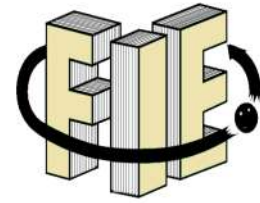




**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Reporte de Experiencia Laboral.

“Mantenimiento Eléctrico en Fertimex”,

Que presenta:

Guillermo Solache Ocaña

Para obtener el Título de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Asesor de Tesis

Ingeniero Electricista

Ignacio Franco Torres

Morelia, Michoacán

Marzo del 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres que ya no están conmigo físicamente en especial a mi madre pilar fundamental de la familia que con su paciencia, cariño y apoyo incondicional me impulso para seguir adelante.

A mi esposa y compañera Verónica que con su esfuerzo dedicación y ánimo me da fortaleza.

A mis hijo Guillermo, Daniela e Iván, espero que los motive a seguir teniendo logros.

A mis hermanos por su ayuda moral y económica.

Al grupo de compañeros y amigos que me motivaron para lograr este objetivo

También quiero agradecer a los profesores y directivos de las instituciones educativas en donde recibí los conocimientos necesarios para mi formación. En especial a la facultad de ingeniería eléctrica.

A mi asesor el Ing. Ignacio Franco Torres por la confianza y consejos para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A todos los profesores a quienes les tengo un afecto especial y de quienes guardo un bonito recuerdo por haber intervenido en mi formación. A aquellos, que por su muy especial forma de ser, dejaron huella en mí.

A mis compañeros de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, que con muchos de ellos compartí ayunos y desvelos, pero que al final logramos llegar al objetivo trazado.

A La Universidad Michoacana de San Nicolás De Hidalgo, mi Alma Mater, que me dio alojamiento durante siete años de mi vida y la oportunidad de conocer gente bonita de muchas partes del Estado y del País.

A La Facultad de Ingeniería Eléctrica, que hizo de mí un hombre de bien, que me formó como un profesional capaz de afrontar cualquier problema y de darle una solución adecuada de acuerdo a los conocimientos adquiridos y con la filosofía que en ella se profesa.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA	III
ÍNDICE	IV
RESUMEN	VI
PALABAS CLAVE	VI
ABSTRACT	VII
KEYWORDS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABLAS	IX
GLOSARIO DE TÉRMINOS	X
CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN	1
1.1.- MOTIVO DEL REPORTE	1
1.2.- ANTECEDENTES ACADÉMICOS	1
1.3.- ANTECEDENTES LABORALES.....	2
CAPÍTULO 2.- PRODUCCIÓN DE FERTILIZANTES	3
2.1.- INTRODUCCIÓN.....	3
2.2.- FERTILIZANTES	7
2.3.- MÉTODOS DE FABRICACIÓN DE FERTILIZANTES	8
2.3.1.- <i>Métodos Naturales</i>	8
2.3.2.- <i>Métodos artificiales</i>	9
2.3.2.1.- Concepto de Fertilizantes Químicos	10
2.3.2.2.- Uso de Agroquímicos Para la Eliminación de Plagas.....	11
CAPÍTULO 3.- MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN FERTIMEX	14
3.1.- INTRODUCCIÓN	14
3.2.- MANTENIMIENTO	14
3.2.1.- <i>Mantenimiento Correctivo</i>	14
3.2.2.- <i>Mantenimiento Preventivo</i>	15
3.2.2.1.- <i>Mantenimiento Programado</i>	16
3.2.2.2.- <i>Mantenimiento Predictivo</i>	17

3.2.2.3.- <i>Mantenimiento de Oportunidad</i>	18
3.3.- MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	19
3.3.1.- <i>Descripción del Mantenimiento Eléctrico en Fertimex.</i>	19
3.3.2.- <i>Mantenimiento a Motores Eléctricos</i>	23
3.3.2.1.- Prueba de Índice de Polaridad.....	26
3.3.2.2.- Mantenimiento a Rodamientos.....	28
3.2.2.2.1.- cambio de rodamientos.....	29
3.3.3.- <i>tableros de distribución en 4.16/2.4 KV</i>	29
3.3.3.1.- Componentes del tablero.....	29
3.3.4.- <i>interruptor o contactor en aire</i>	30
3.3.4.1.- mantenimiento a interruptores o contactores en aire.....	31
3.3.4.2.- pruebas.....	31
3.3.5.- <i>arrancadores de motores eléctricos</i>	32
3.3.5.1.- arrancador a tensión reducida	33
3.3.5.2.- arrancador con autotransformador.....	33
3.3.6.- <i>centro de control de motores (ccm's)</i>	35
3.3.7.- <i>generación de energía</i>	37
3.3.8.- <i>protecciones del turbogenerador</i>	38
3.3.9.- <i>calibración de relevadores</i>	40
3.3.9.1.- Prueba a un Relevador de Sobre Corriente:	40
3.3.9.1.1.- Tipos de Pruebas	41
CAPÍTULO 4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
4.1.- CONCLUSIONES.....	45
4.2.- RECOMENDACIONES.	45
BIBLIOGRAFÍA	46

RESUMEN

En este trabajo se describe brevemente mi experiencia laboral en Fertimex ya desaparecida en los diferentes puestos que ocupe haciendo énfasis en el Mantenimiento que fue el Último puesto que ocupe en dicha empresa.

Quisiera rescatar con este documento la importancia del área del mantenimiento que en muchas ocasiones es ignorada.

PALABAS CLAVE

Fertimex, Fertilizantes, Mantenimiento, Mantenimiento Eléctrico, Aislamiento, Índice de Polarización, Fugas

ABSTRACT

This paper briefly describes my experience at Fertimex already disappeared in the various posts that deal with emphasis on maintenance that was the set ultimate holding in this company.

I would like to rescue with this document the importance of the area of the maintenance that often is ignored.

KEYWORDS

Fertimex, fertilizers, maintenance, electrical maintenance, polarization index, leak

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Producción de fertilizantes en México 1941-1953 (toneladas) por tipo de fertilizante.....	4
Figura 2.- Guanos y Fertilizantes de México (GUANOMEX)	5
Figura 3.- Fertimex, Lázaro Cárdenas, Ubicación	6
Figura 4.- Detalle de la Planta Fertimex LÁZARO CÁRDENAS.....	6
Figura 5.- Ductos de Alimentación de Agua	7
Figura 6.- Tolvas de Distribución.....	7
Figura 7.- Cadena Industrial de Fertilizantes[5]	8
Figura 8.- Recolección de Guano	9
Figura 9.- Tipos de Mantenimiento[8].....	14
Figura 10.- Mantenimiento Correctivo de Motores Eléctricos	15
Figura 11.- Mantenimiento Preventivo de Motores Electricos.....	16
Figura 12.- Mantenimiento Programado de Motores Eléctricos	17
Figura 13.- Mantenimiento Predictivo de Motores Electricos	18
Figura 14.- Formato de Bitácora.....	19
Figura 15.- Rol de Mantenimiento	20
Figura 16.- Orden de Trabajo.....	20
Figura 17.- Formato de Actividades.....	21
Figura 18.- Solicitud de Almacén	22
Figura 19.- Resguardo de Equipo y Herramientas.....	22
Figura 20.- Prueba de Aislamiento Usando MEGGER.....	23
Figura 21.- Voltajes de Prueba de Aislamiento	24
Figura 22.- Interpretación del Megger Según IEEE.....	25
Figura 23.- Causas de Fallas de Motores ELÉCTRICOS.....	28
Figura 24.- Tablero de distribución.	30
Figura 25.- Arrancador a tensión plena.....	33
Figura 26.- Centro de control de motores.....	36
Figura 27.- Diagrama unifilar de turbogenerador	38
Figura 28.- Diagrama esquemático alambrado de relevadores	39
Figura 29.- Diagrama esquemático alambrado de relevadores.....	40

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Producción de Fertilizantes en México de 1941 a1953.....	4
Tabla 2.- Relevadores de PROTECCIÓN del Turbogenerador.....	38
Tabla 3.- POSICIONES de los Controles del equipo de Prueba.....	41
Tabla 4.- POSICIÓN de control del auxiliar	41

CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- MOTIVO DEL REPORTE

El motivo del presente reporte es poner un poco de luz en el camino de los nuevos egresados de nuestra escuela de ingeniería eléctrica, al momento de decidir el camino o rumbo que seguirán sus vidas si en este contemplan la decisión de auto emplearse e iniciar un negocio del cual dar un servicio a su sociedad y recibir una retribución a cambio que les permita solventar los gastos propios y de su familia para tener una vida digna y honorable.

1.2.- ANTECEDENTES ACADÉMICOS

En el año de 1968 de la mano de mi madre asistí por primera vez a la Escuela Primaria “18 de Marzo” en la población de Ciudad Hidalgo Michoacán (antes Taximaroa) de donde salí en el año de 1975

Ese mismo año ingrese a la Secundaria Federal “Melchor Ocampo”. Con el maestro Andrés aprendí lo básico de instalaciones en el taller de electricidad.

De ahí me inscribí en el Bachillerato de Ingeniería y Arquitectura en la preparatoria por cooperación “Taximaroa” la cual termine en el año de 1982.

Con una gran esperanza inicie el primer año en la Escuela de Ingeniería Eléctrica terminando la carrera en el año de 1988.

En el año de 1992 curse seis bimestres de inglés básico en el Instituto Mexicano Norteamericano de Michoacán.

