de automóvil (AUDI U6) ya que el tablero es muy completo y amigable al operador.

Conexión del puerto serial para transmisión de datos.



Figura #87. Configuración del puerto de comunicación

Aquí se especifica que puerto está conectado el módulo inalámbrico, en realidad el computador cuando detecta que el módulo (XBee) está conectado, este designa un puerto serial específico para poder utilizarlo es decir enviar y recibir datos por dicho puerto. Para saber qué puerto ha sido designado por el computador hay que revisar el Administrador de dispositivos

Programa LABview

Este es el diseño de programación en LaBview que se utiliza para programar la comunicación serial.

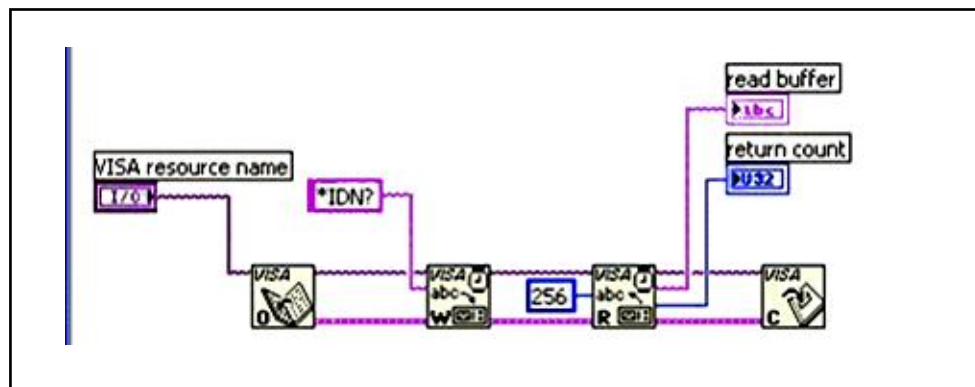


Figura #88. Diagrama de bloques comando Visa

VISA(O) = OPEN, abrir = Comando para abrir la comunicación del puerto serial.

VISA(W) = WRITE, escribir = Comando para enviar datos por el puerto serial.

VISA(R) = READ, leer= Comando para recibir o leer los datos que entrega el puerto.

VISA(C) = CLOSE, cerrar = Comando para cerrar la comunicación del puerto serial.

La transmisión de datos se ha probado dentro de un radio de 500m lineales sin problemas pero sin antenas, teóricamente los módulos de envío y recepción de datos se puede comunicar hasta 1Km.

Programa enBascom.AVR

```
$regfile = "m32def.dat"
$crystal = 8000000
$lib "glcdKS108.lib"
$baud = 9600
$hwstack = 120
$swstack = 100
$framesize = 120
```

Para una recepción y transmisión de datos correctamente el programa del micro controlador y el de la computadora.

2.3 Diseño del programa en LABVIEW para recibir la información del generador.

He realizado un análisis de los mejores programas de monitoreo que hay en el mercado esto parte en el programa nos sirve para ver los parámetros del motor y las alarmas, también se tomó las características principales de un analizador de carga marca Fluke para tener un visualización más clara del voltaje y corriente generados.

2.3.1. Botones de encendido automático y parada del generador.



Figura #89. Estado del motor en programa Labview

Se puede observar tres botones los cuales si se presiona uno este envía la señal desde la computadora al módulo inalámbrico y este al micro controlador, este último activa los relés de bomba de combustible y el arranque de una manera óptima para que encienda el generador.

El botón de OFF

Este botón sirve para apagar el equipo en cualquier momento enviando una señal de apagar el relé de la bomba de combustible.



Figura #90 Botón OFF del motor en programa Labview

El botón de ON

Este botón se lo utiliza para encender el equipo enviando una señal para prender el motor de arranque y otra de encender la bomba de combustible.



Figura #91. Botón ON del motor en programa Labview

Programa LABview

Este es el diseño que se utiliza en el diagrama de bloques del programa

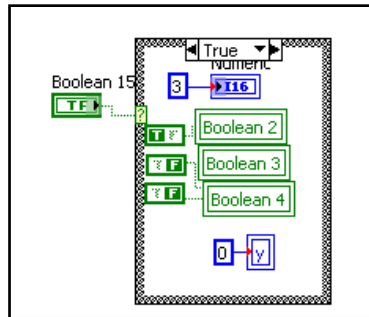


Figura #92. Diagrama de bloques del estado del motor

Cuando se activa un botón este tiene número específico el cual envía la señal más un código al micro controlador y este actúa activando y desactivando relés.

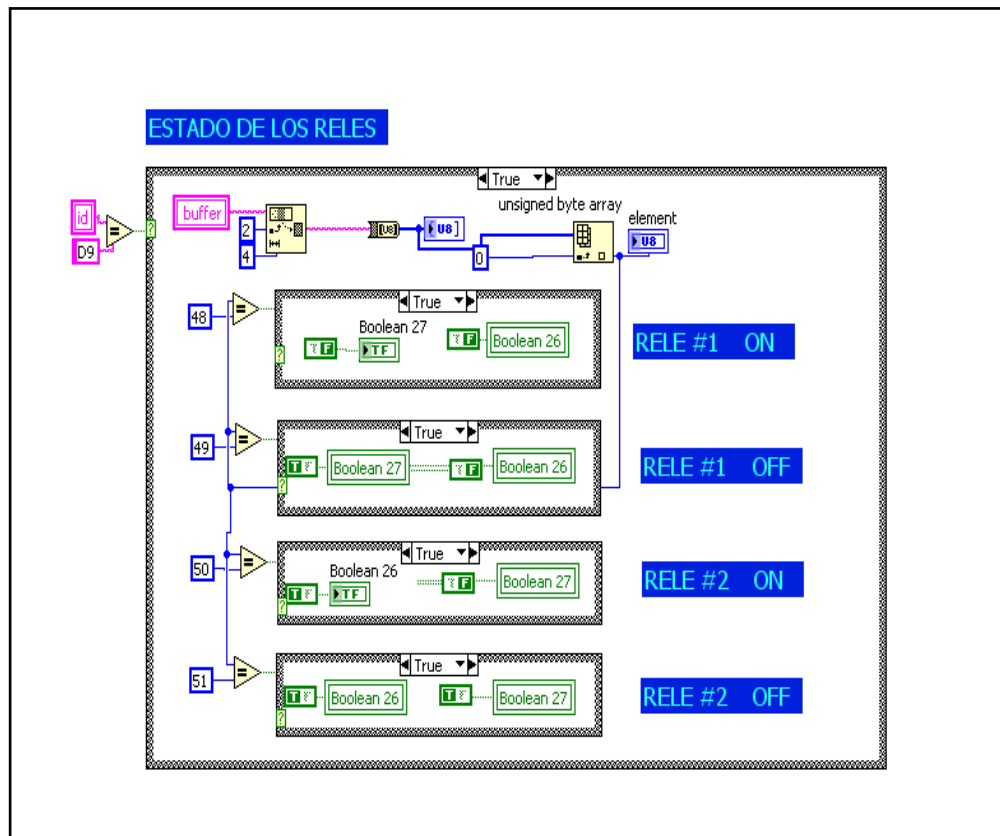


Figura #93. Diagrama de bloques de la señal de la estado del motor

Para poder encender y apagar los relés se tiene que enviar un dato más un código entonces tenemos

RELE #1

Primer caso, para encender este relé se tiene que enviar el código D9 y el dato 48

Segundo caso, para apagar este relé se tiene que enviar el código D9 y el dato 49

RELE #2

Tercer caso, para encender este relé tiene que enviar el código D9 y el dato 50

Cuarto caso, para apagar este relé se tiene que enviar el código D9 y el dato 51

RELE #3

Quinto caso, para encender este relé se tiene que enviar el código D9 y el dato 52

Sexto caso, para apagar este relé se tiene que enviar el código D9 y el dato 53

Dec	Hex	Char
47	2F	/
48	30	0
49	31	1
50	32	2
51	33	3
52	34	4
53	35	5
54	36	6
55	37	7
56	38	8
57	39	9

El dato 48 es el (0) en código ascii
 El dato 49 es el (1) en código ascii
 El dato 50 es el (2) en código ascii
 El dato 51 es el (3) en código ascii

Figura #94. Varios caracteres en código ascii

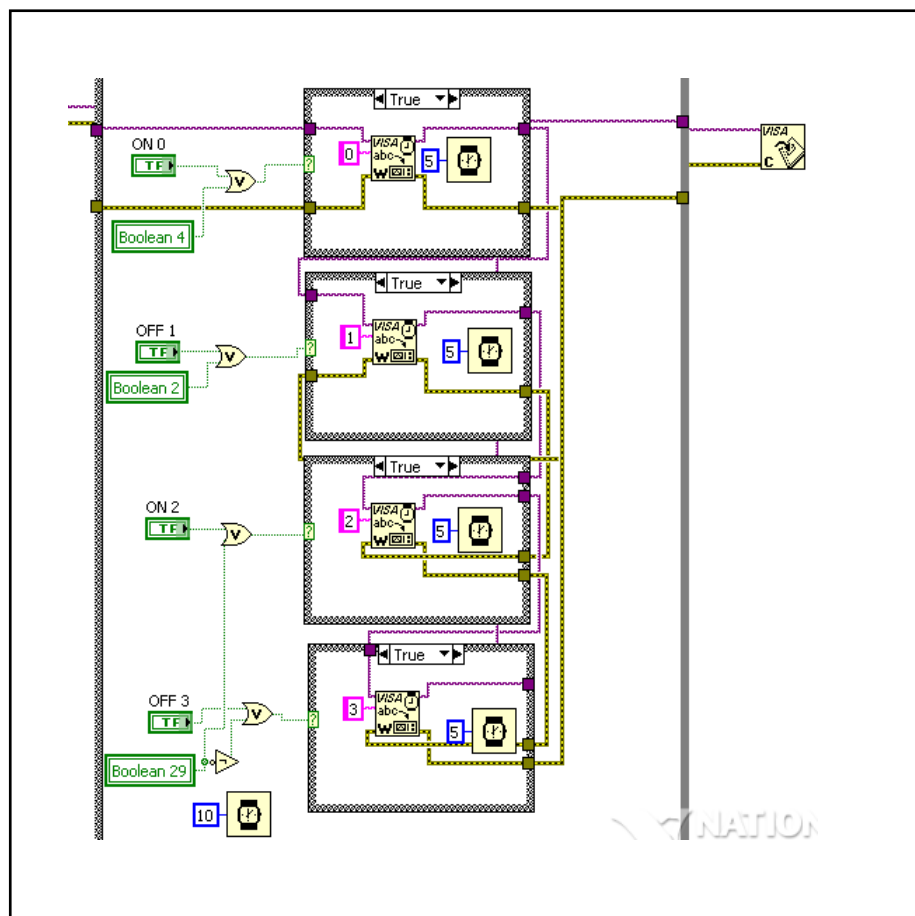


Figura #95. Diagrama de bloques de escritura para encender o apagar los relés

Programa en Bascom. AVR

```

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Dato = 0
Bufer = 0
Waitas Tiempo
Buffer = Inkey()

If Buffer = "1" OR Led = 1 Then
'----- off -----
PORTC.5 = 1
PORTC.6 = 1
Led = 1
Reset R11
Reset R13
End If

If Buffer = "2" OR Led = 2 Then
'----- on -----
PORTC.5 = 0
PORTC.6 = 0
Led = 2
Set R11
Reset R13
End If

If Buffer = "4" OR Led = 3 Then
'----- auto -----
PORTC.5 = 1
PORTC.6 = 0
Led = 3
Reset R13
Reset R11
End If

If Buffer = "8" Then
'----- reset -----
PORTC.5 = 0
PORTC.6 = 1
Set R13
Reset R11
End If
    
```

Si detecta el micro que llega el número 0, 1, 2, 3 da la orden para activar o desactivar el relé 1 o el relé 2.

2.3.2. Pantallas de visualización de los datos recibidos en el programa

Hay cuatro pestañas que representan una parte importante del grupo electrógeno, Motor, alternador, alarmas, monitoreo.

2.3.2.1 Visualización de los parámetros del motor



Figura #96 Página principal del monitoreo del motor

En esta pantalla que muestra LABview hay varios parámetros los cuales se trataran uno por uno

Censado de voltaje de la batería.



Figura #97. Monitoreo de batería en el programa Labview

Aquí nos muestra el voltaje de la batería teniendo como valor mínimo 0 voltios hasta 30v.

Programa LABview

Este es el diseño que se utiliza en el diagrama de bloques.

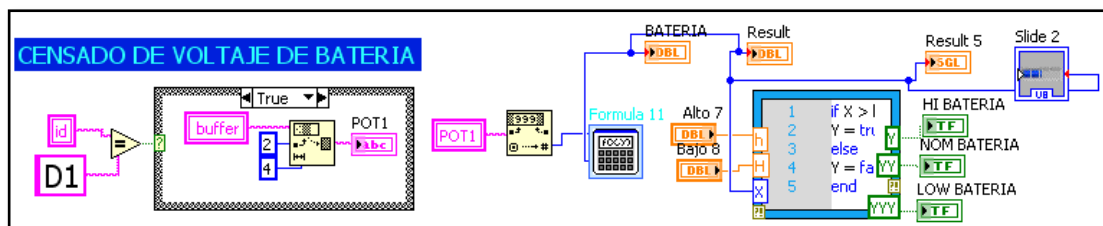


Figura #98. Diagrama de bloques del monitoreo de batería

La señal es detectada con un código específico, este tiene el dato en forma binaria de 10bits es decir 1024, dato que posteriormente es tratado para mostrarlo y compararlo con las límites establecidos para el correcto funcionamiento de la batería.

Programa en Bascom. AVR

```

W(1) = Getadc(0)
Const K1 = 30 / 1023
Y1 = Getadc(0)
Yy1 = Y1 * K1
Yyy1 = Fusing(yy1 , "#.#")
W1(a) = Getadc(0)
Ww1 = W1(1) + W1(2)
Www1 = W1(3) + W1(4)
Wwww1 = Ww1 + Www1
Wwww1 = Wwww1 / 4
Print "D" ; 1 ; Wwww1 ; " "
    
```

Comparación de los parámetros del voltaje de la batería.

Como límite alto tenemos 14 voltios si pasa de este valor el generador envía una señal para apagar el cargador de baterías, y si pasa el valor bajo de 9v lo prende.



Figura #99. Comparación de parámetros del voltaje batería

Censado de presión de aceite del motor



Figura #100. Monitoreo de presión de aceite

El grafico muestra como dato mínimo de presión 0bares y el más alto 10bares

Programa LABview

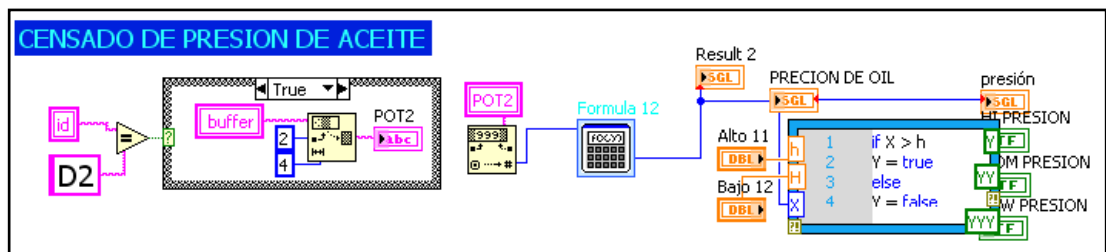


Figura #101. Monitoreo de presión de aceite (programa)

La señal que ingresa al programa entra con un código, este dato es tratado con fórmulas para posteriormente mostrarlo y compararlo con los rangos establecidos para que la presión de aceite del motor este en lo correcto.

Programa en Bascom. AVR

```

W(2) = Getadc(1)
Const K2 = 10 / 1023
Y2 = Getadc(1)
Yy2 = Wwww2 * K2
Yyy2 = Fusing(yy2, "#.#")
W2(a) = Getadc(1)
Ww2 = W2(1) + W2(2)
Www2 = W2(3) + W2(4)
Wwww2 = Ww2 + Www2
Wwww2 = Wwww2 / 4
Print "D" ; 2 ; Wwww2 ; " "
    
```

Comparación de los parámetros de la presión de aceite

Como límite alto tenemos 9 bares si pasa de este valor el generador envía una alarma que si en 10 segundos no cambia el valor se apaga el generador, lo mismo pasa si el valor recibido es menor que 1 bar.



Figura #102. Comparación de parámetros de la presión de aceite

Censado de temperatura del motor.

El censado de temperatura se lo realizó con un



Figura #103. Monitoreo de temperatura de refrigerante.