1.3.- ANTECEDENTES LABORALES

1988 egrese de la Escuela de Ingeniería Eléctrica perteneciente a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

1988 En ese mismo año ingrese a laborar como supervisor de mantenimiento eléctrico en la empresa Fertimex unidad Lázaro Cárdenas donde tuve la oportunidad de trabajar prácticamente en todas las aéreas del complejo industrial.

- Empecé en el área de ácido sulfúrico,
- Posteriormente cubrí la carga de fertilizantes en los buques cargueros
- Descarga de materias primas para la producción de dichos fertilizantes.
- Supervise los trabajos de bobinado de motores en el taller central.
- Supervise el mantenimiento eléctrico:
 - En la planta de tratamiento de aguas
 - Mantenimiento eléctrico en la planta de ácido fosfórico,
 - Mantenimiento eléctrico en los almacenes
 - Mantenimiento Eléctrico en el área de envase y embarque.
- Durante el paro general de la planta de generación de vapor me asignaron la tarea de verificar el funcionamiento de los relevadores de protección del generador de energía eléctrica.
- Un generador sincrónico de 15MVA

CAPÍTULO 2.- PRODUCCIÓN DE FERTILIZANTES

2.1.- INTRODUCCIÓN

La industria de fertilizantes en México[1], nació con la constitución de “Guanos y Fertilizantes de México S. A.”, en 1943.

En octubre de 1948 por decreto presidencial se amplió la actividad de Guanomex a la producción y distribución de fertilizantes químicos. En 1949 se incluyeron instalaciones para la producción de superfosfato sencillo en San Luis Potosí.

Además de la determinación de la canalización institucional de capital público externo, otro condicionamiento del desarrollo de la agricultura en el marco de la llamada Revolución verde[2] de los años 60, deben incluirse como antecedentes algunos programas de asistencia técnica introducidos en América Latina entre los años 40, 50 y 60. El programa de la Fundación Rockefeller (FR) en México comenzó en 1943 y finalizó en 1961 y puede considerarse como una implementación que fue modelo para otros programas posteriormente desarrollados. Este programa buscó fortalecer la agricultura mexicana a través del uso de semillas y sistemas de irrigación estadounidenses junto con el apoyo de expertos del sector. Pero además, este programa de la FR supuso una serie de amoniciones y expectativas respecto a cómo los sistemas agrícolas respondían a esos insumos y las respuestas de instituciones e individuos ante este tipo de asistencia. Las diferencias entre ambos sistemas agrícolas nacionales se vio reflejado en buena parte en el grado de éxito del mismo. El programa fue exitoso en un sector minoritario del sector agrícola mexicano compuesto por productores agrícolas y expertos mexicanos que como los estadounidenses se componía de clases medias, cuyo sistema de producción era más intensiva en capital que en trabajo, orientado al mercado y no a la subsistencia y vinculado a una red de instituciones comerciales y públicas diseñadas para el logro de unidades más productivas y eficientes. En cambio, el programa fracasó ante la mayoría del sistema agrícola nacional caracterizado por productores orientados a la subsistencia, intensivo en trabajo y desconectado de cualquier sistema de asistencia de expertos agrícolas.

Para 1953, la demanda de fertilizantes era mayor que la oferta, aún había pendientes pedidos por más de 49 mil toneladas pese a los incrementos de producción de abonos

químicos y orgánicos del 10 y 58% respectivamente. La importación de abonos fue de 18,260 toneladas contra 5,372 toneladas en 1952. La sobrellenada latente de 50 mil toneladas de fertilizantes que seguramente no se podrá cubrir ni con las importaciones de productos nitrogenados que se están llevando a cabo.

TABLA 1.- PRODUCCIÓN DE FERTILIZANTES EN MÉXICO DE 1941 A1953

Año	Abonos químicos			Abonos orgánicos		Diversos	Formulas
	Total	Sulfato de amonio	Superfosfato	Total	Harina de hueso		
1941	6,300	2,800	3,500	4,600	4,000	600	12,500
1942	6,600	2,800	3,800	5,000	4,400	600	16,000
1943	7,400	2,900	4,500	5,950	5,000	950	19,500
1944	7,800	3,000	4,800	6,350	5,200	1,150	20,800
1945	7,500	3,000	4,500	7,550	6,250	1,300	20,200
1946	7,100	3,000	4,100	8,800	7,600	1,200	24,900
1947	16,690	3,000	13,690	8,750	7,200	1,550	22,500
1948	14,415	3,000	11,415	8,242	6,917	1,325	3,500
1949	19,229	2,800	16,429	8,075	6,425	1,650	36,000
1950	18,462	3,000	15,462	10,220	8,670	1,550	38,000
1951	52,967	33,813	19,154	11,088	10,338	750	40,000
1952	116,000	60,000	56,000	21,500	5,000	16,500	sin datos
1953	127,200	64,223	62,977	36,337	7,137	29,200	25,000

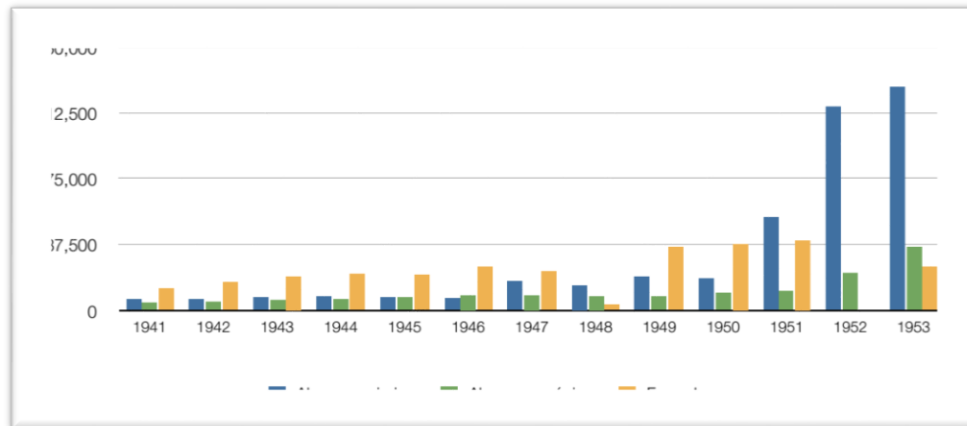


FIGURA 1.- PRODUCCIÓN DE FERTILIZANTES EN MÉXICO 1941-1953 (TONELADAS) POR TIPO DE FERTILIZANTE.

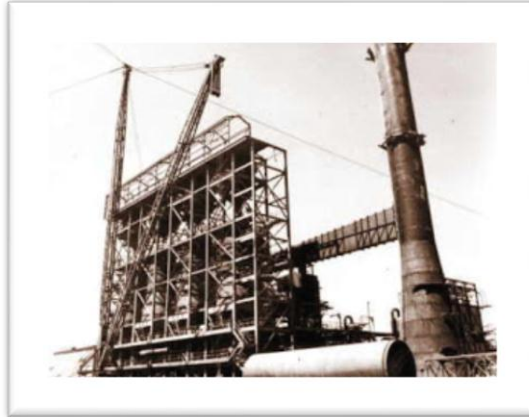


FIGURA 2.- GUANOS Y FERTILIZANTES DE MÉXICO (GUANOMEX)

Guanos y fertilizantes de México fue, desde finales de la década de 1940 hasta finales de la década de 1960, no únicamente el principal abastecedor de fertilizantes, sino su primer distribuidor, y por ese camino, el principal agente en la planeación, investigación y regulación de los fertilizantes en México.

Así como se transformaron las relaciones entre el sector agrícola y el estado con su instauración, también se reajustaron durante el proceso de diversificación de la propiedad en la industria agroquímica. Se privatiza la producción de fertilizantes y se renacionaliza la industria bajo lógicas diferentes en la forma estatal que condujeron al establecimiento de FERTIMEX, como paraestatal en la década de 1970.

Durante el gobierno del presidente Gustavo Díaz Ordaz[3], entre los años de 1965 y 1967 se unieron empresas privadas y gobierno federal en un proyecto de producción de fertilizantes para dar paso a una sola empresa paraestatal Fertilizantes Mexicanos, S. A... Fue creada para producir, importar, comercializar y distribuir el fertilizante de una manera eficiente, planear el crecimiento de la industria, lograr la autosuficiencia y exportar los excedentes. Esta industria fue de una importancia estratégica en el sector agropecuario para abastecer a los campesinos de fertilizantes a precios accesibles, logrando de esta forma incrementar la producción de alimentos; hasta 1992, año en el que el gobierno la entregó a la iniciativa privada.



FIGURA 5.- DUCTOS DE ALIMENTACIÓN DE AGUA



FIGURA 6.- TOLVAS DE DISTRIBUCIÓN

2.2.- FERTILIZANTES

Un fertilizante[4] es un tipo de sustancia la cual contiene nutrientes, en formas químicas saludables y asimilables por las raíces de las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo. Las plantas no necesitan compuestos complejos, del tipo de las vitaminas o los aminoácidos, esenciales en la nutrición humana, pues sintetizan todo lo que precisan. Sólo exigen una docena de elementos químicos, que deben presentarse en una forma que la planta pueda

absorber. Los elementos principales son Nitrógeno(N), Fosforo (P), y potasio (K).que se expresan en porcentaje.