Programa en LABview

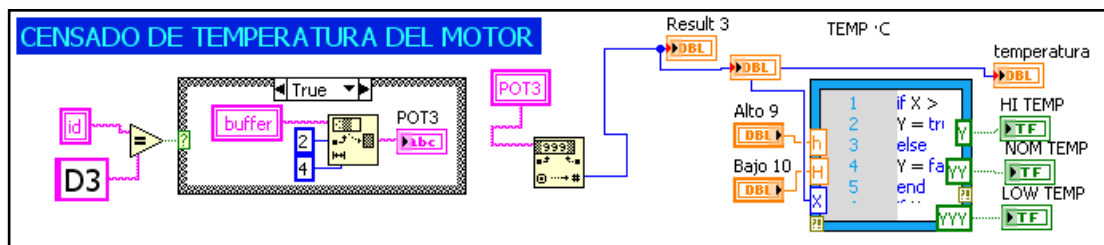


Figura #104. Monitoreo de temperatura de refrigerante (programa)

La señal que ingresa al programa entra con un código, este dato es tratado con fórmulas para posteriormente mostrarlo y compararlo con los rangos establecidos para que la presión de aceite del motor este en lo correcto.

Programa en Bascom. AVR

```

W(3) = Getadc(2)
Const K3 = 100 / 1023
Y3 = Getadc(2)
Yy3 = Wwww3 * K3
Yyy3 = Fusing(yy3, "#.#")
W3(a) = Getadc(2)
Ww3 = W3(1) + W3(2)
Www3 = W3(3) + W3(4)
Wwww3 = Ww3 + Www3
Wwww3 = Wwww3 / 4
Print "D" ; 3 ; Wwww3 ; " "
    
```

Comparación de los parámetros de la temperatura de refrigerante.

Como dato alto tenemos 100 grados centígrados si pasa de este valor el generador envía una alarma y se apaga en 10 segundos, si el valor recibido es menor que 20 grados centígrados solo envía la señal de temperatura baja.



Figura #105. Comparación de parámetros de la presión de aceite

Censado de velocidad del eje del motor



Figura #106. Monitoreo de revoluciones por minuto

Programa LABview

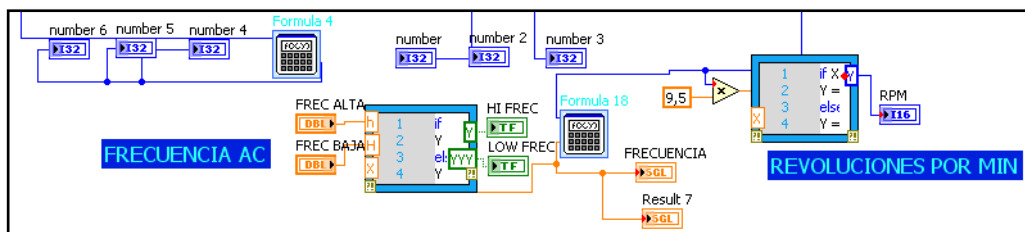


Figura #107. Monitoreo de revoluciones por minuto (programa)

La señal que ingresa al programa entra en este caso con el código D4, este dato es tratado con formula y también se compara con parámetros.

Programa en Bascom. AVR

```

W(4) = Getadc(3)
Const K4 = 300 / 1023
Y4 = Getadc(3)
Yy4 = Wwww4 * K4
Yyy4 = Fusing(yy4, "#.#")
W4(a) = Getadc(3)
Ww4 = W4(1) + W4(2)
Www4 = W4(3) + W4(4)
Wwww4 = Ww4 + Www4
Wwww4 = Wwww4 / 4
Print "D" ; 4 ; Wwww4 ; " "
    
```

Los datos también se los visualiza en un lcd gráfico que estará en dentro del módulo del generador.

Censado de nivel de combustible.

Básicamente la obtención del parámetro real de este parámetro, se colocó un sensor de nivel de combustible el cual según la cantidad de líquido en el tanque sube o baja una boya, la medición se la realiza por el cambio de resistencia que ofrece este sensor, al subir la boya acciona magnéticamente unos switch que lleva internamente el eje de dicha boya, brindando un cambio de resistencia de 0 a 180 ohmios.



Figura #108. Monitoreo del sensor de nivel de combustible

Programa LABview

Este es el diseño que se utiliza en el diagrama de bloques.

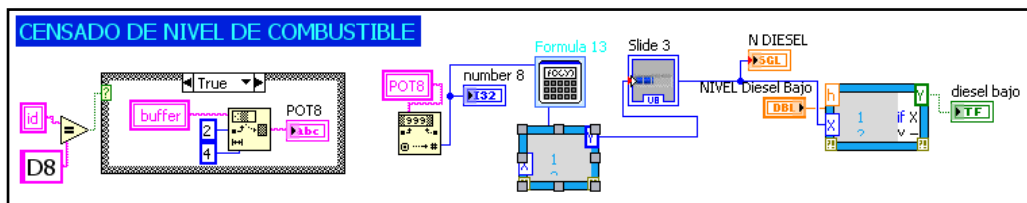


Figura #109. Diagrama de bloques del censado del nivel de combustible

El sistema de censado de nivel de combustible es muy necesario ya que si el generador llegaría a consumir todo el tanque de combustible las cañerías se llenarían de aire y es complicado eliminar las burbujas que se forman, para prevenir este suceso es necesario tener como dato principal el nivel de combustible del G.E.

Programa en Bascom. AVR

```

-----
***** SALIDA DE DATOS ANALOGOS " NIVEL DE COMBUSTIBLE "
-----
Const K8 = 154 / 1023
W8(a) = Getadc(7)
Ww8 = W8(1) + W8(2)
Www8 = W8(3) + W8(4)
Wwww8 = Ww8 + Www8
Wwww8 = Wwww8 / 4
Yy8 = Wwww8 * K8
Yyyy8 = Yy8 * 2
Yyyyy8 = Yyyy8 - 100
If Yyyyy8 <= 0 Then Yyyyy8 = 0
Yyy8 = Fusing(yyyyy8, ".#.#")
  
```

Comparación de los parámetros del nivel de combustible.

Como límite bajo tenemos 10 por ciento si pasa a un valor inferior el programa tomara como una alarma y apagará el grupo electrógeno.

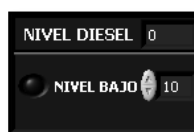


Figura #110. Comparación de parámetros del voltaje batería

2.3.2.2 Visualización de los parámetros del alternador.

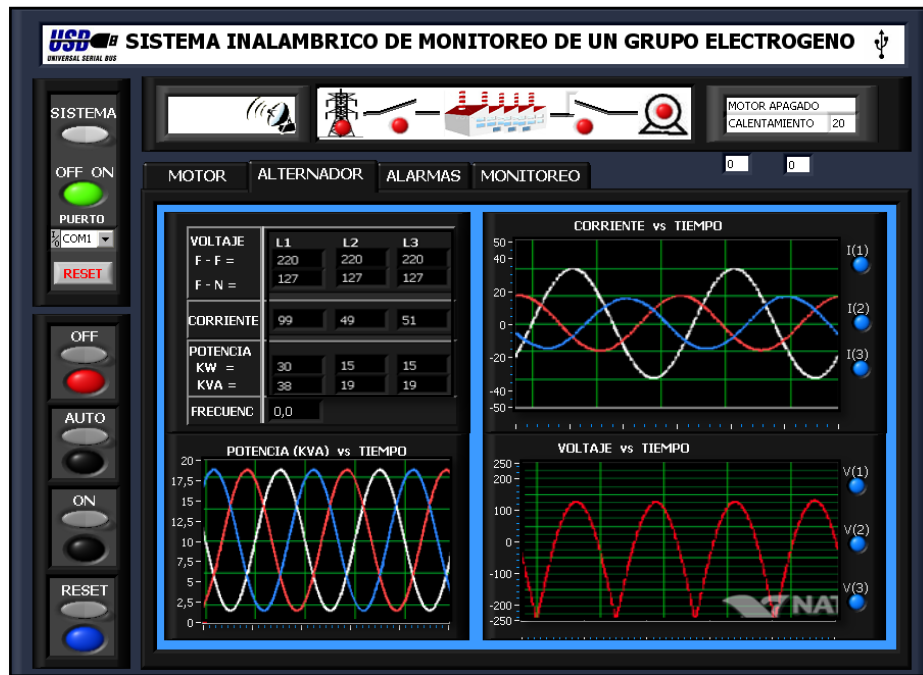


Figura #111. Pantalla de los datos del alternador

Censado de voltaje AC

Este es uno de los parámetros más importantes que tiene el generador es por eso que tiene varias etapas de monitoreo y comparación, uno es el desbalance entre fases que puede afectar las bobinas del alternador, si hay una caída de voltaje en una de ellas el módulo lo detectará.

Programa LABview

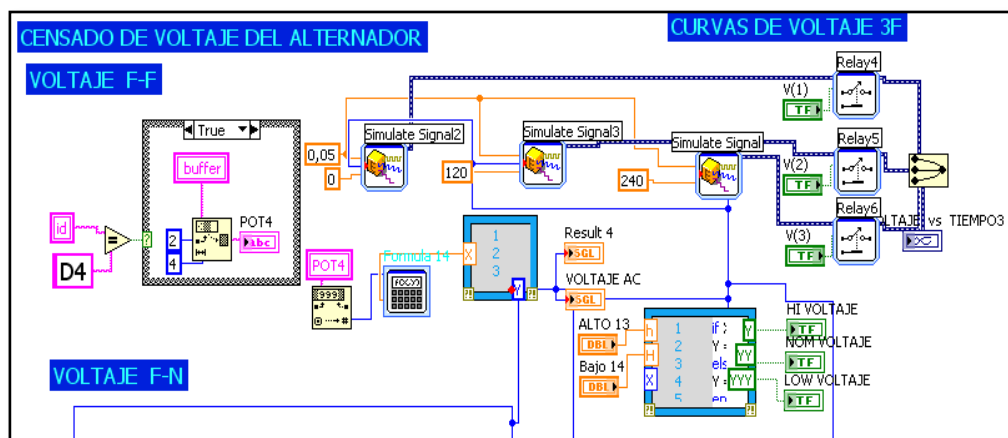


Figura #112. Monitoreo de voltaje generado (programa)

Esta es la etapa donde el voltaje de entrada se conecta entre la fase1 y la fase2 teniendo como dato 220v, existe otra entrada de voltaje que se conecta entre la fase3 y el neutro teniendo como dato 120v

Programa en Bascom.AVR

```

W(4) = Getadc(3)
Const K4 = 300 / 1023
Y4 = Getadc(3)
Yy4 = Wwww4 * K4
Yyy4 = Fusing(yy4 , "#.#")
W4(a) = Getadc(3)
Ww4 = W4(1) + W4(2)
Www4 = W4(3) + W4(4)
Wwww4 = Ww4 + Www4
Wwww4 = Wwww4 / 4
Print "D" ; 4 ; Wwww4 ; " "
    
```

El voltaje que estará entregando el programa es en el siguiente formato, dando datos en tiempo real del voltaje fase fase y fase neutro.

VOLTAJE	L1	L2	L3
F - F =	221	221	221
F - N =	128	128	128
CORRIENTE	100	61	57
POTENCIA			
KW =	30	18	18
KVA =	38	23	22

Figura #113. Monitoreo de voltaje generado

En la misma pantalla de alternador se puede ver la forma de onda del voltaje (onda senoidal).

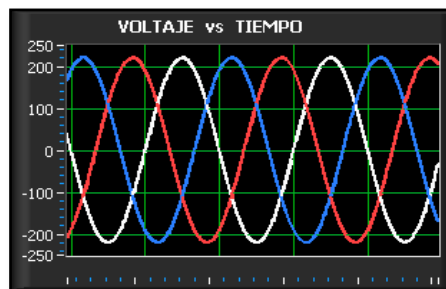


Figura #114. Osciloscopio de voltaje generado

Los límites en las tres fases van hacer los mismo, si sube de 240v se alarma el equipo y después de 10 segundos se apaga, caso contrario si baja de 200v pasa lo mismo.



Figura #115. Comparación de parámetros del voltaje generado

Censado de corriente de carga.

Como la corriente también es parte del alternador en esta pantalla se muestran las tres corrientes censadas una por una, es decir que se toma el dato del transformador de corriente se convierte en el voltaje adecuado y se muestra en la pantalla.

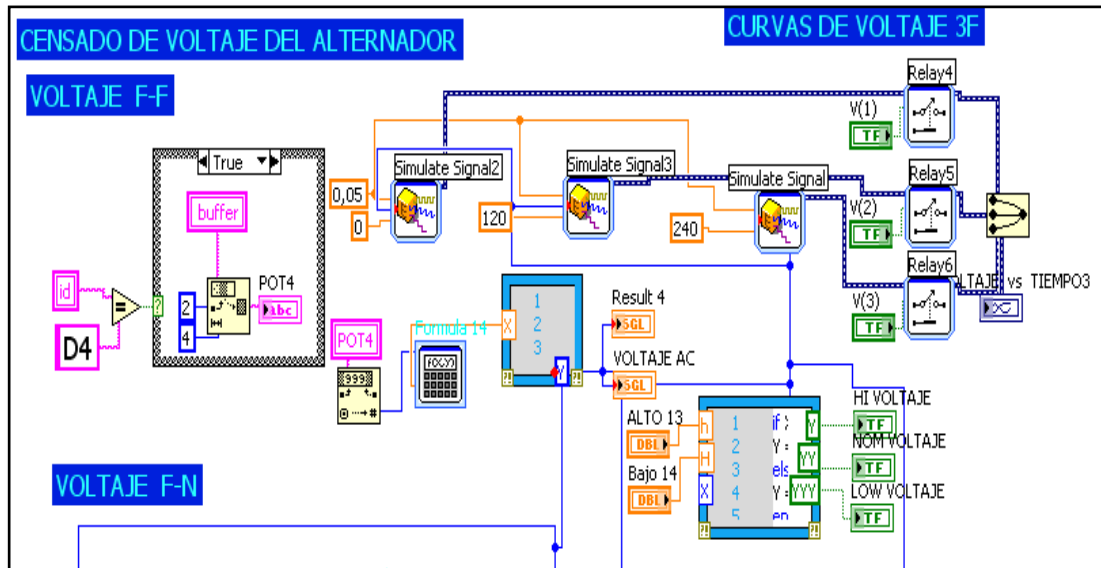


Figura #116 Diagrama de bloques para la censado de la corriente trifásica

Los datos de corriente ingresan en tres diferentes pines del micro controlador, este los procesa y entrega el valor como más el código D5, en el caso de la corriente número 1 si es la corriente 2 es el código D6 y la tercera corriente es el D7

Programa en Bascom. AVR

```

W(5) = Getadc(4)
Const K5 = 100 / 1023
Y5 = Getadc(4)
Yy5 = Wwww5 * K5
Yyy5 = Fusing(yy5, "#.#")
W5(a) = Getadc(4)
Ww5 = W5(1) + W5(2)
Www5 = W5(3) + W5(4)
Wwww5 = Ww5 + Www5
Wwww5 = Wwww5 / 4
Print "D" ; 5 ; Wwww5 ; " "
    
```

Básicamente es el mismo principio de funcionamiento para las tres fases como el sistema es trifásico se tienen que revisar las tres líneas, para diferenciar esta corriente de las demás se antepone el código D6

En la pantalla de los datos del alternador se visualizan las tres corrientes de forma senoidal en un cuadro (oscop chart), se gráfica la onda con respecto al valor de entrada de la corriente y la formula de la onda senoidal con respecto al tiempo.

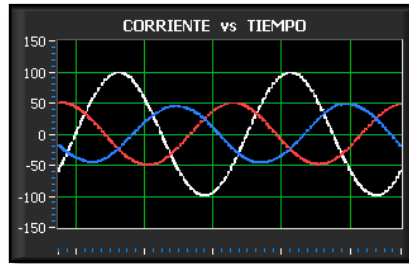


Figura #117. Curvas de corriente trifásica del alternador

Se juntan las tres corrientes para graficarlas dentro de un oscopo chart de la siguiente manera.

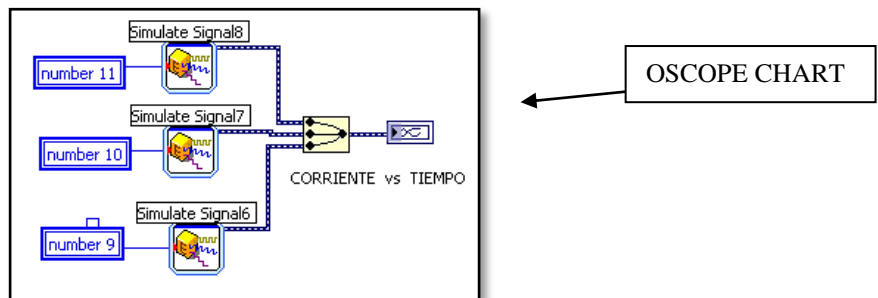


Figura #118. Programación para el osciloscopio con la corriente generada

Para detectar un máximo de corriente se promedian las tres corrientes y se programa como parámetro alto 100 amperios si pasa de este valor se alarma el equipo y se apaga en 10 segundos.