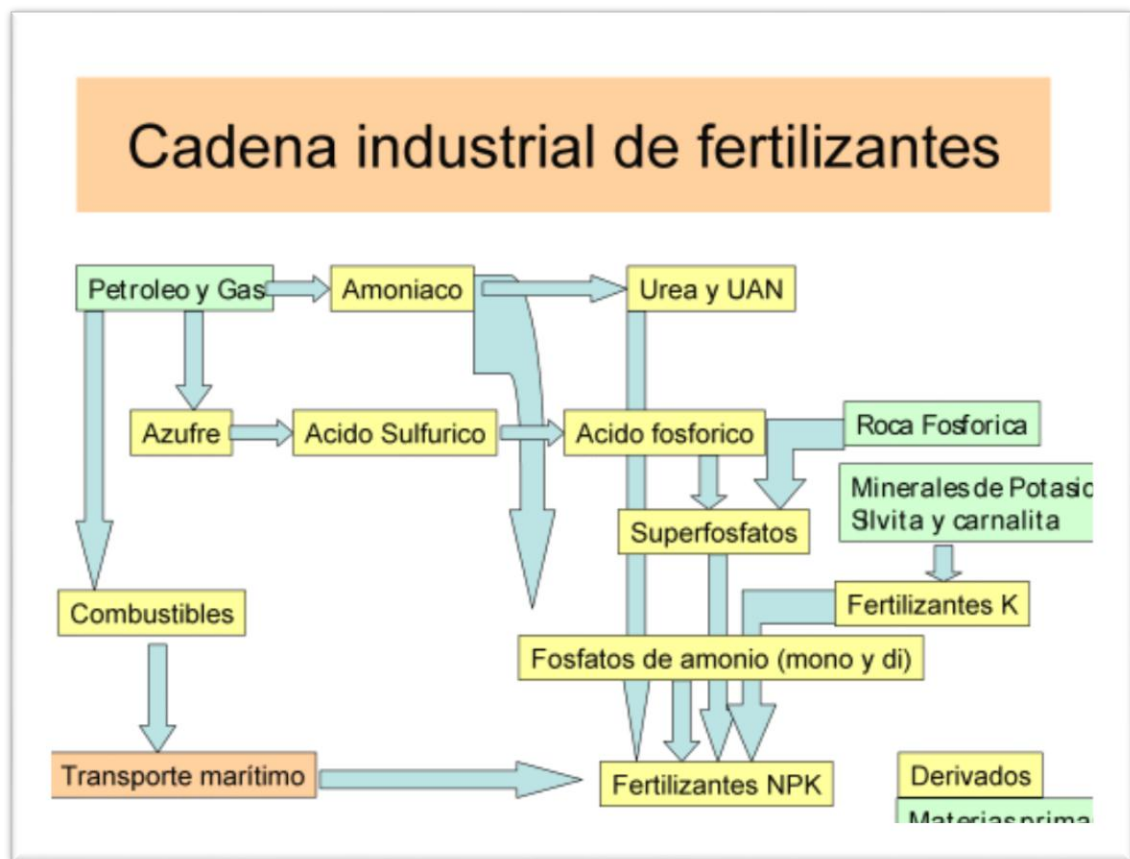


FIGURA 7.- CADENA INDUSTRIAL DE FERTILIZANTES[5]

2.3.- MÉTODOS DE FABRICACIÓN DE FERTILIZANTES

2.3.1.- MÉTODOS NATURALES

Los fertilizantes naturales provienen de materia orgánica como restos de césped y estiércol animal. Estos fertilizantes son producidos sin productos químicos ni aditivos. El compost implica la combinación de varios tipos diferentes de materiales orgánicos juntos para hacer una gran cantidad de fertilizante oscuro, rico. Los fertilizantes

naturales ayudan a mantener la calidad y el contenido de nutrientes en el suelo, lo que ayuda al crecimiento de las plantas.

Uno de los más explotados a nivel mundial es el denominado Guano.



FIGURA 8.- RECOLECCIÓN DE GUANO

El **guano**[6] (del quechua *wanu*) es el sustrato resultante de la acumulación masiva de excrementos de murciélagos, aves marinas y focas en ambientes áridos o de escasa humedad. Como abono, el guano es un fertilizante altamente efectivo debido a su excepcional contenido alto en los tres componentes principales para el crecimiento de las plantas: nitrógeno, fósforo y potasio. El comercio de guano durante el siglo XIX jugó un papel fundamental en el desarrollo de prácticas agrícolas intensivas y llevó a la colonización formal de islas remotas en muchas partes del mundo. Durante el siglo XX, las aves productoras de guano se convirtieron en un importante objetivo de conservación. Aún hoy el guano es un producto muy apreciado, especialmente en la agricultura ecológica.

2.3.2.- MÉTODOS ARTIFICIALES

Los Fertilizantes artificiales[7], son compuestos formados por sales de nitrógeno, fósforo y potasio, que se agregan a los suelos para aumentar el rendimiento de las cosechas.

El impacto de la introducción de los fertilizantes artificiales ha sido enorme en todo el mundo, especialmente después de que Haber desarrollara, en Alemania, su proceso para captar nitrógeno del aire y transfórmalo en amoníaco. Para los agricultores dejaron de ser necesarios los periodos de barbecho para recuperar la fertilidad de los suelos, como asimismo la rotación de los cultivos empleando legumbres que fijan el nitrógeno: también se volvió innecesario mantener animales para obtener estiércol como abono; en cambio comenzaron a plantar el mismo cultivo año tras año.

Además del efecto negativo de la utilización de los fertilizantes artificiales a largo plazo, conviene destacar que el uso de fertilizantes de nitrógeno conlleva contaminación de las aguas superficiales y de las aguas subterráneas, haciendo que muchos suministros de agua potable se conviertan en un riesgo para la salud. Los fertilizantes que llegan a las aguas superficiales también contribuyen a la eutrofización de los ríos y al crecimiento excesivo de algas en las costas. Además los fertilizantes artificiales son grandes productores del óxido nitroso de la atmósfera, uno de los principales desencadenantes del efecto invernadero y causa posible del agotamiento de la capa de ozono estratosférico.

2.3.2.1.- CONCEPTO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS

Las plantas para su metabolismo necesitan del Nitrógeno, el Fósforo y el Potasio, y en menor extensión de Azufre (**S**), Calcio (**Ca**) y Magnesio (**Mg**). Además, necesita pequeñas cantidades de los siguientes nutrientes, denominados elementos traza: Hierro (**Fe**), cobre (**Cu**), Zinc (**Zn**), Boro (**B**), Manganeseo (**Mn**) Cloro (**Cl**) y Molibdeno (**Mo**).

Los fertilizantes son sustancias, generalmente mezclas químicas artificiales que se aplican al suelo o a las plantas para hacerlo más fértil. Estos aportan al suelo los nutrientes necesarios para proveer a la planta un desarrollo óptimo y por ende un alto rendimiento en la producción de las cosechas.

El grado de un fertilizante se mide de acuerdo a su porcentaje de N, P y K. Este se prepara en diferentes grados. Por ejemplo: un fertilizante de grado 10–30–30, significa que tiene 10%N, 30% de fósforo como P_2O_5 y 10 % de potasio como K_2O ; el porcentaje sobrante consiste de materiales de relleno (arcilla, arena, etc.), humedad y una porción de ácidos libres y sales provenientes de los procesos químicos envueltos. Generalmente, los fertilizantes compuestos se preparan añadiendo pequeñas cantidades de los elementos trazas que se mencionaron anteriormente.

Los fertilizantes simples, como los polifosfatos, los superfosfatos, la urea, la cianamida cálcica, el amoníaco y el cloruro de potasio también se fabrican y se usan frecuentemente para fertilizar los suelos.

Los fertilizantes químicos son los más utilizados en el mercado actualmente, y hay una variedad de ellos, aplicables a diferentes necesidades. Están los fertilizantes convencionales, que son los más comúnmente utilizados en jardines y en la agricultura.

A su vez, estos agroquímicos son los elegidos generalmente por su facilidad de absorción. Por el contrario, están los fertilizantes de lenta absorción, que son los que se disuelven lentamente y tardan más en llegar a las raíces los nutrientes necesarios para el desarrollo y crecimiento de las plantas. También están aquellos fertilizantes químicos, combinados con materia orgánica, que se utilizan en todo tipo de cultivos. Otro tipo, son los que se rocían en las plantas, estos aerosoles son abonos foliares, y se utilizan para complementar los fertilizantes químicos, que se emplean para un abono mucho más profundo de la tierra.

Y por último, podemos identificar aquellos que se encargan de suministrar las carencias específicas del suelo, de uno o de varios de los nutrientes que se necesitan para el óptimo desarrollo de las plantas. Además de estos tipos de agroquímicos, hay otros creados para cada tipo de planta específicamente y las carencias más comunes de las distintas plantaciones. El nivel de fertilizante que se debe utilizar en cada plantación se debe tener muy en cuenta, y con esto, el tipo de minerales que le hacen falta a los suelos para poder aportárselos a la plantas. A pesar de los beneficios del uso de agroquímicos, trae aparejado un problema. Estos fertilizantes químicos, utilizados en exceso, producen graves contaminaciones a las plantaciones, y a los pozos de agua que se encuentran cercanos a las proximidades de los cultivos.