Figura #119. Rangos de la corriente

2.3.2.3 Visualización de los alarmas del grupo electrógeno

En esta pantalla podemos apreciar todas las alarmas del grupo electrógeno divididas en dos partes la primera parte se encuentran los parámetros del alternador y la segunda los parámetros del motor.

Cada una de estas alarmas funciona individualmente y cuando un rango ha superado el límite de programación un foco de color rojo se enciende y no se apaga hasta que el usuario vea la alarma y la resetee (presionando el botón RESET). Si la alarma persiste por más de 10 segundo el programa envía la señal al módulo electrónico para que apague el generador.



Figura #120. Panel de alarmas del grupo electrógeno

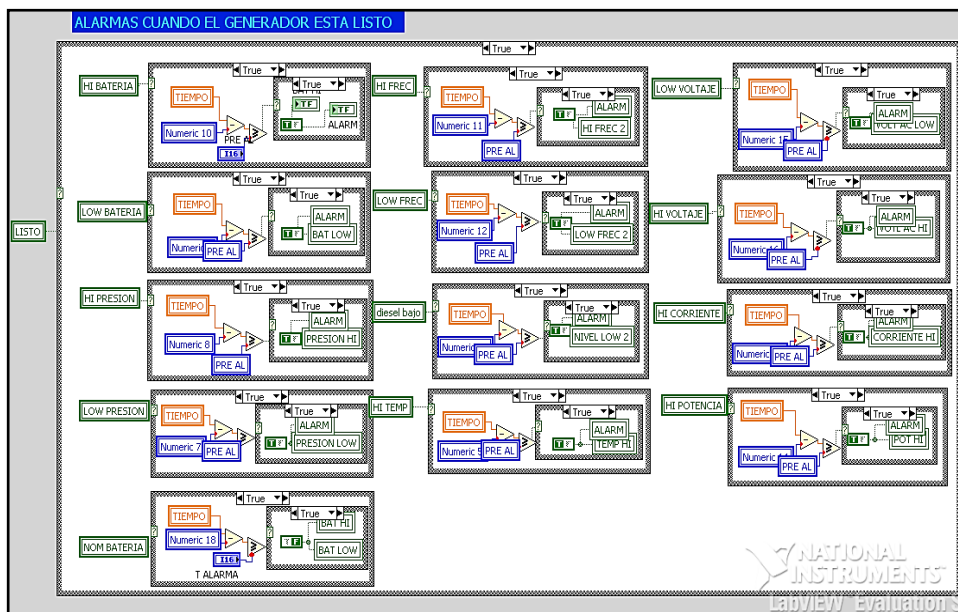


Figura #121. Programación para detectar las alarmas

Después de arrancar el G.E. transcurre un tiempo de estabilización de los parámetros y entra a funcionar las diferentes alarmas.

2.4 Diseño del programa en LABVIEW para monitoreo en EXCEL

Dentro de la programación del LabView se encuentran varias herramientas que son muy útiles, una de ellas es “write to measurement” esta herramienta sirve para crear una hoja en Excel y copiar los datos que ingresan por un arreglo de dos dimensiones.



Figura #122. Pantalla de monitoreo y creación de la hoja en Excel

Existen dos maneras de activar los monitores la primera es cuando se activa el botón de **“monitoreo activado por alarmas”** este modo de monitoreo el programa envía todos los parámetros seleccionados solo cuando se activa una de las alarmas, es decir si la temperatura supera el límite el programa envía todos los parámetros del motor y del alternador incluido el dato de la temperatura, todo esto con el fin de determinar cuál fue la causa del incidente.

La segunda forma de monitoreo es activando el botón de **“monitoreo activado por tiempo”** el cual con un tiempo determinado el programa enviará una señal a una hoja de Excel con todos los parámetros del G.E., este tiempo está definido en minutos.

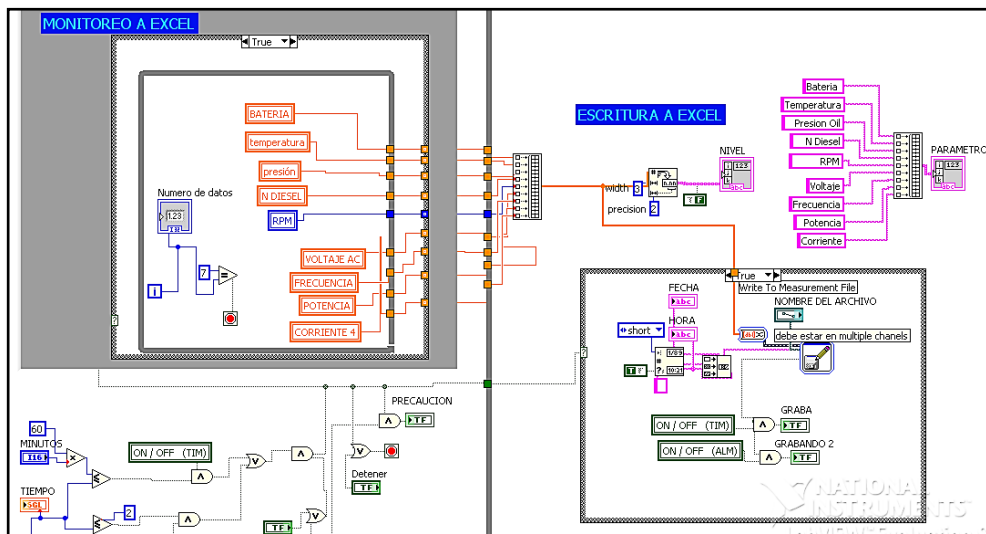


Figura #123. Programación de parámetros de entrada de datos al Excel

En la herramienta de “Configure Write To Measurement” se define como se va a llamar la hoja de Excel y en donde va estar ubicada, además se puede escoger si se desea crear un hoja de Excel cada que se envíe un dato del G.E. o solo se creará una y se apilaran los datos un abajo del otro.

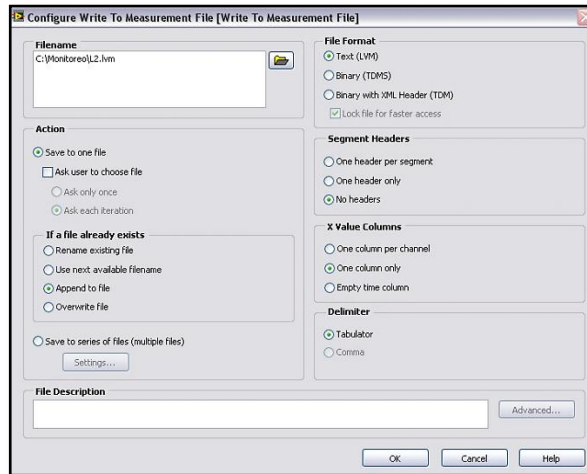
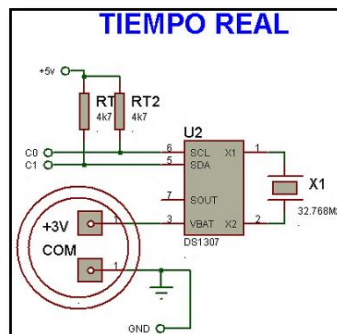


Figura #124. Pantalla de monitoreo y creación de la hoja en Excel

2.4.1. Diseño del programa del Reloj Interno

Para tener un mayor control del tiempo de uso del generador para realizar mantenimientos programados es necesario implementar al sistema un reloj interno el mismo que va a tener la hora actual siempre con alimentación de baterías 12vdc o sin alimentación.

Este sistema consiste en un circuito que posee un cristal a de 32.768kHz el mismo que simula exactamente el tiempo de un segundo y acoplado a un elemento que transmite sus datos al micro controlador de forma serial, por medio de los pines SCL y SDA.



Circuito #15. Circuito eléctrico temporizador en tiempo real³²

³² MAXIM. DS1370 Serial time clock. Editorial Dallas Semiconductor. edición. 2003. Pag. 1

2.5 Diseño del programa en LABVIEW para enviar datos al internet.

Cuando tenemos el diseño del sistema de adquisición de datos inalámbrico completo y terminado, podemos seguir con el siguiente paso que es hacer un proyecto en el programa LabView el cual contenga el archivo ejecutable “exe” del programa y todos los archivos que se necesiten para la correcta ejecución del programa.

Para crear el archivo ejecutable es necesario determinar en opciones de pantalla él varios parámetros como: el tamaño, en que estado permanecerá el archivo al ser ejecutado, que restricciones tendrá el usuario, si tiene contraseña para ser modificado, entre otros; ya determinados todos estos parámetros, en el programa entramos en el menú de HERRAMIENTAS para posteriormente entrar en el sub menú Buil Application (EXE), tal como indica la figura # 125

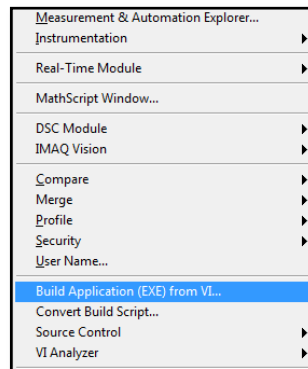
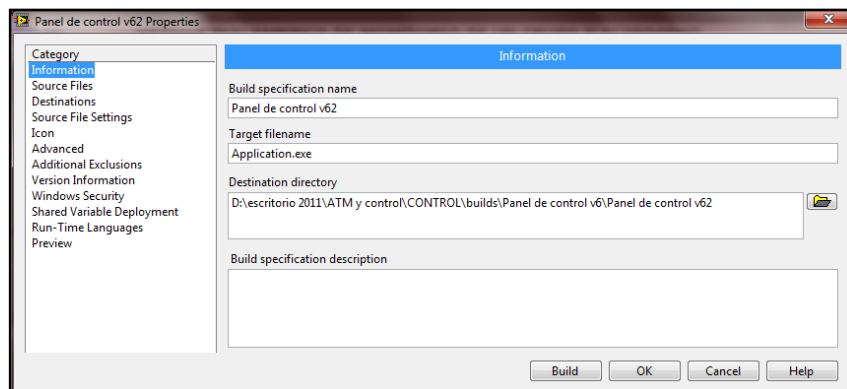


Figura #125. Menú de Herramientas (Tools)

La herramienta en español se traduce como Crear aplicación ejecutable desde el vi, la misma que nos dará las pautas precisas para crear un archivo ejecutable



Figura#126 Submenu Buil Application (EXE)

Dentro de los pasos a seguir para crear el archivo ejecutable se encuentra una opción que permite establecer en que carpeta va a ser creado el nuevo archivo y como se va

a llamar, presionando el botón de Build el programa comienza a crear el archivo ejecutable, tal como muestra la figura # 127

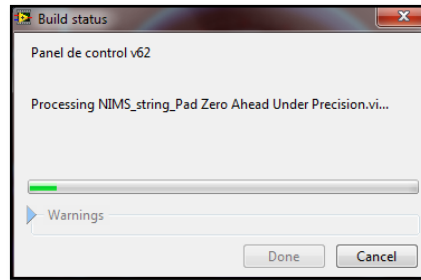


Figura #127. Creando el archivo ejecutable



Figura #128. Archivo ejecutable

Al terminar de crear el archivo ejecutable, buscamos en la carpeta donde se creó, cargamos el archivo ejecutable del Vi y se va a ver igual como muestra la figura #129

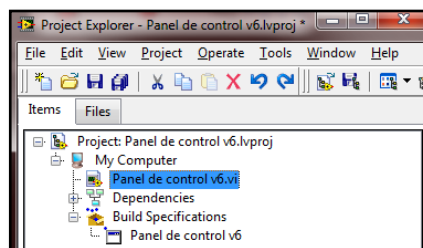


Figura #129. Proyecto asociado con el ejecutable

Dentro del proyecto final está incluido el archivo ejecutable, sin embargo la ventaja de tener este proyecto es crear carpetas y asociar cualquier tipo de archivos de una forma ordenada para obtener finalmente un proyecto más completo.

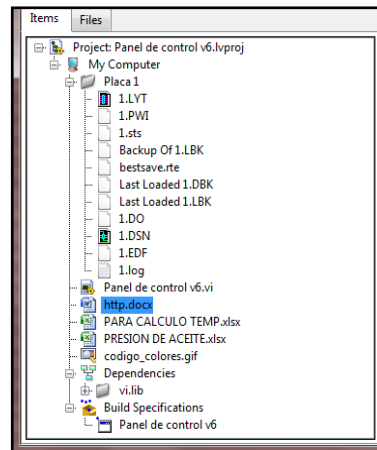


Figura #130. Proyecto asociado con el ejecutable y otros programas

Finalmente el proyecto está completo con varios archivos asociados, se pueden exportar archivos de office 2010, imágenes y archivos gif y una carpeta que contiene las placas electrónicas en proteus, y todos funcionan sin problemas.

Para crear el archivo que permite monitorear el sistema desde el internet tenemos que crearlo ingresando en la pantalla frontal, en el menú la opción de herramientas después en el submenú Web Publishing Tool, la pantalla mostrará las misma opciones que se puede observar en la figura #131

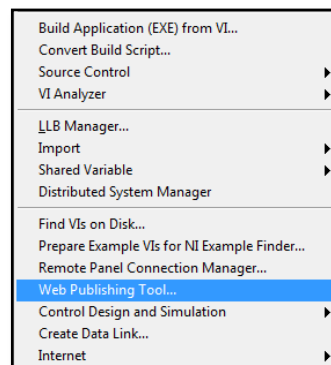


Figura #131. Herramienta para crear archivos Web

Al ingresar a esta opción la primera pantalla será la que muestra la figura # 132 en la que se podrá seleccionar el archivo vi, y principalmente si el archivo para la web será de monitoreo solamente o también de control.

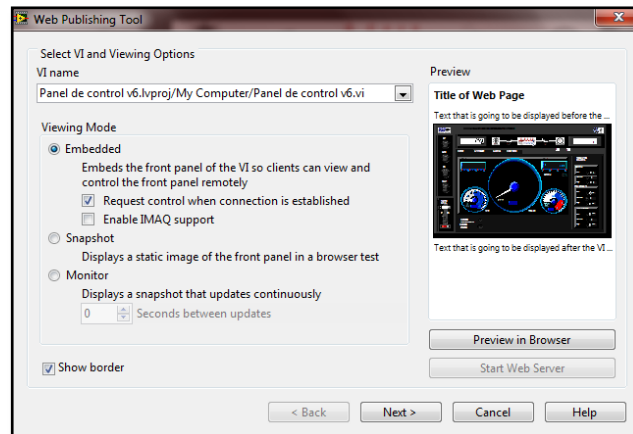


Figura #132. Herramienta para crear archivos Web pag1

El presionar siguiente tenemos la segunda pantalla en donde definimos el título del proyecto un anexo después del título (MONITOREO INALÁMBRICO DE UN GENERADOR) y un anexo después del gráfico, cabe resaltar que estos dos anexos solo son texto nada de gráficos u otros archivos.

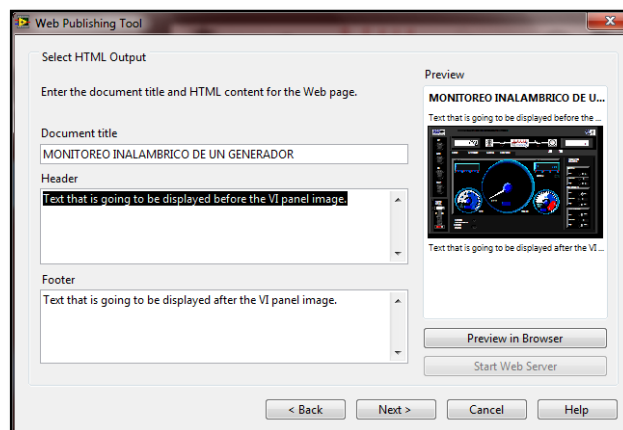


Figura #133. Herramienta para crear archivos Web pag2

En la tercera pantalla podemos especificar como se llamará el archivo, donde será guardado, cuál va a ser la extensión del URL y como se mostrara el archivo en la web presionando en vista previa.

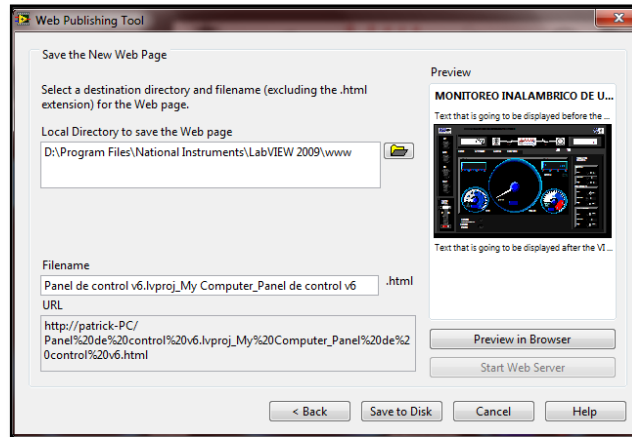


Figura #134. Herramienta para crear archivos Web pag3

Para finalizar con la creación del archivo web se tiene que guardar en el disco duro, finalmente revisamos la carpeta en donde está ubicado.

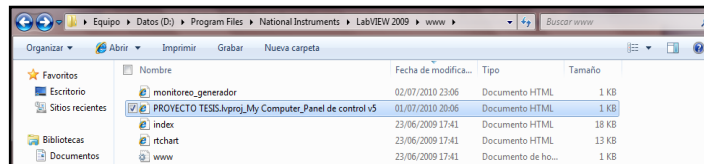


Figura #135. Archivo Web del proyecto.

Si ejecutamos este URL obtenemos la siguiente pantalla.



Figura #136. Archivo web

Como se puede observar en la figura #136, el archivo muestra el panel frontal del proyecto con el título y sin anexos tal como describimos al comienzo antes de crearlo.



Figura #137 Archivo web controlado por otro PC

Para realizar el monitoreo vía web del sistema que hemos creado debemos tener un computador como servidor, en el cual debe estar instalado el programa LabView y tener ejecutado el proyecto, al ejecutar el programa en otro computador el servidor detecta esta acción y automáticamente envía el control total a este computador que se ha enlazado al sistema, tal como muestra la figura # 137, mientras que el servidor solo observa cuales son las acciones que se realizan del computador enlazado.

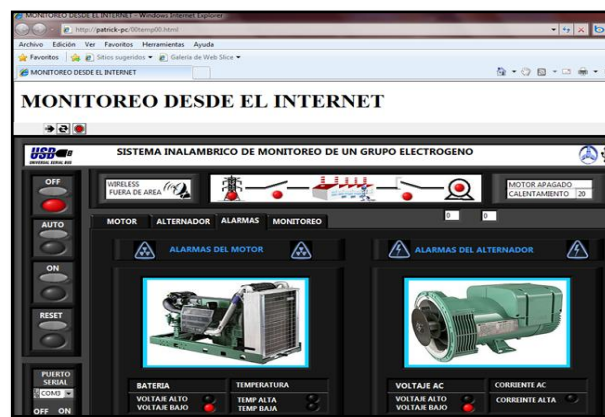


Figura #138. Computador enlazado controlando el sistema

El control se lo realiza desde el computador enlazado desde el internet, se realiza la prueba de observar la pantalla que muestra las alarmas del grupo electrógeno, tal como muestra la figura # 138, teniendo éxito en las pruebas de monitoreo y control pasamos a observar que es lo que ocurre con la pantalla del servidor, es exactamente lo que está ocurriendo en la computadora conectada por internet al sistema y los cambios que se toman son instantáneos.



Figura #139. Servidor recibiendo órdenes desde el internet.

Al tener más de un computador enlazado al servidor el primero que se enlazó tiene el control del sistema y los demás solo visualizan las acciones del primer computador.



Figura #140. Pruebas de envío y recepción de datos

La figura # 140 muestra como se envían y reciben los datos desde el internet, la computadora de la derecha en este caso sirve como servidor y el computador de la izquierda sirve como maestro, este recibe la información del servidor y el usuario puede enviar ordenes que el servidor las toma para finalmente controlar el generador. Después de observar el comportamiento de un grupo electrógeno es muy probable tener averías en la parte mecánica o en la parte eléctrica o en las dos, es por eso que se implementó este sistema bidireccional en este proyecto, esto quiere decir que yo envié datos desde mi generador al computador pero que también envié datos desde el computador para controlar el generador.

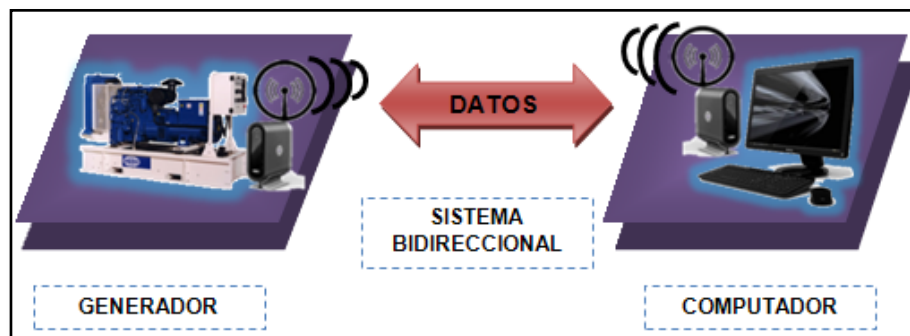


Figura #141. Proyecto de monitoreo y control de un generador

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO Y PROTOCOLO PARA ADQUISICIÓN DE DATOS.

En este capítulo se detalla como fue instalado el sistema de monitoreo inalámbrico del generador, cuáles fueron sus inconvenientes al instalar los sensores y que respuesta obtuvimos en cada uno de ellos

3.1 Implementación del sistema para la adquisición de datos de los parámetros del generador.

3.1.1.- Sensor de voltaje AC.

Al implementar el sistema de censado de voltaje debemos tener cuidado con el ingreso de los cables de línea y de neutro tiene que conectarse en el orden correcto, ya que en el sistema electrónico se encuentra el neutro conectado con el negativo de la batería, tenemos el riesgo que exista un voltaje alto en el micro controlador y podría quemarse permanentemente.



Figura #142. Tablero de cables de fuerza del generador

En la figura #142 se muestra el tablero de fuerza y control del generador instalado en ENERGY PLAM, donde se realizarán las pruebas de voltaje para comparar con el nuevo módulo electrónico, los datos se contrastan con el FLUKE 322 (*ver anexo) y los valores son similares.

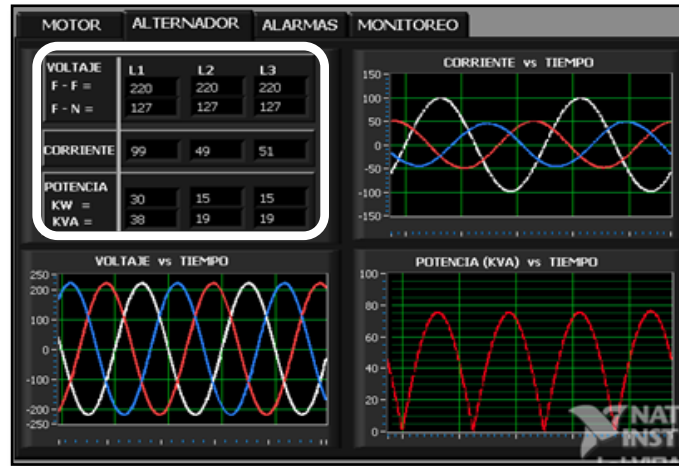


Figura #143. Voltaje en el display

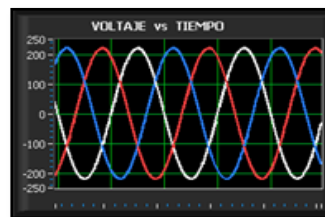


Figura #144. Voltaje senoidal trifásico en el display del programa Labview

Básicamente el voltaje que se observó en el display del circuito electrónico y la computadora fueron los mismos comparados con los que presenta la pinza amperométrica FLUKE.



Figura #145. Voltaje L1-L2 en Pinza amperométrica Vs Voltaje en la PC

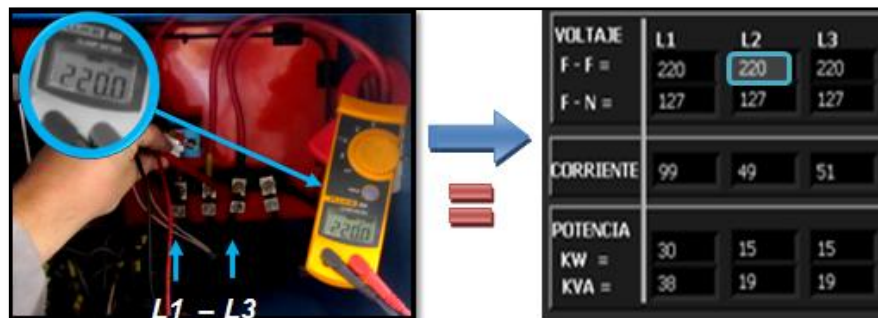


Figura #146. Voltaje L1-L3 en Pinza amperométrica vs Voltaje en la PC

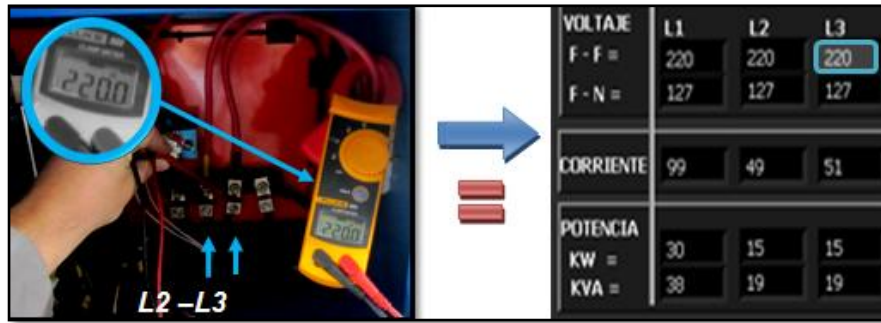


Figura #147. Voltaje L2-L3 en Pinza amperométrica vs Voltaje en la PC

En la figura # 147 se muestran varias mediciones esto se debe a que el multímetro fluke solo puede realizar la medición entre fase – fase y fase – neutro, y no como un analizador de voltaje que tiene los tres cables para tener una medición trifásica, en comparación con los datos que muestra el programa no existe diferencia tanto para voltajes de fase-fase y fase-neutro.

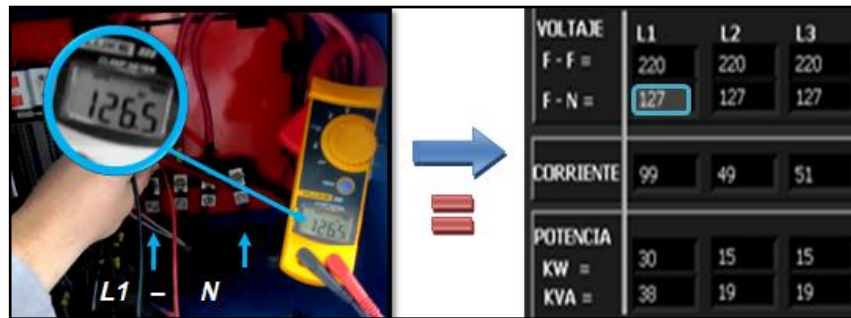


Figura #148. Voltaje L1-N en Pinza amperométrica vs Voltaje en la PC



Figura #149. Voltaje L2-N en Pinza amperométrica vs Voltaje en la PC



Figura #150. Voltaje L3-N en Pinza amperométrica vs Voltaje en la PC

Se puede observar que el voltaje es estable en ambos casos y que no existe ninguna diferencia en la medición de este parámetro.

El circuito de protección del sistema trifásico que ingresa al proyecto se encuentra

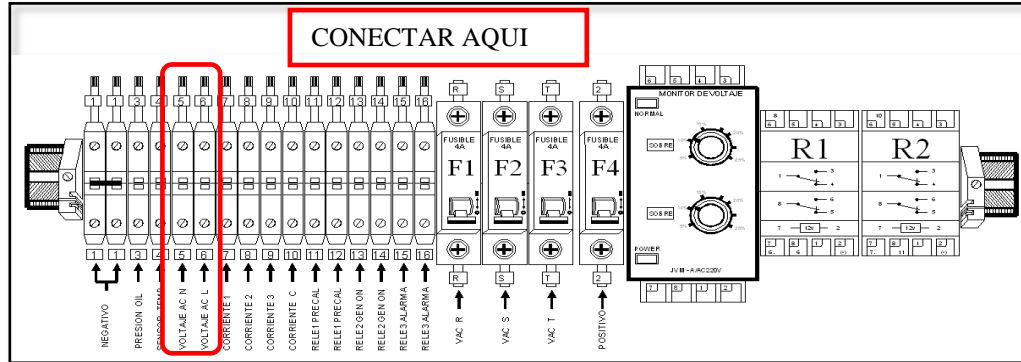


Figura #151. Sistema de control y protección

La figura # 151 muestra cuatro portas breakers, los tres primeros son para cada fase que sale del alternador e ingresa al censado de voltajes del proyecto y el último sirve para proteger el proyecto de algún corto circuito en la alimentación de la batería.

En realidad este sistema de protección sirve también para gozar de una mejor y más rápida conexión ya que las borneras que tiene al lado izquierdo se encuentran numeradas y tan solo con el ajuste de un tornillo obtenemos una buena conexión.

Para el censado de fases se observa un monitoreo trifásico pero en realidad lo que se está haciendo es midiendo el voltaje en una fase y simulando las tres con el mismo voltaje, al parecer las otras fases quedan desprotegidas de un bajo o alto voltaje, es por esta razón que se instaló un analizador de voltaje trifásico conectado a la fase de medición y cuando ocurra un desbalance mayor al +10% o el -10% este quita la señal de voltaje permitiendo obtener un error, este error se visualizará en la pantalla como alto o bajo voltaje dependiendo del caso, cumpliendo así la función de proteger al alternador por completo.

3.1.2.- Sensor de voltaje DC.

Para la instalación de este medidor de no se necesitó de cables o conexiones adicionales ya que, los cables que conectan al módulo del proyecto se encuentran alimentando también al medidor de voltaje de batería.

Las mediciones se las realizó con el generador en marcha es decir que el voltaje de la batería será sumando con el voltaje que nos entrega el alternador DC, por esta razón

el voltaje se encuentra en 13,7vdc, se puede observar que el voltaje en la pinza amperométrica es estable y que no existe ninguna variación entre las dos mediciones.

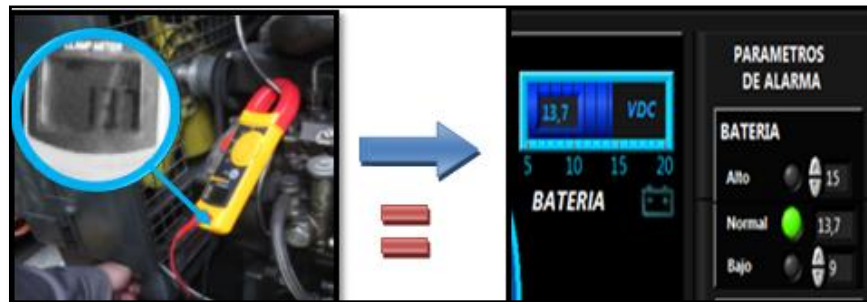


Figura #152. Voltaje DC en Pinza amp vs Voltaje en la PC

3.1.3.- Sensor de corriente.

El sistema de sensor de corriente es trifásico ya que necesitamos monitorear las tres fases del generador y saber con qué corriente está trabajando

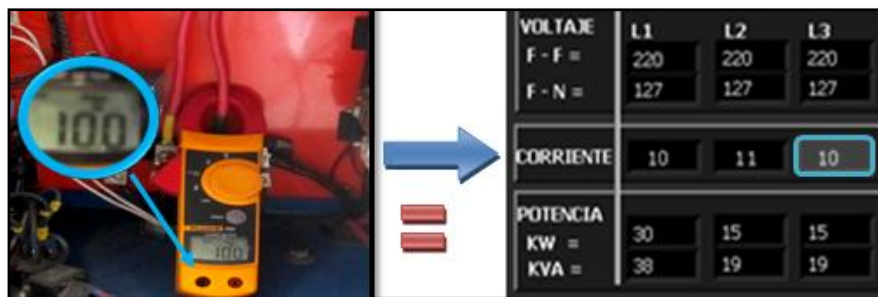


Figura #153. Corriente L3 en la pinza amperométrica vs Corriente L3 en la PC



Figura #154. Corriente L2 en la pinza amperométrica vs Corriente L2 en la PC

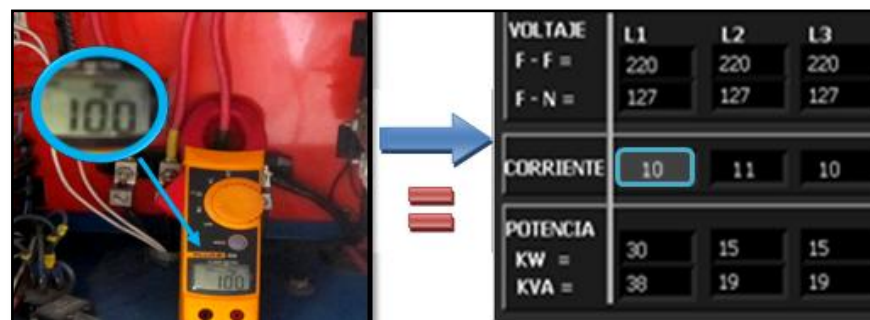


Figura #155. Corriente L1 en la pinza amperométrica vs Corriente L1 en la PC

El diseño del monitoreo de corriente se la realizó para visualizar las tres fases al mismo tiempo como se puede observar en la figura #155, teniendo un resultado aceptable y confiable ya que en varias pruebas la corriente que muestra es la misma tanto en la pinza amperométrica como el display de la computadora.