2.3.2.2.- USO DE AGROQUÍMICOS PARA LA ELIMINACIÓN DE PLAGAS

Además de estos tipos de agroquímicos que se emplean en plantaciones y cosechas, existen otros productos químicos utilizados en las mismas para lograr optimizar su producción. Estos productos químicos son agroquímicos más eficientes. Estos agroquímicos son sustancias químicas como los insecticidas y fungicidas que cumplen con la función de eliminar las plagas que se puedan presentar en los distintos cultivos y cosechas. Los beneficios del uso de agroquímicos son varios. Primero que su utilización logra en cada caso, dependiendo de que tipo de fertilizante químico estemos hablando, la reducción del problema para el cual se utilizó el agroquímico; esto sería básicamente, que si estamos tratando con problemas de plaga de algún tipo de insecto, debemos localizar rápidamente qué tipo de plaga es, luego verificar la solución, preferentemente sin la utilización de químicos.

Pero en el caso de que no haya otra opción, la utilización de insecticidas presentados en diferentes formatos, y formas de aplicación, es lo más viable para detener la expansión de la plaga, evitando así, que destruyan totalmente la producción de la cosecha. De la misma manera si nos enfrentáramos a alguna especie de hongo, se puede utilizar el fungicida correspondiente para la eliminación del mismo, ya que la presencia de algunos tipos de hongos trae a consecuencia la aparición de enfermedades que pueden provocar hasta la muerte de la cosecha.

Así también, al igual que los fertilizantes químicos, cada agroquímico especial se utiliza específicamente, respetando cada tipo de plaga que se localice en las cosechas, teniendo conocimiento de las consecuencias que pueden traer la utilización excesiva de este tipo de sustancias.

Los agroquímicos, también provocan grandes contaminaciones, si se utilizan grandes cantidades en los cultivos; también se debe tener mucho cuidado quienes lo aplican, ya que deben tener conocimiento sobre el trabajo que están realizando. Para eso deben protegerse tomando las medidas necesarias, cubriéndose la totalidad del cuerpo y poniéndose barbijos para no respirar el tipo de agroquímico que estemos utilizando. Por otro lado, se debe seleccionar muy bien el agroquímico que se va a utilizar, para no caer en agroquímicos de muy mala calidad, que terminarían en vez de beneficiando el crecimiento de la cosecha, destruyendo el cultivo de largos meses de espera. Continuando con la contaminación que provocan, es probable si no se utilizan las medidas necesarias de protección, provoquen intoxicación a quienes entren en contacto con los mismos, por eso es muy importante mantener a los fertilizantes químicos que se utilizan en lugares donde los niños no puedan acceder y también alejado de los animales que puedan localizarse en la zona.

La invitación es a que se utilicen fertilizantes orgánicos que además de ser menos dañinos para la salud del ser humano son mucho más saludables para el suelo, aunque no aporten los mismos nutrientes ,ayudan a la conservación de un suelo sano y sin deteriorarse, además así se participara al desarrollo sustentable y dejar un mejor mundo a futuras generaciones, aun así recuerda que el uso de fertilizantes en exceso es malo y debemos tomar conciencia en el uso de estos, nosotros también debemos dejar mejores generaciones al mundo así que fomentemos el cuidado al suelo para no destruir la vida en el.

CAPÍTULO 3.- MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN FERTIMEX

3.1.- INTRODUCCIÓN

Se define el mantenimiento como: todas las acciones – como comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones— que tienen como objetivo mantener un artículo en un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas actividades incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

3.2.- MANTENIMIENTO

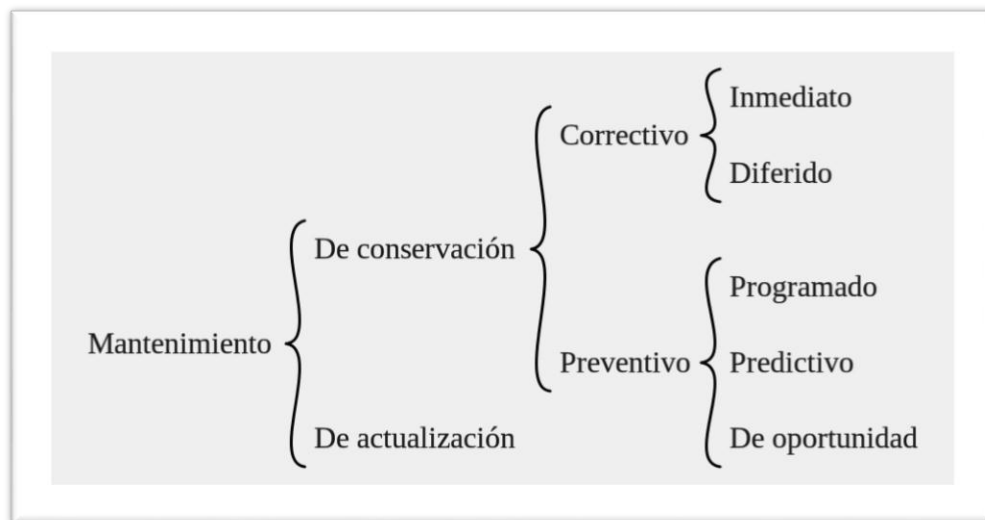


FIGURA 9.- TIPOS DE MANTENIMIENTO[8]

3.2.1.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Se denomina mantenimiento correctivo, aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Históricamente es el primer concepto de mantenimiento y el único hasta la Primera Guerra Mundial, dada la simplicidad de las máquinas, equipamientos e instalaciones de la época. El mantenimiento era sinónimo de reparar aquello que estaba averiado.



FIGURA 10.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE MOTORES ELÉCTRICOS

3.2.2.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento.



FIGURA 11.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES ELECTRICOS

3.2.2.1.- MANTENIMIENTO PROGRAMADO

El mantenimiento programado sistemático es el grupo de tareas de mantenimiento que se realizan sobre un equipo o instalación siguiendo un programa establecido, según el tiempo de trabajo, la cantidad producida, los kilómetros recorridos, de acuerdo con una periodicidad fija o siguiendo algún otro tipo de ciclo que se repite de forma periódica. Este grupo de tareas se realiza sin importar cuál es la condición del equipo.

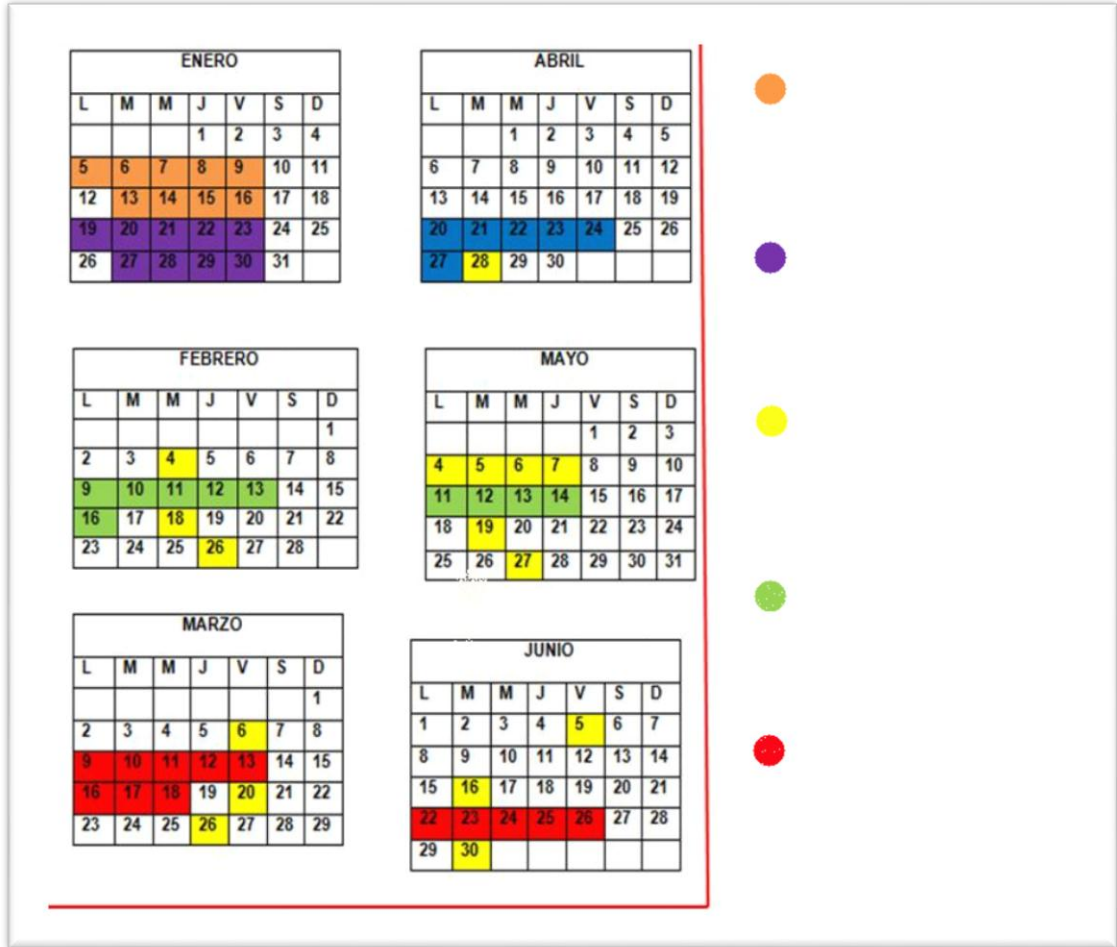


FIGURA 12.- MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE MOTORES ELÉCTRICOS

El mantenimiento programado sistemático es muy eficaz en equipos e instalaciones que requieren de una disponibilidad media o alta, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan trastornos en el plan de producción de la empresa y por tanto no puede esperarse a que den síntomas de fallo.