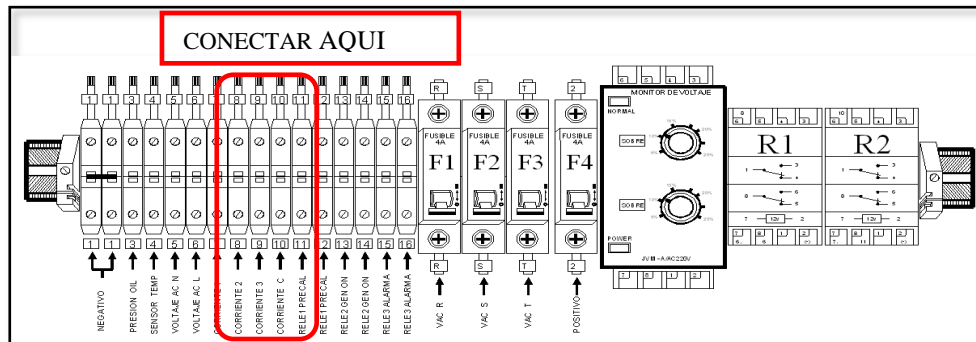


Figura #156. Sistema de control e ingreso de corrientes

La corriente antes de ingresar al micro controlador es tratada con un transformador de corriente colocado en cada línea de fuerza.

Los cables de negativo pueden ser unidos para reducir espacio en el sistema de control.

3.1.4.- Sensor de temperatura.

Con respecto al sensor de temperatura no hay muchos problemas en su instalación ya que tan solo es un cable el que se lo tiene que conectar, este cable sale desde el transductor de temperatura a resistencia, lo único que hace este aparato es transferir la temperatura a una resistencia que a medida que sube la temperatura la resistencia baja.



Figura #157. Sensor de temperatura a 15.3-c

El sensor tiene su resistencia alta en este caso ya que la temperatura es de 16-c
Cuando la temperatura del sensor sube a 78-c la resistencia va a ser baja este cambio de resistencia nos va a ayudar a tener un cambio de voltaje en las entradas del micro controlador y con un cálculo finalmente obtener la temperatura correcta.



Figura #158. Sensor de temperatura a 68-c

Se realizaron varias pruebas y las mediciones del medidor de temperatura láser comparado con el display que muestra el proyecto son iguales, y sin variaciones indeseables.



Figura #159. Sensor de temperatura a 75-c

En la figura de #159 la medición de temperatura se encuentra con un decimal es 75,1 grados centígrados, en el micro controlador también recibe la misma señal pero al visualizar por programación se corta el decimal y se reduce la medición al número más próximo es decir 75 grados centígrados.

El sistema para el censado de temperatura es confiable después de realizar las pruebas no hay variación en las mediciones y en comparación con los aparatos de medición FLUKE con el display del proyecto son iguales las lecturas.

3.1.5.- Sensor de presión de aceite.

Para visualizar la presión de aceite se lo realizó desde el módulo existente e instalado en el grupo electrógeno, el mismo que marca una presión de aceite de 4,6 bares

cuando el generador se encuentra encendido.

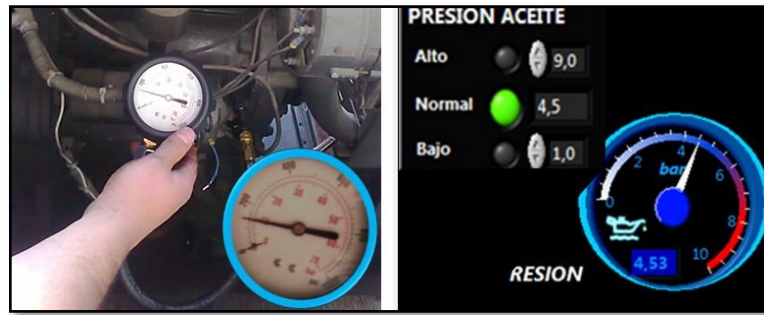


Figura #160. Sensor de presión de aceite en 4,6 bar

3.1.6.- Sensor de nivel de combustible.

Se realizó la limpieza del tanque de combustible y se colocó un sensor de nivel de combustible el cual según la cantidad de líquido en el tanque sube o baja una boya, la medición se la realiza por el cambio de resistencia que ofrece este sensor, al subir la boya acciona magnéticamente unos switch que lleva internamente el eje de dicha boya, brindando un cambio de resistencia de 0 a 180 ohmios.

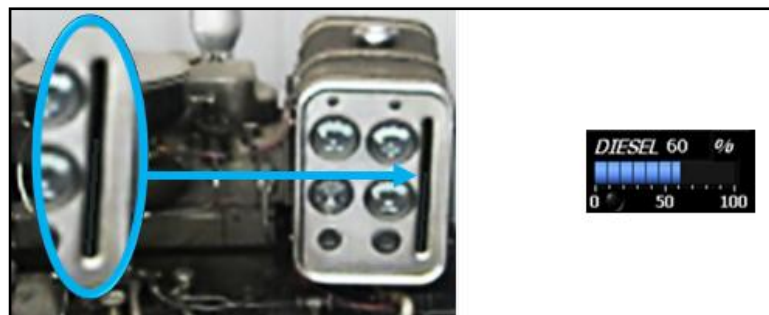


Figura #161. Sensor de nivel de combustible y la medición en la PC

3.1.7.- Sensor de frecuencia del alternador

Se realizó varias pruebas y la frecuencia al momento de realizar la medición con el multímetro tenemos 61.8Hz y la frecuencia en el computador muestra exactamente lo mismo 61,8 Hz, para otras frecuencias se probó y el resultado de la computador para este parámetro no tiene distorsión.

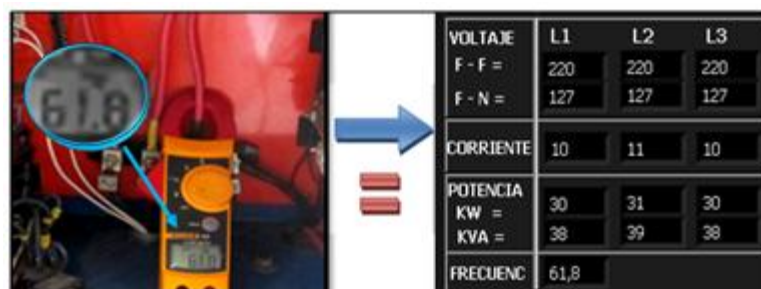


Figura #162. Sensor de frecuencia en 61.5 Hz en el multímetro y en la PC

3.2 Implementación del circuito para la transmisión y recepción de datos vía Inalámbrica.

3.2.1.- Instalación del circuito en el servidor.

Para la implementación de este circuito fue necesario instalar una caja pequeña en el computador (servidor) que tiene la función de proteger al módulo de transmisión de datos XBee.

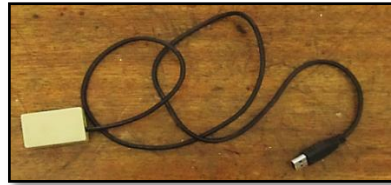


Figura #163. Módulo receptor de datos inalámbrico

La instalación del módulo receptor de datos inalámbrico es muy fácil ya que tiene un cable tipo USB universal, tal como muestra la figura # 163

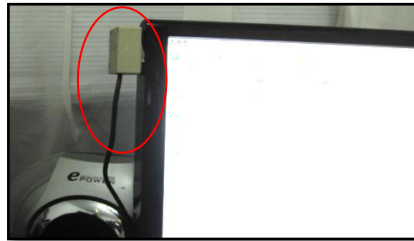


Figura #164. Instalación de módulo Xbee en computador

3.2.2.- Instalación del circuito en el generador.

En la placa que se diseñó para el control total del generador se encuentra instalado el módulo Xbee con la funcionalidad de enviar y recibir datos al computador.



Figura #165. Módulo electrónico en generador.

Como se muestra en la figura # 165, se tiene que hacer un agujero en el tablero que está ubicado arriba del alternador para instalar por dentro el nuevo módulo electrónico de monitoreo.

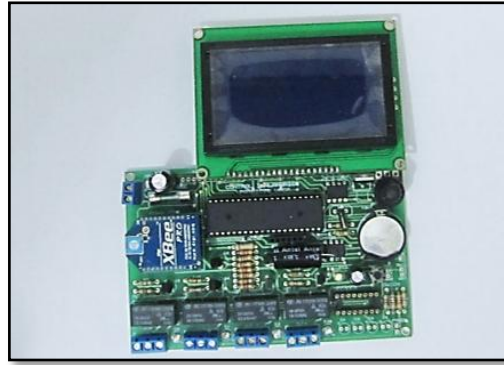


Figura #166. Módulo Xbee en circuito electrónico

La figura muestra donde se encuentra ubicado el módulo dentro del circuito electrónico, no es necesario la instalación de una antena ya que tiene una incorporada.

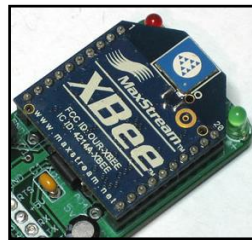


Figura #167. Módulo Xbee PRO con antena electrónica (1Km distancia)

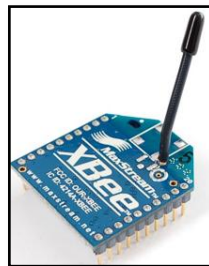


Figura #168. Módulo Xbee con antena convencional RF (100m distancia)

Nótese la diferencia entre ambos módulos Xbee, la antena convencional tiene un alcance de 100m (según catalogo Xbee ver Anexo) y el módulo Xbee PRO2 tiene una antena electrónica incorporada la cual tiene un alcance de 1000m (según catálogo Xbee ver anexo), una gran ventaja ya que no es necesario instalar o comprar una antena para que el sistema de monitoreo inalámbrico obtenga mayor alcance de transmisión.

3.3 Implementación del programa en LABVIEW para recibir la información del generador.

Es necesario instalar el programa Labview ya que todo el sistema de monitoreo se encuentra diseñado en esta plataforma, por ahora se procederá a instalar únicamente el programa de prueba por 30 días, porque habrán cambios y adecuaciones antes de tener un producto terminado y listo para la venta.

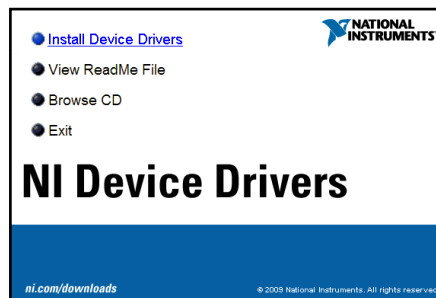


Figura #169. Instalación de Labview 2009 paso # 1

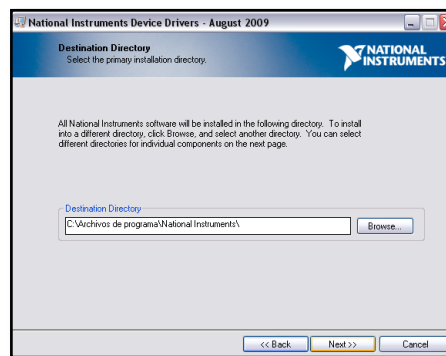


Figura #170. Instalación de Labview 2009 paso # 2

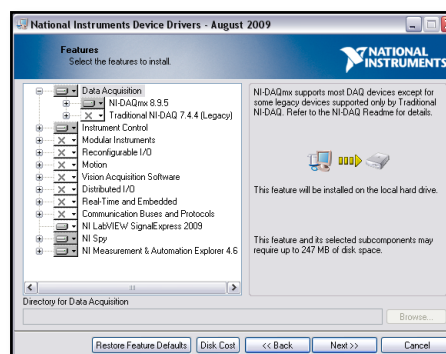


Figura #171. Instalación de Labview 2009 paso # 3

Al insertar los DVD que contienen el programa National Instruments, aparece automáticamente una página en donde el usuario escoge la aplicación de instalación tal como muestra el paso # 1, en el paso # 2 escoges la ubicación del programa, el tercer paso muestra una plantilla con varias aplicaciones donde se pueden elegir varias opciones o todas, con el fin de tener un programa más completo o solo lo

requerido para ciertos estudios.

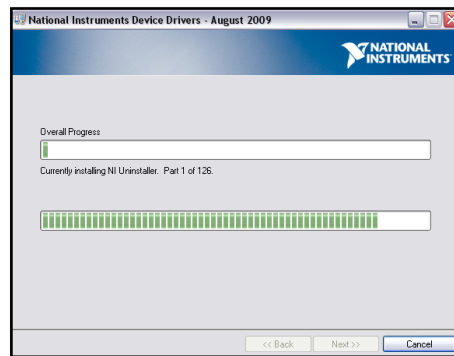


Figura #172. Instalación de Labview 2009 paso # 4

Al finalizar la barra del proceso de instalación y ya cargadas todas las aplicaciones escogidas podemos ingresar al programa diseñado, pero como no ingresamos ninguna clave este programa será utilizado como programa de evaluación.



Figura #173. Instalación de Labview 2009 (MODO DE EVALUACIÓN)

Este logotipo de SOFTWARE EVALUACIÓN se elimina al ingresar una clave o teniendo el archivo ejecutable con el programa diseñado.

Una vez instalado completamente el programa LABVIEW 2009 para que funcione correctamente la unidad de transmisión y recepción de datos es necesario instalar la un archivo adicional al programa LABVIEW que se llama visa441runtime, esta aplicación de national instrument permite abrir el protocolo USB al computador.

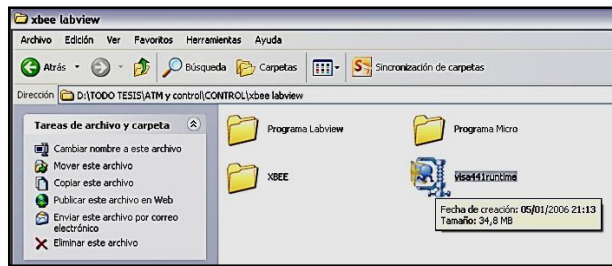


Figura #174. Instalación del programa VISA para Labview 2009 paso # 1

El archivo que permite realizar la transmisión de datos se encuentra comprimido, al abrir dicho archivo automáticamente presenta una pantalla en donde ya está lista la ubicación donde se va a descomprimir.