3.2.2.2.- MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto, se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar. Es una técnica para pronosticar el punto futuro de ruptura.

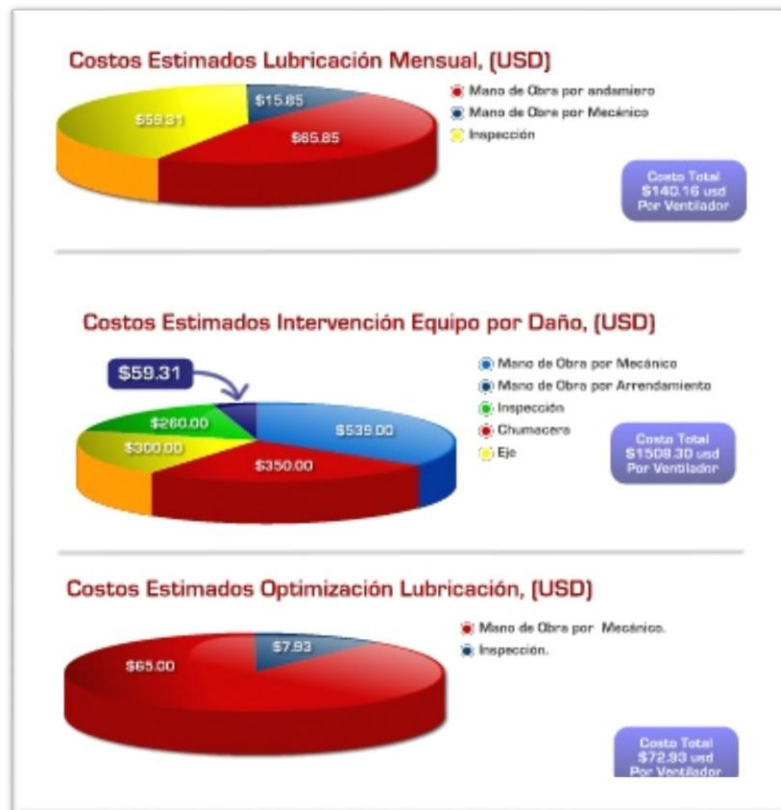


FIGURA 13.- MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE MOTORES ELECTRICOS

3.2.2.3.- MANTENIMIENTO DE OPORTUNIDAD

Es el que aprovecha las paradas o periodos de no uso de los equipos para realizar las operaciones de mantenimiento, realizando las revisiones o reparaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los equipos en el nuevo periodo de utilización.

- y se analiza el avance de los trabajos de mantenimiento pendientes.

Teniendo el panorama completo de los trabajos a realizarse:

- se programan en un formato de actividades con tiempos estimados, herramienta, material y equipo de seguridad a utilizarse, eligiendo los de mayor prioridad en orden de importancia y se asignan a los técnicos electricistas.

EMPRESA FERTILIZANTE

O.T.

ASIGNACION DE ORDEN DE TRABAJO

FECHA

AREA _____ DPTO. _____

DESCRIPCION DEL TRABAJO _____

TRABAJO AUTORIZADO POR EL AREA DE LAS _____ A LAS _____

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD, MARQUE CON UNA (X)

<input type="checkbox"/> DRENADO	<input type="checkbox"/> DESPRESURIZADO	<input type="checkbox"/> SOPLETEADO	<input type="checkbox"/> OTROS
<input type="checkbox"/> BLOQUEO	<input type="checkbox"/> ELECTRICO	<input type="checkbox"/> MECANICO	<input type="checkbox"/> FLUIDOS
<input type="checkbox"/> PROTECCION PERSONAL	<input type="checkbox"/> RESPIRATORIA	<input type="checkbox"/> VISUAL	<input type="checkbox"/> VISUAL

ASIGNADO A: _____

AUTORIZO
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

VO. BO.
SUPERVISOR DE PRODUCCION

FIGURA 17.- FORMATO DE ACTIVIDADES

- Dando una licencia por cada trabajo que firmara de enterado el supervisor de turno de producción.
- El número de personal designado depende de la magnitud del trabajo. Y de ser necesario trabajar tiempo extra para terminar los trabajos urgentes.
- Se entrega la solicitud de material para que lo surtan en el almacén.
- El equipo y la herramienta necesarios les serán entregados en el almacén bajo resguardo.

EMPRESA FERTILIZANTE

SOLICITUD A ALMACEN

FOLIO

FECHA

SOLICITA: _____ DPTO. _____

EQUIPO DE SEGURIDAD

LENTES

GUANTES

MASCARILLA

TAPONES AUDITIVOS

ESPECIALES: _____

MATERIAL

DESCRIPCION	CANT.	NOTA

CODIGO DE CENTRO DE CONSUMO

 AUTORIZO
 SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

 VO. BO. ENTREGA
 ALMACEN

FIGURA 18.- SOLICITUD DE ALMACEN

EMPRESA FERTILIZANTE

RESGUARDO DE EQUIPO Y HERRAMIENTA

FOLIO

FECHA

ASIGNADO A: _____

CONCEPTO	CANTIDAD

RECIBI DE _____ LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DESCRITO, PARA PODER REALIZAR LAS ACTIVIDADES QUE ME SEAN ASIGNADAY ESTOY DE ACUERDO EN DARLES EL USO INDICADIO ASI COMO EL QUE, EN CASO DE EXTRAVIO Y/O DAÑO FUERA DEL DESGASTE NORMAL, ME SEA DESCONTADO EL IMPORTE DEL COSTO DEL O DE LOS FALTANTES RESULTANTES.

 ACEPTO
 TRABAJADOR

 VO. BO.
 GERENTE DE AREA

FIGURA 19.- RESGUARDO DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS

3.3.2.- MANTENIMIENTO A MOTORES ELÉCTRICOS

En el ambiente de humedad que hay en la costa es necesario antes de poner en funcionamiento cualquier motor eléctrico, checar con el Megger los valores de la resistencia del aislamiento. Esto se hace de la siguiente manera:

1. La medición se realiza desde el panel de arrancadores colocando el común del Megger a tierra y el positivo a cada una de las líneas de alimentación. El voltaje de prueba seleccionado en el Megger viene dado en la figura 21.

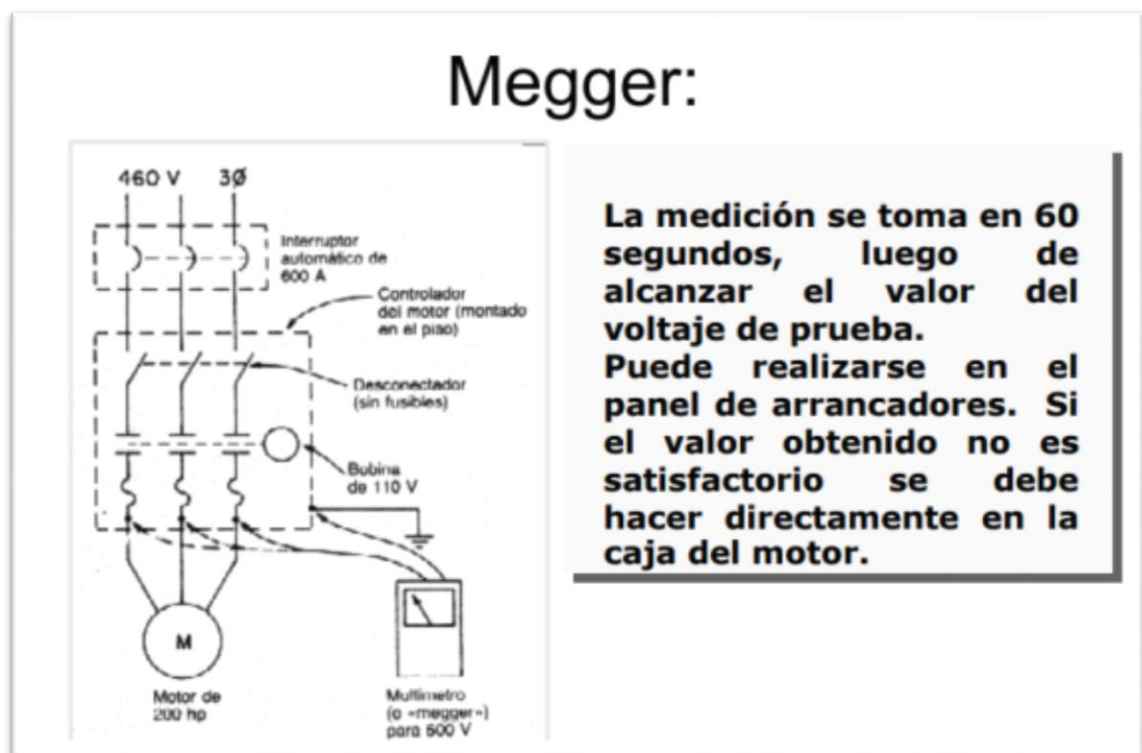


FIGURA 20.- PRUEBA DE AISLAMIENTO USANDO MEGGER

Prueba de Aislamiento

- Es una prueba cuantitativa. Obtenemos una medición llamada RESISTENCIA DE AISLAMIENTO. Esta es función del tipo y condición del material aislante.
- El voltaje de prueba es aproximadamente el de operación normal.
- Voltaje de prueba (IEEE Std. 43-2000):
 - <1000 VCA 500 VDC
 - 1000-2500 VCA 500-1000 VDC
 - 2501-5000 VCA 1000-2500 VDC
 - 5001-12000 VCA 2500-5000 VDC

Handwritten signature

FIGURA 21.- VOLTAJES DE PRUEBA DE AISLAMIENTO

2. Si el valor obtenido no es el satisfactorio se debe hacer directamente en la caja del motor. Los valores permitidos se muestran la figura 22

Megger:

- Interpretación de los datos según Estándar IEEE 43-2000 (40°C T. Amb.):

Mínimo valor esperado M Ω	Equipo en prueba
kV + 1	Mayoría de motores hechos antes de 1970, y otros no descritos abajo.
100	Mayoría de DC armaduras y motores AC bobina preformada hechos después de 1970.
5	Mayoría de motores bobinado aleatorio y preformado de menos de 1 kV.

FIGURA 22.- INTERPRETACIÓN DEL MEGGER SEGÚN IEEE

3. Cuando los valores son por debajo de los permitidos es necesario dejar los motores libres de polvaredas, aceites o cualquier contaminante, limpiándolos con cepillos y trapos limpios de algodón que no suelten hilos.
4. Si el polvo no es abrasivo, se debe emplear un soplete de aire comprimido, soplando la suciedad de la tapa deflectora y eliminando todo el acumulo de polvo contenido en el cuerpo del motor.
5. Los restos impregnados de aceite o humedad pueden ser limpiados con trapos embebidos en solventes adecuados.
6. Si haciendo esto aún los valores de la resistencia de aislamiento no alcanzan los valores mínimos permitidos es necesario hornear el motor en un horno a una temperatura que no exceda los 90 grados centígrados, hasta que la resistencia de aislamiento se mantenga en un valor constante.

3.3.2.1.- PRUEBA DE ÍNDICE DE POLARIDAD

La prueba de índice de polarización es un valor que nos informa sobre el estado de humedad y contaminación de la máquina, basado en la suposición de que trascurrido un cierto tiempo desde el comienzo del ensayo, la corriente de absorción se habrá anulado. Se lleva a cabo después de 30 minutos de apagada la máquina.

El índice de polarización es la razón entre la resistencia de aislamiento a 10 minutos y a un minuto después de aplicada la tensión continua de prueba.

$$\text{Índice de Polarización (IP)} = \frac{\text{Resistencia de Aislamiento a 10 minutos}}{\text{Resistencia de Aislamiento a 1 minuto}}$$

Al aplicar la prueba se obtiene una corriente resultante denominada corriente de aislamiento y consiste en dos componentes principales: Corriente de aislamiento = Corriente de fuga a través del volumen de aislamiento + la corriente de fuga sobre la superficie del aislamiento.

$$I_a = I_{fv} + I_{fs}$$

Donde:

I_a Corriente de Aislamiento

I_{fv} Corriente de fuga a través del volumen de aislamiento

I_{fs} Corriente de fuga sobre la superficie del aislamiento

a) Corriente de fuga a través del volumen de aislamiento (I_{fv}), a su vez se divide en tres componentes.

1. **Corriente capacitiva:** Es no lineal. Muestra un valor alto a Inicio de la prueba y decae a cero. Normalmente baja a cero en el primer minuto, por eso la prueba de resistencia de aislamiento debe durar al menos un minuto.

Se conoce como la corriente de carga y es propiedad de la capacitancia geométrica del bobinado. Su efecto es notable en aquellos equipos que tienen capacitancias altas, como en cables de potencia de grandes longitudes.

2. **Corriente de absorción dieléctrica:** Esta corriente decrece gradualmente con el tiempo, desde un valor relativamente alto a un valor cercano a cero, siguiendo una función exponencial; Generalmente los valores de resistencia obtenidos en los primeros minutos de una prueba, quedan en gran parte determinados por la

corriente de absorción; Dependiendo del tipo y volumen del aislamiento, esta corriente tarda desde unos cuantos minutos a varias horas en alcanzar un valor despreciable y está relacionada con la energía absorbida por los enlaces covalentes de las moléculas orgánicas aislantes y el desplazamiento de las mismas por la presencia de un campo eléctrico; sin embargo, para efectos de prueba de Megger puede despreciarse el cambio que ocurra después de 10 minutos.

3. **Corriente de conducción irreversible:** Esta corriente fluye a través del aislamiento, es lineal y depende del material aislante y predomina después que la corriente de absorción se hace insignificante.

b) Corriente de fuga superficial, Esta corriente fluye sobre la superficie del aislamiento y su comportamiento es similar a la corriente de conducción irreversible, es decir, predomina y permanece constante con el paso del tiempo y ambas constituyen el factor primario para juzgar las condiciones de un aislamiento.

Un valor bajo del índice de polarización nos indicará que existe una corriente alta de conducción o de fugas, originada por suciedad y humedad. En sistemas aislantes modernos, la corriente de absorción puede hacerse próxima a cero en dos o tres minutos desde el comienzo del ensayo. Así, se utiliza en estos casos una variante del índice de polarización que calcula la relación entre las resistencias de aislamiento a 1 minuto y 30 s, después de iniciado el ensayo. Este valor es denominado absorción dieléctrica (AD)

Los valores del índice de polarización están muy poco afectados por la temperatura, por lo que salvo en condiciones en que la prueba se haya realizado a elevada temperatura (por encima de los 40°C) no necesitan corrección. Asimismo, en este sentido, debemos considerar que no se produce un cambio de temperatura importante durante el tiempo en que dura el ensayo.

La norma CEI 60085.01 indica que, para aislamientos de clase A, el índice de polarización debe ser superior a 1,5, mientras que para aislamientos de clase B, F o H, este valor debe ser superior a 2.

Valores del índice de polarización y diagnóstico del aislamiento

- $IP < 1$ estado aislamiento: mal estado
- $1 \leq IP < 2$ estado aislamiento: cuestionable
- $2 \leq IP < 4$ estado aislamiento: bueno
- $4 \leq IP$ estado aislamiento: muy bueno

Como se ha dicho al principio siendo un índice del estado de humedad y limpieza, si el IP no cumple con los valores mínimos recomendados se procede a limpiar el devanado del motor y secar en horno, el índice mejora sensiblemente.

La norma IEEE 43 indica que cuando se obtengan IR mayores a 5000 Mohms la prueba de IP y AD pierde sentido.

3.3.2.2.- MANTENIMIENTO A RODAMIENTOS

Uno de los puntos críticos de una maquina rotatoria son los cojinetes ya que alrededor del 40% de las fallas ocurren en estos. Desde el momento que el motor inicia su funcionamiento y posteriormente, con registros de temperatura y parámetros predictivos como análisis periódicos de vibraciones es fácil detectar cualquier variación en las condiciones de funcionamiento de los baleros. Los rodamientos tienen una duración en horas. Por ello, es necesario cambiarlos cuando estos cumplen su vida útil, aunque no presenten problemas, ya que la falla de uno de los rodamientos conlleva una falla mayor, llevando incluso a dejar inutilizado el equipo. La lubricación se realiza con el tipo y la cantidad de grasa adecuadas y de acuerdo con el programa de mantenimiento.

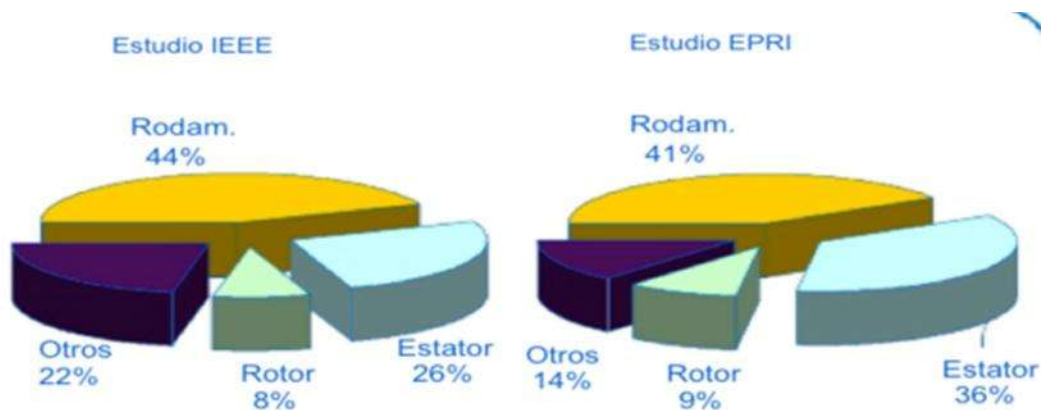


FIGURA 23.- CAUSAS DE FALLAS DE MOTORES ELÉCTRICOS

3.2.2.2.1.- CAMBIO DE RODAMIENTOS

El desmontaje de un motor para cambiar un rodamiento, solamente deberá de ser hecho por personas calificadas. Al desconectar el motor se deben de marcar las puntas al igual que las tapas donde se alojan los cojinetes. A fin de evitar daños en los núcleos será necesario después de la retirada de la tapa del cojinete, calzar el entrehierro entre el rotor y el estator con cartulina de espesor correspondiente. El desmontado de los rodamientos no es difícil usando herramientas adecuadas (extractor de baleros, prensa hidráulica). Las garras del extractor deberán ser aplicadas sobre la fase lateral del anillo interno que será desarmado, o sobre una pieza adyacente. Es esencial que el montaje de rodamientos sea efectuado en un ambiente de rigurosa limpieza, para asegurar un buen funcionamiento y evitar daños. Rodamientos nuevos solo serán retirados de su empaque en el momento de su instalación. Antes de la colocación de rodamientos nuevos, será necesario verificar si el encaje en el eje y en la caja de la tapa de alojamiento no presenta señales de rebaba ralladuras o desgaste. El apoyo para prensar o golpear el rodamiento debe ser aplicado sobre el anillo interno. Después de montar los rodamientos se procede a armar el motor.