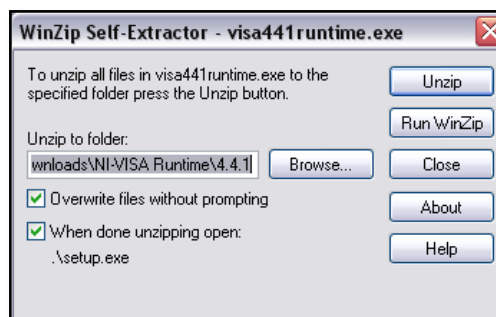


Figura #175. Instalación del programa VISA para Labview 2009 paso # 2

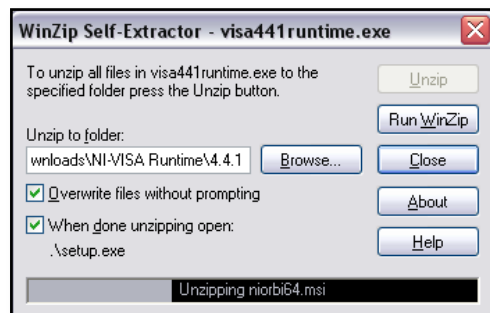


Figura #176. Instalación del programa VISA para Labview 2009 paso # 3

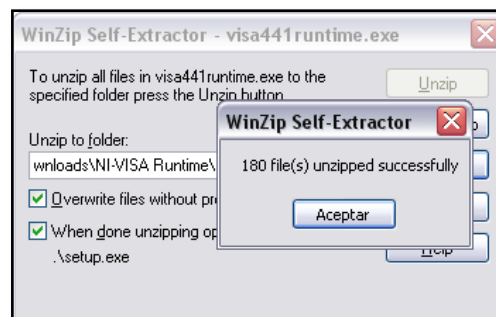


Figura #177. Instalación del programa VISA para Labview 2009 paso # 4

Al descomprimirse esta aplicación, aparece otra pantalla la cual carga el archivo para la instalación definitiva, tal como se muestra en la figura # 178

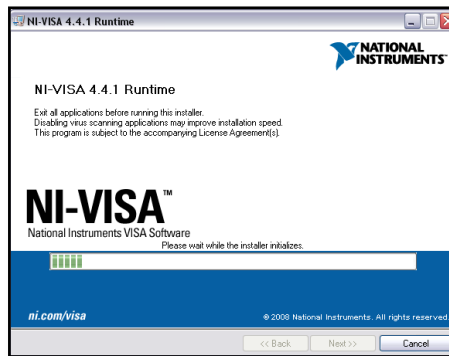


Figura #178. Instalación del programa VISA para Labview 2009 paso # 5

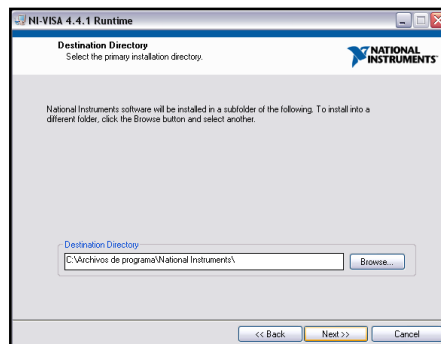


Figura #179. Instalación del programa VISA para Labview 2009 paso # 6

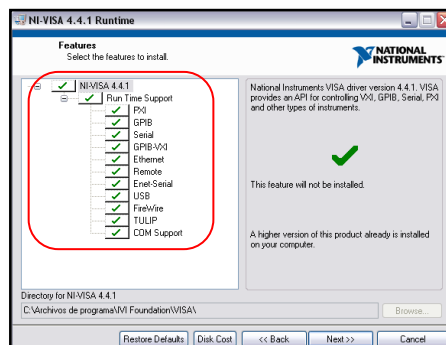


Figura #180. Instalación del programa VISA para Labview 2009 paso # 7

Las pantallas se muestran de la misma manera como cuando se estaba instalando el programa LABVIEW 2009, es recomendable no modificar nada en estas pantallas ya que los archivos que se necesitan vienen incluidos aquí, tal como comunicación USB, SERIAL, CONTROL, REMOTO, ETHERNET, etc.

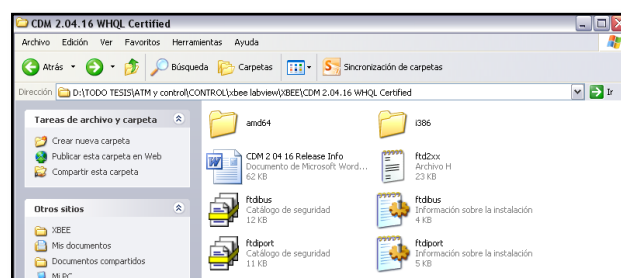


Figura #181. Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 1

Si no se instala esta aplicación en el momento que conectamos el módulo Xbee el computador no le reconoce y por lo tanto no se podrá realizar ninguna prueba.

Todavía no se ha terminado el proceso para que la unidad de transmisión inalámbrica sea reconocida por el computador, es necesario también instalar el controlador de dicha unidad.

Este controlador en realidad son varios archivos que cumplen la función de analizar al dispositivo que se conecta para la transición, y coordinar los datos recibidos para finalmente tratarlos como una comunicación serial.

Es decir que no solo en el programa LABVIEW se los puede ver sino que en cualquier otro programa que tenga enlace con la comunicación serial y se pueda escoger el puerto de comunicación y la velocidad.

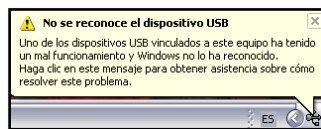


Figura #182. Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 2

Al instante que se conecta el dispositivo aparece la pantalla primero informando que este dispositivo no se reconoce y la segunda pidiendo la instalación del controlador.

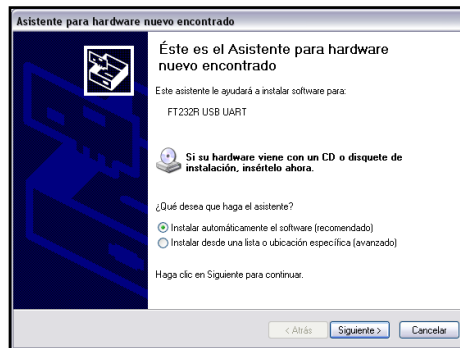


Figura #183. Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 3

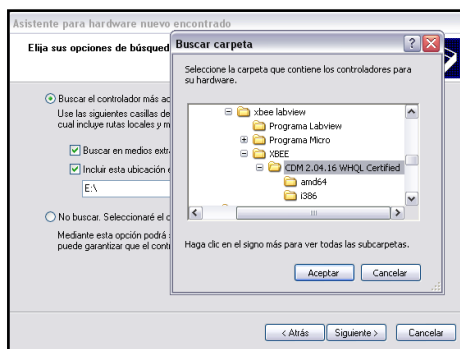


Figura #184. Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 4

Se coloca la ubicación de los archivos del controlador y el asistente para instalación

de hardware comienza a copiar todos los documentos en el sistema operativo del Windows.

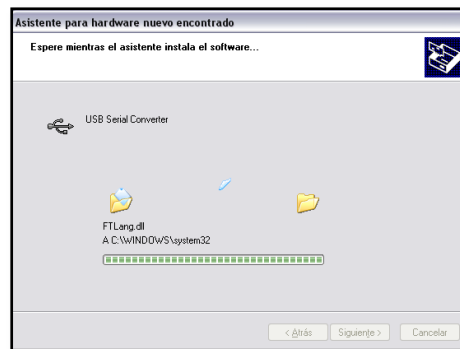


Figura #185. Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 5

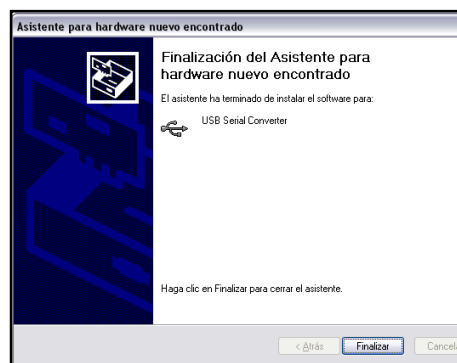


Figura #186. Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 6

Una vez realizado esta instalación aparece nuevamente una pequeña pantalla en la barra de tareas indicando que ya se encontró el hardware conectado



Figura #187. Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 7

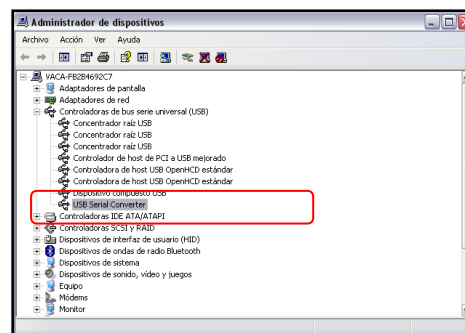


Figura #188 Instalación del controlador para el módulo Xbee paso # 8

Finalmente para confirmar si todo está en orden se abre el administrador de archivos de Windows y se verifica que al conectar la unidad de transmisión inalámbrica no aparezca junto un signo de interrogación.

CAPITULO IV

PRUEBAS Y ANÁLISIS DEL PROYECTO TERMINADO

En este capítulo se presenta las diferentes pruebas que se realizaron al módulo electrónico, además se presenta el análisis costo beneficio que obtenemos al instalar el proyecto en la empresa.

4.1 Pruebas de obtención de datos del generador al módulo electrónico

Las pruebas que se realizaron para la obtención de datos se las comprobó instalando por partes y confirmando que estén completamente funcionales y que las lecturas sean correctas contrastando la lectura con el FLUKE 332.

Se comprobó los parámetros del motor que la lectura sea la adecuada y luego se probó las lecturas de los parámetros del alternador.

4.1.1. Comprobación de lectura de los parámetros del motor al display del módulo



Figura #189. Comprobación de lectura de los parámetros del motor

4.1.2. Comprobación de lectura de los parámetros del alternador al display del módulo

El mismo procedimiento que se ejecutó para la lectura de parámetros del motor se le realizó para la lectura de parámetros del alternador.

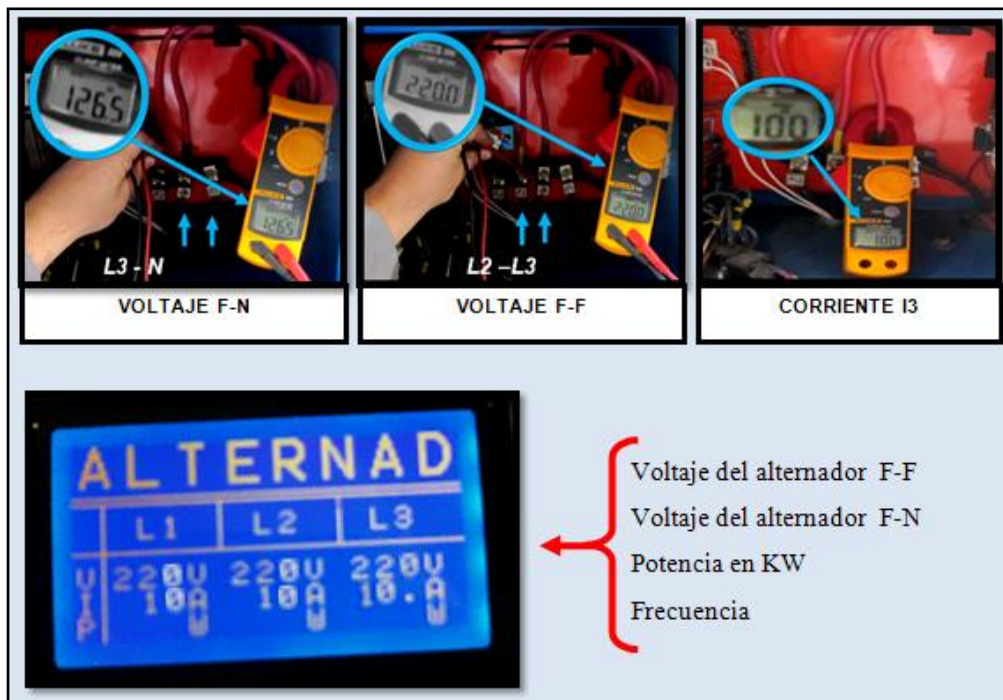


Figura #190. Comprobación de lectura de los parámetros del alternador

Se concluye que los datos medidos por el fluke y los datos mostrados por el display del módulo electrónico son los mismos y no tienen fluctuaciones.

4.2 Pruebas de envío y recepción de datos entre módulos electrónicos.

Para esta prueba es necesario considerar el ruido eléctrico que tenemos cuando el generador se encuentra encendido.

Es indispensable saber y tener muy claro que el ruido acústico no afecta en casi nada a los circuitos eléctricos, normalmente el ruido acústico que produce el generador es de 50 decibeles sin carga y 55 decibeles a plena carga.

Si bien es cierto el ruido eléctrico es una distorsión de alta frecuencia en la forma de onda del voltaje, causado por perturbaciones en la alimentación comercial o por equipos tales como soldadoras eléctricas, cajas de conmutación, inversores, drives y transmisores, el ruido acústico en estos aparatos pasa frecuentemente desapercibido pero el ruido eléctrico si contamina a todo el circuito eléctrico.

Es importante destacar que un ruido frecuente o de altos niveles puede causar malfuncionamiento en los equipos alimentados, corrupción de datos, sobrecalentamiento y desgaste en general.

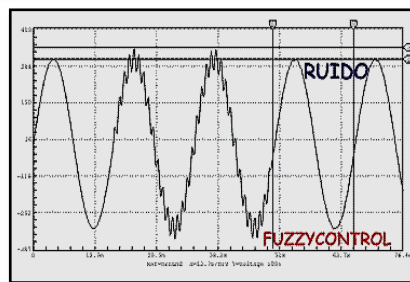


Figura #191. Ruido eléctrico en un sistema monofásico

Si fuera el caso de tener ruido en el sistema eléctrico de la empresa se recomienda el uso de un estabilizador de voltaje de alta calidad o UPS con filtros de baja, media y alta frecuencia incorporadas, o un transformador de ultra-aislación con pantalla electrostática y los filtros adecuados.

En las instalaciones de la empresa no existen trabajos con soldadoras, no hay motores eléctricos, bombas de agua o ascensores, lo único que podría afectar con ruido al sistema son los UPS's (Unidad Suplementaria de Poder o energía) y las lámparas con transformador, pero para descartar completamente si existe ruido en la empresa se realizará un análisis de calidad de energía eléctrica en la empresa conectado.

4.2.1. Prueba de calidad de energía eléctrica en la empresa ENERGY PLAM

Este análisis se lo realizará con el FLUKE 435 el cual monitorea la carga, este aparato nos entrega la forma de onda del sistema trifásico, los armónicos, las fallas de red pública, la potencia que consume y la corriente por una cada fase.



Figura #192 Analizador de carga FLUKE 435³³

³³ Fluke Instrument. Manual de operación FLUKE 435. pág.2

Para instalar este equipo no es necesario desconectar ningún aparato eléctrico, tan solo se conecta los amperímetros y las pinzas para medir la corriente; ese mismo instante se muestra en el display los resultados que deseamos y lo más importante en esta caso la forma de onda que tiene la carga de la empresa.



Figura #193. Instalación del analizador de carga FLUKE 435

La empresa actualmente tiene un tablero manual de transferencia esto quiere decir que cuando hay una falla de red pública se debe prender el generador y realizar el cambio de fuente eléctrica en el tablero de transferencia que muestra en la figura # 193, se toma las medidas y análisis de energía en ese tablero ya que es allí donde se encuentra toda la carga de la empresa.

A continuación se muestran todos los datos obtenidos al conectar en analizador de energía eléctrica en los cables de fuerza de la empresa.

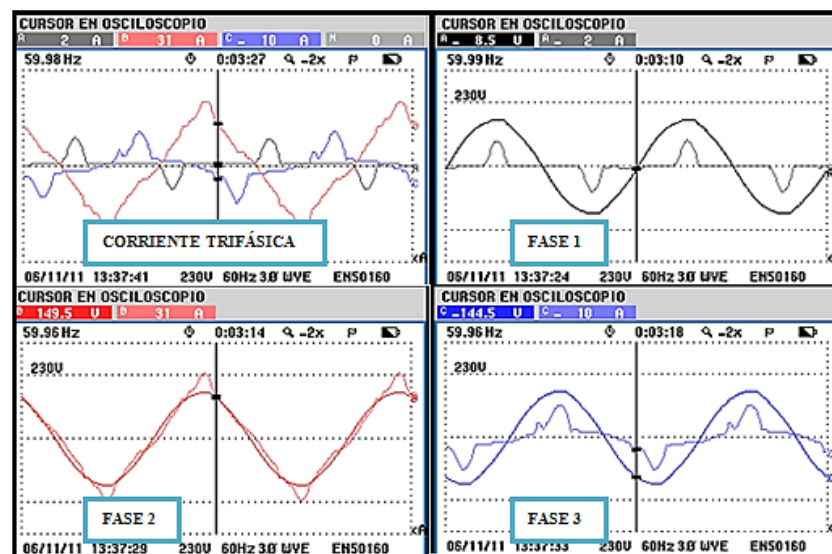


Figura #194. Análisis de corriente trifásica y análisis en cada fase

La corriente de la empresa es baja ya que no existen motores o cargas resistivas grandes, prácticamente es iluminación y equipos de computación, la corriente nominal se encuentra en el rango de 20A a 30A

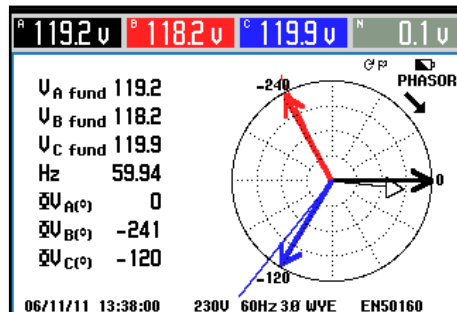


Figura #195. Análisis de corriente trifásica y voltaje trifásico

La corriente se encuentra desfasada 120· eléctricos lo que representa que no hay pérdidas o multas generadas por la carga.

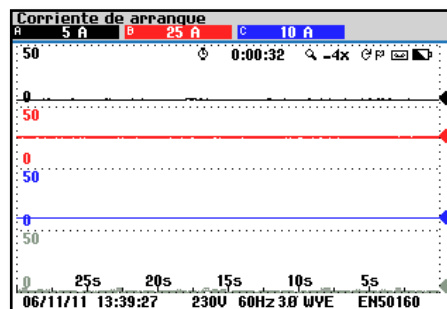


Figura #196 Análisis de picos de corriente trifásica

Se realiza el análisis de carga durante 1 hora y la corriente se mantiene sin picos o variaciones.

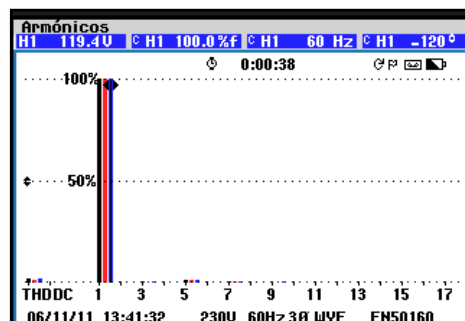


Figura #197. Análisis de armónicos.

Este análisis es fundamental al momento de conectar un equipo generador a la carga de la empresa, ya que si existen armónicos elevados podría dañar el funcionamiento

del alternador, en este análisis se demuestra que no existen armónicos elevados en la carga.

4.2.2. Calidad de energía generada por el grupo electrógeno de ENERGY PLAM

Este último análisis se lo realiza para descartar la posibilidad de que el generador tenga ruido eléctrico en el momento que se encuentra encendido y contamine las líneas de fuerza que alimentan la carga.

El analizador de energía se lo conectó directamente a las líneas de fuerza del alternador, tal como muestra la figura# 198



Figura #198. Instalación del analizador FLUKE 435 en el generador

El Fluke 435 se lo conectó en el tablero de control y de fuerza del grupo electrógeno ya que allí se encuentran los bornes para la conexión de la carga.



Figura #199. Analizador FLUKE 435 conecta en el tablero de control del generador

Ahora analizaremos el voltaje que genera el grupo electrógeno con el fin de observar el tipo de onda trifásica que entrega el equipo.

La onda trifásica se encuentra desfasada 120° eléctricos, que es lo correcto para un sistema trifásico, sin ruido eléctrico o perturbaciones.

Con todos estos datos se confirma realmente que no existe ruido eléctrico en la empresa ENERGY PLAM

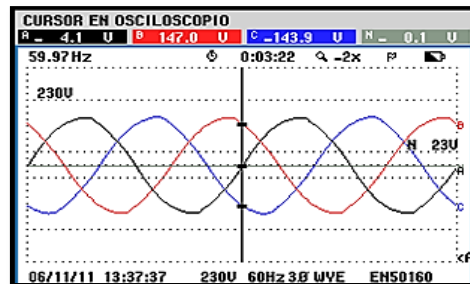


Figura #200. Análisis de voltaje onda trifásica.

Como se puede observar en las figuras anteriores se descarta también la posibilidad de la existencia de ruido eléctrico producido por el generador, por otra parte se observa que el voltaje y la frecuencia de la onda trifásica se encuentran estables y dentro de los parámetros que pide las normas de la empresa eléctrica.

Es el momento de realizar las pruebas correspondientes de emisión y recepción de datos de los dispositivos que se encuentran uno en el módulo del generador y el otro se encuentra instalado en la computadora directamente.

Se realiza las siguientes comparaciones entre lo medido por el módulo electrónico y lo que finalmente llega al computador.

4.2.3 Comparación de la medición de los parámetros del alternador



Figura #201. Parámetros mostrados en la PC obtenidos del alternador



Figura #202. Parámetros mostrados en la PC obtenidos del alternador

4.2.4. Comparación de la medición de los parámetros del motor



Figura #203. Parámetros mostrados en la PC obtenidos del motor



Figura #204. Parámetros mostrados en la PC obtenidos del motor

Se puede observar que tanto los parámetros del alternador como los parámetros del motor son completamente iguales sin alteraciones y con una medición estable.

4.3 Pruebas de datos recibidos en internet.

Con la creación de un host para almacenar el URL que nos entregó el programa LabView, ya se puede monitorear el sistema desde la web, realmente al ingresar el URL al host el alcance de monitoreo es ilimitado. Los dos únicos requisitos es tener instalado el programa LaBView en el computador donde se desea monitorear al grupo electrógeno y tener internet; se lo puede realizar desde cualquier parte del mundo.

Como existe mucho peligro de invasión en el sistema por medio del internet es necesario colocar claves de acceso para poder ingresar al sistema de monitoreo tanto en el servidor como en el cliente.

Los datos que tenemos en el computador que funciona como servidor, los datos son los que se presentan en la figura # 205



Figura #205. Parámetros mostrados en la PC obtenidos del alternador

Se puede observar que los datos llegan con rapidez al servidor son estables y cuando hay una variación en el generador inmediatamente se muestra en el monitor de la pantalla



Figura #206. Parámetros mostrados en la PC obtenidos del alternador

Se puede observar que los datos que llegan al otro computador son los mismos del servidor y que la rapidez depende mucho del computador y de la banda del internet.



Figura #207. Parámetros mostrados en la PC obtenidos del alternador

4.4 Análisis de costo-beneficio del proyecto.

Introducción

El análisis costo / beneficio es el proceso de colocar cifras en dólares en los diferentes costos y beneficios que ofrece un cambio para mejorar el desempeño en la empresa. Al utilizarlo, podemos estimar el impacto financiero acumulado de lo que queremos lograr.

Objetivo:

Al realizar el análisis costo beneficio, tomar una decisión la misma que elimine definitivamente las pérdidas generadas por fallas de energía eléctrica.

Desarrollo:

Para cumplir este punto es necesario el análisis completo de los siguientes:

- Determinar las causas más frecuentes para que un grupo electrógeno no funcione.
- Análisis de cotizaciones de un sistema que mejore el funcionamiento del generador.
- Perdida en la empresa ENERGY PLAM que existe con ausencia de red pública.

4.4.1 Causas más frecuentes que producen que el G.E. no funcione correctamente.

Es necesario saber cuáles son los casos de averías de un grupo electrógeno, después de realizar el estudio de dichos casos es necesario justificar la implementación de un equipo electrónico en el generador de ENERGY PLAM.

Con los datos tomados de las órdenes de trabajo en la empresa Energy Plam durante un año de prestar el servicio de mantenimiento a grupos electrógenos, se realizó 329 mantenimientos, se atendió 387 casos por emergencia y 210 atenciones normales.

Pondremos énfasis en analizar las llamadas de emergencia y las atenciones y resaltar los casos más significativos.

Total de atenciones = Nro. Atenciones de emergencia + Nro. de atenciones normales

Total de atenciones = 387 + 210

Total de atenciones = 597

Alarmas más comunes en un grupo electrógeno.

Dentro de estas atenciones vamos a destacar 10 de los casos más frecuentes y comunes que le ocurren al cliente con un grupo electrógeno.

ATENCIÓN AL CLIENTE DURANTE UN AÑO

Nro	Descripción del caso	Nro atenciones	Porcentaje
1	No enciende el equipo por batería baja	136	22,8%
2	No enciende el equipo por tener aire en las cañerías de combustible	121	20,2%
3	El módulo electrónico se encuentra alarmado PARADA DE EMERGENCIA	98	16,4%
4	El módulo electrónico se encuentra alarmado FALLO DE ARRANQUE	87	14,5%
5	Sobre calentamiento MANTENIMIENTOS NO PROGRAMADOS	50	8,4%
6	El operario no puede usar el módulo electrónico	42	7,0%
7	Un fusible del tablero de control se encuentra quemado	30	5,0%
8	Un cable tiene mala conexión	19	3,1%
9	El módulo se encuentra desprogramado	13	2,1%
10	El módulo se encuentra quemado	3	0,5%
TOTAL DE ATENCIONES AL CLIENTE		597	

Tabla #12 Cuadro de fallas de un generador

Si la perspectiva cambia a valor de porcentaje tenemos el cuadro siguiente

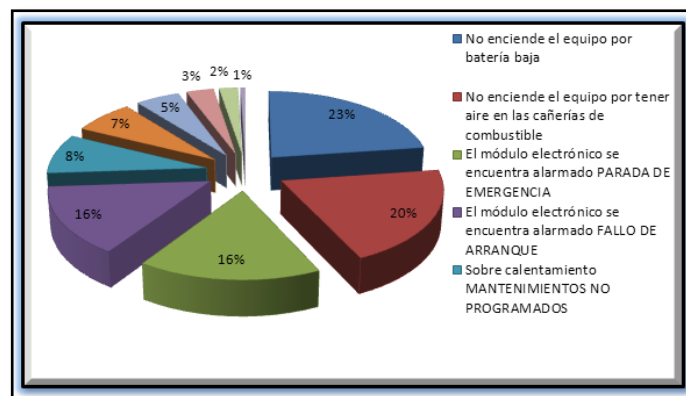


Figura #208. Cuadro en porcentaje de fallas de un generador

Los grupos electrógenos fallan la mayoría de veces por que la batería esta baja, porque las cañerías de combustible están con aire, por falla al arranque, por parada de emergencia y por sobrecalentamientos. Todos estos casos vamos a clasificar en tres ya que tienen algo en común.

Alarmas del caso numero 1

- El equipo no enciende por batería baja.
- Falla al arranque las cañerías se encuentran sin combustible.

Análisis

Varios generadores tiene cargador de baterías pero no es suficiente instalar este sistema ya que las baterías se las creó para que funcionen con carga, al tener solo como carga del módulo electrónico que es 1A de consumo aproximadamente, la vida útil de la batería se reduce a la mitad, lo que dura normalmente tres años ahora durará dieciocho meses.

El sistema de combustible posee varias abrazaderas y uniones que hacen que este sistema sea vulnerable a una fuga de combustible o un retorno al tanque, formando un espacio de aire cada vez más amplio que al momento de encender el equipo esta burbuja de aire ingresa por todo el sistema, produciendo que falle el motor al encendido y que el módulo electrónico de hasta tres intentos de arranque para posteriormente alarmarse por FALLA AL ARRANQUE.

Solución

Instalar un programador semanal capaz de prender el generador una vez por semana durante 15 minutos, cargando las baterías y haciendo circular combustible por todas sus cañerías.

Costo

Instalación y mano de obra: 175\$

Alarmas del caso numero 2

- El módulo electrónico se encuentra alarmado PARADA DE EMERGENCIA
- El operario no puede usar el módulo electrónico

Análisis

Existen varios generadores instalados módulos electrónicos de diferentes marcas, tamaños, comandos, botones, paneles, etc. Si a una persona que no tiene experiencia desea manipular el panel frontal del módulo se le va a ser muy complicado si no ha tenido la capacitación correcta, al momento de vender un equipo la empresa tiene la responsabilidad de enseñar al administrador y al guardia del edificio como usar dicho aparato, pero cuando no se encuentra el administrador las personas que prenden y apagan los generadores son los guardias de seguridad, como los guardias tienen horarios rotativos, ha pasado que en una emergencia no está el administrador y el guardia que se le dio la capacitación tiene el día libre y el equipo no se prende esta alarmado y el guardia de turno no sabe como operarlo.

Solución

Curso de capacitación de como operar el equipo en caso de emergencia a todos los guardias de seguridad del edificio.

Costo

Curso de operación y manuales de operación y mantenimiento 215\$

Alarmas del caso numero 3

- Sobre calentamiento MANTENIMIENTOS NO PROGRAMADOS
- Un cable tiene mala conexión
- Falla por sensores en mal estado

Análisis

Los fabricantes de aceites y aditivos recomiendan cambiar el aceite de un motor cada 6 meses ya que pierde las características de lubricación, esto sucede a la humedad del ambiente y por los constantes cambios de temperatura “el vapor se condensa y se forma gotas de agua” cuando esto pasa los grados de viscosidad bajan en el aceite, teniendo como resultado un mayor calentamiento en el motor por la fricción que tiene en los pistones.

Solución

Contratar un servicio de mantenimientos programados.

Costo

Inspección mensual de: aparatos de medición y grupo electrógeno	100\$
Programación para mantenimientos preventivos	50\$

Justificación para implementar un módulo electrónico en el generador

Para obtener una solución más extensa se podría instalar un aparato el cual monitoree periódicamente el comportamiento del motor, el alternador y los aparatos de medición del grupo electrógeno enviarlos a una computadora para analizar cada uno de ellos y obtener más información de la conducta general del generador.

Para la implementación del monitoreo del grupo electrógeno se ha realizado tres cotizaciones con las mismas especificaciones.

1ra cotización³⁴

Empresa: DISBANEIRO CÍA LTDA.

Garantía: Si - 12 meses

Módulo: Siemens S7 + expansiones

Protocolo para monitoreo: Si tipo Ethernet (alámbrico)

Programación semanal: Si programable

Programación de mantenimientos: Si programable

Formular base de datos programable: No

Base de datos: No

Monitoreo desde el internet: No

Control desde el internet: No

Costo: 7000\$



³⁴ Ver cotización Disvaneiro en Anexos de proyecto

2da cotización³⁵

Empresa: ENERGY PLAM CÍA LTDA.

Garantía: Si - 12 meses

Módulo: Deep Sea 7320 + módulo Rs486

Protocolo para monitoreo: Si tipo 486 (alámbrico)

Programación semanal: Si programable

Programación de mantenimientos: Si programable

Formular base de datos programable: No

Base de datos: Si (visual solo en programa Deep Sea)

Monitoreo desde el internet: Si

Control desde el internet: No

Costo: 3000\$



³⁵ Ver cotización Energy Plam en Anexos de proyecto

3ra cotización ³⁶

Empresa: Patricio Vaca

Garantía: Si - 12 meses

Módulo: MMI V1.0 (Proyecto de tesis)

Protocolo para monitoreo: RS-232 (alámbrico)

Xbee RS-232 (Inalámbrico)

Programación semanal: Si programable

Programación de mantenimientos: Si programable

Base de datos: Si (Excel con curvas y gráficas ilustrativas)

Formular base de datos programable: Si dos formas alarmas y tiempo

Monitoreo desde el internet: No

Costo: 1500\$



³⁶ Ver cotización Patricio Vaca en Anexos de proyecto

Realizando una evaluación de las tres cotizaciones tenemos la siguiente tabla.

Nro	COMPARACIÓN DE VENTAJAS	COTIZACIÓN # 1	COTIZACIÓN # 2	COTIZACIÓN # 3
	Empresa:	DISBANEIRO	ENERGY PLAM	PATRICIO VACA
1	Garantía:	SI 12 MESES	SI 12 MESES	SI 12 MESES
2	Módulo:	SI SIEMENS S7	SI DSE 7320	SI MMI
3	Protocolo para monitoreo:	SI ETHERNET	SI SERIAL	SI SERIAL
4	Monitoreo alámbrico	SI RS 484	SI RS 232	SI RS 232
5	Monitoreo inalámbrico	NO ●	NO ●	SI
6	Programación semanal:	SI	SI	SI
7	Programación de mantenimientos:	NO ●	SI	SI
8	Crear base de datos:	NO ●	SI	SI
9	Formular base de datos programable:	NO ●	NO ●	SI
10	Sistema confiable solo con baterías:	NO ●	SI	SI
11	Cambio de partes y repuestos:	SI	NO ●	SI
11	Certificado de calidad	SI	SI	NO ●
12	Monitoreo desde el internet:	NO ●	SI	SI
13	Costo Económico	NO 7000\$	NO 3000\$	SI 1500\$
Calificación del producto		7 // 13 ★	10 // 13 ★★	12 // 13 ★★★

Tabla #13. Tabla comparativa de cotizaciones

Con esta tabla se puede determinar que la cotización #1 y la #2 tienen varias ventajas pero no todas las que tiene la cotización #3 (Proyecto de tesis), y lo mejor de esta cotización a parte de tener las ventajas que tiene es su precio, hay que tener muy claro que este proyecto si bien es cierto es seguro y se le ha realizado varias pruebas de confiabilidad durante seis meses. Durante este año nos preocupamos en fabricar un módulo amigable y fácil de usar con una interface rápida y tangible, más el siguiente paso será obtener un certificado de calidad.