3.3.3.- TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN EN 4.16/2.4 KV

Definición.- es un tablero metálico, con un conjunto de elementos eléctricos y mecánicos, aislado de las partes conductoras, que permite la operación y funcionamiento de circuitos eléctricos principalmente de motores.

3.3.3.1.- COMPONENTES DEL TABLERO

- Barras de fuerza.
- Barra para el sistema de tierra.
- Interruptor o contactor.
- Instrumentos de medición.
- Relevadores de protección.
- Transformadores de potencial y corriente.

- Cables de control y medición.



FIGURA 24.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN.

3.3.4.- INTERRUPTOR O CONTACTOR EN AIRE

El interruptor de potencia es el dispositivo encargado de desconectar una carga o una parte del sistema eléctrico, tanto en condiciones de operación normal (máxima carga o en vacío) como en condición de cortocircuito. La operación de un interruptor puede ser manual o accionada por la señal de un relé encargado de vigilar la correcta operación del sistema eléctrico, donde está conectado.

El sistema de interrupción consiste en una serie de placas aislantes de cerámica refractaria que tienen ranuras en su parte más baja, dentro de las cuales el arco es atraído por un campo magnético. Cuando los contactos de arqueo se separan se forma un arco eléctrico entre ellos, el arco es alargado hacia arriba tocando el centro de los cuernos de arqueo desplazándose en paralelo con la bobina de extinción. Las placas de transferencia rápidamente extinguen parte del arco, transfiriendo el flujo de corriente total a través de la bobina de extinción, el campo magnético sobre la cámara es amplificado y es dividido en el interior en serie con la bobina, esto hace que gran parte del arco sea expuesto a las paredes frías de las placas refractarias y crea un fuerte efecto de ionización que lo elimina.

3.3.4.1.- MANTENIMIENTO A INTERRUPTORES O CONTACTORES EN AIRE

Se deberá de establecer un programa de mantenimiento preventivo, de acuerdo a especificaciones del fabricante, para efectuar trabajos de mantenimiento y pruebas del equipo. Durante la revisión se efectuaran las siguientes rutinas al equipo:

- Limpieza de cámaras de arqueo: se deberá sopletear, limpiar con un solvente dieléctrico y secar perfectamente.
- Limpieza de contactos fijos y removibles: Aplicar una capa delgada de lubricante para contactos a los contactos principales. En caso de reemplazo se deberá checar la alineación de estos, lo máximo permitido de desalineación es de 1/32 de pulgada.
- Lubricación del mecanismo de apertura y cierre: Engrase de partes móviles al mínimo posible para evitar acumulación de suciedad.
- Revisar reapriete de tornillos: Checar y observar que todas las anclas y tornillería de la estructura estén bien firmes.
- Revisar los clips de fuerza: Es importante checar la presión de los clips para los contactos de fuerza como para fusibles y garantizar que no habrá falsos contactos, si es necesario hay que ajustar la tensión del resorte.
- Limpieza de aisladores: Las pruebas de megger son sugeridas para checar el aislamiento, una serie de estas pruebas indicara la tendencia dieléctrica del aislamiento y deberá hacerse antes y después de la limpieza del interruptor.
- Revisar conexiones de control: Limpieza general a todo el control y revisar tensión y continuidad en todas las conexiones del alambrado de control.
- Verificar la tensión de los resortes: El contacto se empieza a separar a una tensión de 9 a 11.5 libras y debe abrir completamente a 13.5 libras. Si no es así hay que ajustar la tensión del resorte.

3.3.4.2.- PRUEBAS

- Se debe realizar pruebas a los relevadores de protección para garantizar el disparo correcto del interruptor en condiciones anormales.
- A los contactos de fuerza hay que hacerles pruebas de resistencia de contactos (ducter) para garantizar que la superficie de contacto sea correcta y mantener una buena conductividad.
- El aislamiento eléctrico deberá chequearse con cierta frecuencia para que nos permita obtener datos del comportamiento del equipo.

3.3.5.- ARRANCADORES DE MOTORES ELÉCTRICOS

Las funciones de un arrancador magnético son:

- Controlar en campo y a distancia el arranque, funcionamiento y paro de un motor que acciona un equipo.
- Proteger el motor y al operador del equipo.

Consta de dos circuitos, el principal o de fuerza y el auxiliar o de control.

El circuito de fuerza en un arrancador a tensión plena consta de un interruptor termomagnético (protección contra cortocircuito), contactor de fases (M) y un relevador de sobrecarga (OL). Por este circuito de fuerza va la energía eléctrica de c. a. que alimenta el motor.

El circuito de mando o de control aísla eléctricamente al circuito de fuerza y consta de: un transformador de control de 440 a 120 volts, fusible de control, bobina de contactor, contactos auxiliares normalmente abiertos, contactos auxiliares normalmente cerrados, lámparas indicadores de arranque y paro, y pulsadores de paro y arranque.

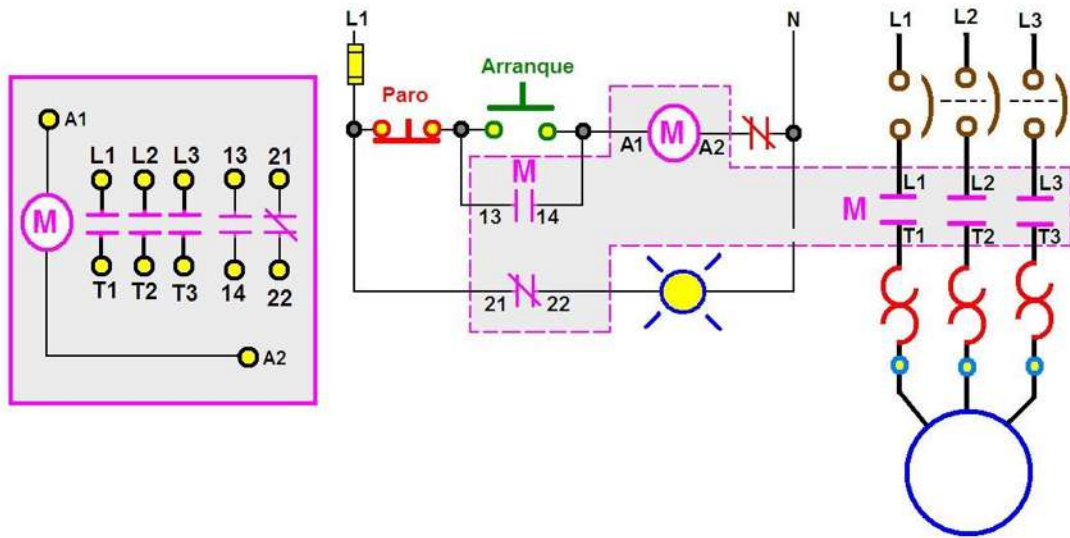


FIGURA 25.- ARRANCADOR A TENSIÓN PLENA.

Al interactuar los dos circuitos tanto el de control como el de fuerza, nos origina la puesta en servicio del equipo con sus protecciones integradas.

3.3.5.1.- ARRANCADOR A TENSIÓN REDUCIDA

Un motor al arrancar toma de cinco a siete veces su corriente nominal o la de plena carga esto puede producir disturbios en la red interna. El calentamiento de los devanados es proporcional al cuadrado de la corriente, por lo tanto la temperatura será bastante elevada. Por esta razón se utilizan arrancadores a tensión reducida. El par de arranque de un motor de inducción es función del cuadrado de la intensidad del rotor, o aproximadamente del cuadrado de la intensidad de línea. Si la tensión se reduce en un 50 %, la intensidad de arranque del motor se reducirá también al 50 % de la normal, pero el par se reducirá al 25 % de su valor normal.

3.3.5.2.- ARRANCADOR CON AUTOTRANSFORMADOR

Para el arranque de motores trifásicos de 100 hasta 300 HP a 440V c.a., 60Hz con autotransformador, no reversibles, por lo general se utilizan autotransformadores con derivaciones de 50, 65 y 80 % de la tensión nominal. Interruptor Termo magnético, Contactores y Relevador de sobrecarga de acuerdo a la potencia del motor. Botones Pulsadores de Arranque y Paro. Lámpara piloto indicadora de sobrecarga. Voltímetro Analógico montado en la puerta. En este método de arranque, el motor se conecta con los autotransformadores y una vez acelerado suficientemente se conecta a la posición de marcha o de plena tensión.