4.4.2 Perdida en la empresa ENERGY PLAM que existe con ausencia de red pública.

Cuando hay una falla de 1 hora de energía eléctrica en la empresa ENERGY PLAM según la información tomada de contabilidad de la misma, la empresa pierde por no trabajar una hora casi 1000\$.

Ingresos por ventas y servicio en ENERGY PLAM	
Anual	4000000,0
Mensual	166666,7
Diario	7575,8
Horas	947,0

Tabla #14. Promedio de ingresos en ENERGY PLAM

Los datos de finales fueron calculados teniendo en cuenta que se trabaja 8 horas diarias y 22 días al mes, sin tomar en cuenta los días feriados.

FALLAS ELECTRICAS DURANTE UN AÑO (SECTOR CARCELÉN)					
AÑO	MES	DIA Y HORA	DURACIÓN	DIA Y HORA	DURACIÓN
2010	MARZO	Jueves 11 / 9:00 am	1h 00 min		
	ABRIL				
	MAYO	Miercoles 5 / 11:00 am	2 h 10 min	Lunes 24 / 15:00 pm	1 h 0 min
	JUNIO				
	JULIO	Lunes 26 / 8:00 am	0 h 30 min		
	AGOSTO	Jueves 12 / 12:00 pm	1 h 20 min		
	SEPTIEMBRE				
	OCTUBRE				
	NOVIEMBRE	Miercoles 17 / 16:00 pm	1 h 0 min		
	DICIEMBRE	Lunes 20 / 10:00 am	1 h 15 min		
		SUB TOTAL DE HORAS	7 h 15 min		
2011	ENERO				
	FEBRERO	Jueves 24 / 13:00 pm	0 h 45 min		
			SUB TOTAL DE HORAS	0 h 45 min	
		TOTAL DE HORAS	8 HORAS		

Tabla #15. Horas de fallas de la red pública durante un año.

Este análisis se lo realizó durante un año tomando en cuenta desde el mes de Marzo del 2010 hasta el mes febrero de 2011, se descartó las horas de racionamiento energético que duraron hasta mediados de febrero del 2010.

4.4.3 Costo / Beneficio

Básicamente el número de horas de ausencia de red pública que tenemos al año la pérdida si no tenemos un generador que respalde estas fallas de energía, en todo el año tendría la empresa una pérdida igual a:

Perdida al año: (Fallas de energía eléctrica) x (Costo hora de trabajo)

Perdida al año: (8) x (947.56)

Perdida al año: 7580.48\$

Los mantenimientos preventivos también serán tomados en cuenta, se realizarán dos por año y el costo de cada uno de ellos según la proforma emitida por ENERGY PLAM donde incluye el costo de materiales y mano de obra, el valor es 200\$.

Para tener el costo de esta inversión se tomaran en cuenta también dos valores adicionales el primero es una transferencia automática de 100A que tiene un costo de 1500\$ y sus contactores serán motorizados, y el segundo valor a tomar es el combustible que consume el grupo electrógeno en todo el año.

El número total de horas que va a funcionar el generador en un año es el valor que se prende por fallas de red pública y las horas que se prende semanalmente.

Horas al mes de la programación semanal = Tiempo de encendido x 4

Horas al mes de la programación semanal = 15 minutos x 4

Horas al mes de la programación semanal = 1 hora

Horas de encendido al año por programación semanal = 1hora x 12 meses

Horas de encendido al año por programación semanal = 12 horas

Consumo del combustible del generador según plantilla del fabricante = 1.2 gal/hora

Un galón de combustible cuesta 0.58\$.

Consumo por programación semanal al año = 1.2 x 12

Consumo por programación semanal al año = 14,4 galones

Consumo de combustible por programación = 14,4 galones * 0.58\$

Consumo de combustible por programación = 8.35 \$

Consumo por fallas eléctricas al año = 1.2 gal / h x 8 horas

Consumo por fallas eléctricas al año = 9.6 galones

Consumo de combustible por fallas eléctricas = 9,6 galones * 0.58\$

Consumo de combustible por fallas eléctricas = 5.57 \$

Consumo total de combustible = Consumo por fallas + consumo por programación

Consumo total de combustible al año = 8,35\$ + 5,57\$

Consumo total de combustible al año = 13.92 \$

COSTO		BENEFICIO	
DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR
Implementación de módulo electrónico	1500\$	Perdidas por fallas en red pública	7580,48\$
Tablero de transferencia automático 100A	1500\$		
Mantenimiento preventivo	200\$		
Combustible	13,92\$		
TOTAL	3213.92	TOTAL	7580.48\$

Tabla #16. Tabla de costo beneficio del proyecto³⁷

El costo beneficio del producto está justificado al tener un gasto de 1500\$ y solventar la energía a la empresa a tiempo completo y reducir sus pérdidas a 0\$,

Los cálculos demostraron un beneficio substancial para el primer año es:

Beneficio substancial = 7580,48\$ - 3213,92\$

Beneficio substancial = 4366,56\$

Sin embargo, la relación de beneficios a costos era de:

Relación = BENEFICIO / COSTO

Relación = 7580.48 / 4366.56

Relación = 1.736

La relación de beneficios a costos es de 1.736 de retorno por cada dólar gastado, este será un retorno positivo.

³⁷ Datos de proformas en Anexos de proyecto

4.5 Análisis de resultados obtenidos.

Para el análisis de todos los resultados es necesario comparar cada uno de los datos y observar si existe un error para posteriormente corregirlo, es importante destacar que en el transcurso de las pruebas realizadas no hay mucha variación entre las mediciones reales lo que presenta el módulo electrónico, tenemos una variación del $\pm 0,5 \%$.

4.5.1. Comprobación de lectura de los parámetros del motor a la tarjeta de adquisición de datos en el computador y los datos recibidos desde el internet



Figura #209. Comparación de los datos recibidos de la temperatura del motor



Figura #210. Comparación de los datos recibidos de la presión de aceite



Figura #211. Comparación de los datos recibidos del voltaje de la batería

PARAMETROS DEL MOTOR:		NIVEL DE COMBUSTIBLE	
REAL	EN MÓDULO ELEC	EN EL COMPUTADOR	EN EL INTERNET
			

Figura #212. Comparación de los datos recibidos del nivel de combustible

Como se puede observar el dato recibido por el sistema de adquisición de datos se mantiene hasta llegar al computador y al internet.

4.5.2. Comprobación de lectura de los parámetros del alternador a la tarjeta de adquisición de datos, en el computador y los datos recibidos desde el internet

El mismo procedimiento que se ejecutó para la comparación de las lecturas de los parámetros del motor se le realizó para la lectura de parámetros del alternador.

PARAMETROS DEL ALTERNADOR:		VOLTAJE DEL ALTERNADOR	
REAL	EN MODULO ELEC	EN EL COMPUTADOR	EN EL INTERNET
			

Figura #213. Comparación de los datos recibidos del voltaje del alternador

PARAMETROS DEL ALTERNADOR:		CORRIENTE DEL ALTERNADOR	
REAL	EN MODULO ELEC	EN EL COMPUTADOR	EN EL INTERNET
			

Figura #214. Comparación de los datos recibidos de la corriente del alternador

PARAMETROS DEL ALTERNADOR:			FRECUENCIA DEL ALTERNADOR							
REAL	EN MÓDULO ELEC		EN EL COMPUTADOR			EN EL INTERNET				
			VOLTAJE	L1	L2	L3	VOLTAJE	L1	L2	L3
			F - F =	220	220	220	F - F =	220	220	220
			F - N =	127	127	127	F - N =	127	127	127
			CORRIENTE	10	11	10	CORRIENTE	10	11	10
			POTENCIA				POTENCIA			
			KW =	30	31	30	KW =	30	31	30
			KVA =	38	39	38	KVA =	38	39	38
			FRECUENC	61.5			FRECUENC	61.5		

Figura #215. Comparación de los datos recibidos de la frecuencia del alternador

Se concluye que los datos medidos por el fluke y los datos mostrados por el display del módulo electrónico son los mismos y que la información desde ese punto no se modifica en absoluto hasta llegar a la computadora y al monitoreo por internet.

CONCLUSIONES

- Se alargará la vida útil del grupo electrógeno considerablemente gracias al monitoreo de parámetros estableciendo límites y alarmas, al mantenimiento programado por tiempo de operación del equipo y tiempo transcurrido desde el ultimo mantenimiento, además el sistema tendrá una programación semanal la misma que enciende el equipo automáticamente dando una lubricación a los pistones, limpiando las cañerías de combustible de alguna burbuja de aire y haciendo trabajar la batería con carga.
- Después de las mediciones de **temperatura** del motor que se realizó con el Fluke 561(Termómetro infrarrojo), se comprobó que la tarjeta de adquisición de datos muestra valores similares a los tomados por el termómetro con una velocidad de resolución rápida y estable.
- Las lecturas de **voltajes, corrientes y frecuencia** fueron realizados con el fluke 322 (Pinza Amperométrica 600A), los datos mostrados en el display del módulo electrónico fueron contrastados con este aparato de medición el mismo que se encuentra certificado por la norma de Comisión Electrotécnica Internacional (**IEC**) **61326-1** (**ver Anexo de normas y estándares**)
- Los valores de presión de **aceite** del motor que se observan en la pantalla del módulo electrónico son muy similares a los adquiridos con el manómetro, las mediciones son estables tanto en el display como en el manómetro, el manómetro que se utilizó en estas mediciones cumple la norma **ANSI B40.1**.
- Se puede observar que los datos que llegan desde el **computador** servidor al otro computador que monitorea vía internet son los mismos y que la rapidez depende mucho del computador y del ancho de banda del internet que se tenga contratado.
- Con el análisis se puede observar cual es la forma de onda trifásica del generador y de la carga, este aparato cumple con la norma internacional (**IEC**) **61000-4-30** (**ver Anexo de normas y estándares**) y además tiene aislamiento para hacer mediciones hasta categoría 4 (**ver Anexo de normas y estándares**). Con esto se descarta también la posibilidad de la existencia de **ruido eléctrico** producido por el generador, por otra parte se observa que el voltaje y la frecuencia de la onda trifásica se encuentran estables y dentro de los parámetros que pide las normas de la empresa eléctrica.
- Básicamente el regulador de voltaje LM338 puede tener un ingreso de voltaje de 1.2vdc a 32vdc, para nuestro caso podremos utilizar un ingreso de voltaje desde 10vdc que es el mínimo voltaje cuando un generador tiene una batería y el voltaje máximo hasta 29vdc en el caso de un generador en funcionamiento y con dos baterías.

RECOMENDACIONES

- Es necesario observar continuamente la pantalla del módulo de monitoreo que sus parámetros sean estables y correctos, ya que si llegara a ocurrir una emergencia el generador no encenderá hasta que se repare el percance y regresen los parámetros estables.
- Para la lectura de **temperatura** del motor se recomienda realizarla con el termistor PNP VDO 120 resistivo de 12Vdc, ya que la curva de respuesta de este elemento de medición se encuentra ingresada en el micro controlador para reflejar los datos correctos al display.
- Es recomendable obtener la medición de **corriente** generada con un transformador de corriente (T.C.) con relación 100/5 con una exactitud de 0.5% y con aislamiento de 600Vac, caso contrario los datos que muestre el display serán erróneos a comparación de los reales, además el alternador debe estar configurado para trabajar con el voltaje nominal de 220vac y una frecuencia nominal de 60Hz.
- Al momento de ejecutar las mediciones de presión de **aceite** es necesario instalar el transductor VDO 10bar resistivo de 12vdc para que las medidas que se obtiene en el módulo electrónico sean las mismas que se obtiene instalando un manómetro en el motor.
- Para el monitoreo y la transmisión de datos es preciso tener instalado en el **computador** Windows XP, las especificaciones mínimas del CPU deben ser 4 puertos USB, 1Gb de memoria ram, y un procesador igual o mejor al Pentium 4, además deber estar instalado el service pack 3, tarjeta de video 512Mb, el internet igual o mejor de 50Kbps.
- Si fuera el caso de tener **ruido** en el sistema eléctrico de la empresa se recomienda el uso de un estabilizador de voltaje de alta calidad o un UPS con filtros de baja, media y alta frecuencia.
- No instalar el módulo electrónico de monitoreo inalámbrico en una carga la cual tenga armónicos elevados ya que por medio del censado de voltaje podría ingresar perturbación eléctrica en la tarjeta de adquisición de datos y posteriormente dañar el sistema.
- Es importante conocer los datos del grupo electrógeno al cual se va a conectar el módulo electrónico ya el módulo tiene varias limitantes como en ingreso de voltaje (fuente) y censado de los parámetros del motor y alternador.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA LIBROS Y ENCICLOPEDIAS

- Thom Dalton. Generadores eléctricos. Editorial Barza. Primera edición. 1998
- Eduardo Martínez Delgado. Manual grupos electrógenos diesel. Editorial Barsa. Cuarta edición. 2000
- Ogata, Karsuhiko. Ingeniería de control moderna. Editorial Pearson. Aihambra. Cuarta edición. 2007
- Cristofer O`Neal. Diesel Engines 295 Manual Parts List . Editorial Fuzhou Works. Firts edition.1992
- IPD POWER. Grupo Electrónico Diesel CD12 . Editorial Maigas. Primera edición.1998
- Patrick Thomson. Lista de partes de Manómetros. Editorial DE WIT. primera edición. 2001
- OEM's. BE21 MANUAL DEL INSTALADOR. Editorial Bernini Besign. Tercera edición. 2006
- Moteurs leroy-somer. Voltage Regulator AVR R230 . Editorial hanada technology. Primera edición. 2010
- J. Balcells. Calidad de la red eléctrica. Editorial TERRASSA (Barcelona). Segunda edición. 1999.
- Siemens VDO. Temperatura Sensors. Editorial Cooperation Sim. Tercera Edición. 2004
- Alexander Wiegand Level Sensors Magnetostrictive, high-resolution measuring principle. Model FFG editorial WIKA. Primera edición 2010

BIBLIOGRAFÍA DE ARCHIVOS ELECTRÓNICOS

- Power Generation. Technical Data Sheet BC164C . Editorial Sukido Torinnocos. Second edition. 2002
- ZigBee Production. XBee & XBee-PRO . Editorial Feature Chipss. Cuarta edición. 2010
- Fluke Corporation. 561 Frared Thermometer. Editorial Power Quality. Segunda edición. 2007
- Saci. Transformadores de corriente. Editorial SACI. Primera edición. 2005
- Fluke Corporation. Fluke 430 Series. Editorial Power Quality. Primera edición. 2006.
- SGS-THOMSON Microelectronics ADJUSTABLE VOLTAGE REGULA TORS LM138/238 LM338. Editorial GROUP OF COMPANIES.sa. Segunda edición 1994
- Fluke Corporation. 321 and 322 Clamp Meter. Editorial Power Quality. Primera edición. 2005
- AVR Studio. ATmega32. Editorial Microcontroller Microsoft Corporation. Cuarta edición. 2003
- AVR Studio. ATmega16. Editorial Microcontroller Microsoft Corporation. Primera edición. 2002
- Philips semiconductor. NE/SA/SE555/SE555C Timer. Editorial Koninklijke Philips Electronics. Tercera edición. 2003
- Texas Instrument. DECODER CD4051B. Editorial Harris Semiconductor. Primera edición. 1998
- STMicroelectronics. OPERATIONAL AMPLIFIERS LM324. Editorial GROUP OF COMPANIES.sa. Primera edición. 2001.
- MAXIM. RS-232 Drivers/Receivers. Editorial Integrated Products. Segunda edición. 2003
- MAXIM. DS1370 Serial time clock. Editorial Dallas Semiconductor. Primera edición. 2003

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

- <http://www.deepseaelectronics.com>
- <http://www.ieee.org>
- <http://www.astm.org>
- http://www.ansi.org/standards_activities
- <http://www.iec.ch/dyn>
- <http://www.fluke.com/fluke/eses/Instrumentos-de-Medida>
- <http://www.techstreet.com/standards/iec/7>
- http://www.catelectricpowerinfo.com/index_sp.asp
- <http://www.caterpillar.com>
- <http://www.perkins.com>
- <http://www.modasa.com.pe>
- <http://www.grupoelectrogeno.net/>
- <http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/normasiso.htm>
- <http://www.inen.gov.ec/>
- <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-129.htm>
- <http://www.iso.org/>
- http://www.utpl.edu.ec/iso9001/images/.../NORMA_ISO_9001_2008.pdf
- <http://www.hnd-avr.com>
- <http://www.fluke.com>
- <http://www.atmel.com/literature>
- <http://www.leroy-somer.com>
- <http://www.datasheetcatalog.com>
- <http://www.st.com>
- <http://www.maxim-ic.com/packages>
- <http://www.digi.com>
- <http://www.wika.de>
- <http://www.micropik.com>