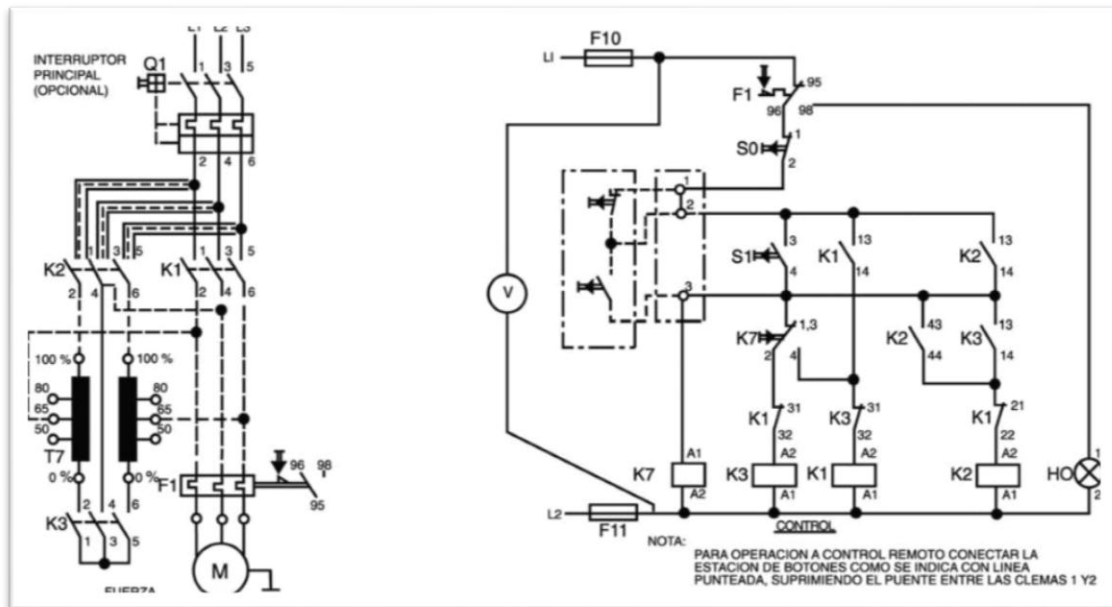


Fig. 26.- Diagrama de arrancador con autotransformador.

Siguiendo el diagrama de control vemos lo siguiente:

Al pulsar el botón de arranque S1 activa K7 (relevador de cierre retardado) energizando K2 (contactor a voltaje reducido) y K3 (contactor punto estrella) y parte del devanado del autotransformador queda en circuito y el motor se conecta a la tensión reducida. Una vez acelerado el motor actúa K7 abriendo K2 y K3 y cerrando K1, con lo que el motor se conecta a la tensión total de la línea sin interrupción de la alimentación.

Este arrancador proporciona el más alto par de arranque por ampere de corriente de línea. Cuando se energiza el circuito de control, el motor se conecta a los taps a tensión

reducida en el autotransformador al 50, 65 u 80% del voltaje de la línea, y el par de arranque será de 24, 42, o 64 % respectivamente.

Los devanados están diseñados para funcionar en breves periodos de tiempo, por lo que la duración del arranque no deberá de prolongarse por indebidamente. Después de un periodo de tiempo que puede ser ajustado a 15 segundos, el motor se conecta directamente a la línea.

Algunos fabricantes especifican que el autotransformador está diseñado para permitir hasta 15 segundos de aceleración a tensión reducida cada cuatro minutos (15 arranques por hora), en algunos equipos se especifica el tiempo máximo de ajuste. Se debe tomar en cuenta esto para evitar que el equipo se dañe.

3.3.6.- CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM'S)

Por el gran número de equipos operando, accionados por motores eléctricos, resulta más conveniente tener concentrado la operación de cada control de motor en una unidad completa denominado centro de control de motores (ccm's). con esto se logra:

- Realizar cambios o reparaciones bajo tensión, sin afectar otros circuitos en paralelo.
- Seguridad para los operadores.
- Mejor distribución de los KVA'S del transformador.
- Concentración de motores para procesos continuos o bajo cierta secuencia de operación.



FIGURA 26.- CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

Se trata de un tablero eléctrico para el accionamiento de motores. Cuentan con un interruptor general tipo termomagnético, el cual recibe los cables de alimentación que manejan grandes corriente. De salida del interruptor general, se alimenta directamente al bus principal, colocado en forma horizontal, fabricado de cobre electrolítico en forma de solera. Del bus principal se derivan en forma vertical el bus que alimenta los arrancadores en esa columna de unidades los cuales suelen estar formado por módulos o cajones llamados cubículos. En la industria, se suele ubicar la maniobra de cada motor en un cubículo extraíble, estos, presentan en la parte posterior de gabinete unas zapatas en forma de horquilla las que entran a presión al bus vertical. Estas zapatas son de cobre protegidas con plástico aislante. En cada cubículo se instala el interruptor termomagnético, el térmico, los contactores y relés. Pueden ser maniobrados desde una botonera a pie de máquina, desde el arrancador y genera avisos a una pantalla de una sala de control que puede estar a gran distancia de los motores.

El cubículo, al ser extraíble se puede intercambiar en un momento dado con otro de igual características en caso de avería, por lo que se adelanta la puesta en marcha de la instalación. Para la reparación de un arrancador no tendríamos que quitar tensión a todo el tablero, bastaría con seccionar el interruptor o seccionador del cubículo con problemas y tras extraerlo repararlo cómodamente.

3.3.7.- GENERACIÓN DE ENERGÍA

La planta cuenta con un turbogenerador sincrónico eje horizontal con los siguientes datos de placa:

Datos eléctricos del alternador:

- Potencia aparente nominal 17.65 MVA
- Potencia activa nominal 15 MW
- Factor de potencia 0.85
- Tensión nominal 13.8 KV
- Intensidad nominal (por fase) 738 A
- Frecuencia nominal 60 Hz
- Velocidad nominal 3600 r.p.m.
- Temperatura Aire frio 40 °C

REACTANCIAS

- Reactancia sincrónica longitudinal* $X_d = 158 \%$
- Reactancia transitoria longitudinal** $X'_d = 18.6 \%$
- Reactancia subtransitoria longitudinal** $X''_d = 12.6 \%$
- Reactancia inversa* $X_2 = 14.5 \%$
- Reactancia homopolar* $X_0 = 8 \%$
- Relación corto circuito** $K = 0.6$

*valores no saturados

**valores saturados

- Constante de tiempo transitoria de corto circuito $T'_d = 0.14 \text{ seg.}$
- Constante de tiempo subtransitoria de corto circuito $T''_d = 0.025 \text{ seg.}$
- Constante de tiempo en vacío $T'_d = 4.5 \text{ seg.}$

- Carga asimétrica: Corriente permanente admisible= 8 %

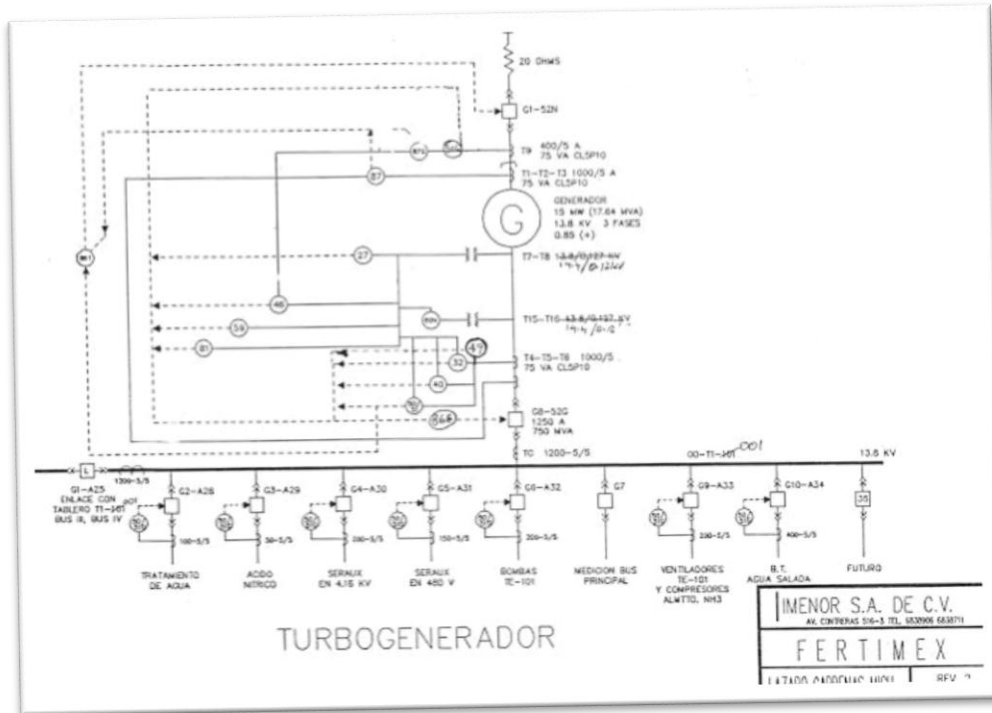


FIGURA 27.- DIAGRAMA UNIFILAR DE TURBOGENERADOR

3.3.8.- PROTECCIONES DEL TURBOGENERADOR

Los generadores se deben proteger especialmente, puesto que es necesario evitar ausencias prolongadas del suministro de energía eléctrica. Por lo que requieren ser protegidos, no solo contra los cortocircuitos, sino contra condiciones anormales de operación, como sobreexcitación, sobre voltaje, pérdida de campo, corrientes desequilibradas, potencia inversa, y frecuencia anormal. Bajo estas condiciones el generador puede sufrir daños o una falla completa en pocos segundos, por lo que se requiere la detección y el disparo automático. Para esto el turbogenerador cuenta con los siguientes relevadores de inducción instalados:

TABLA 2.- RELEVADORES DE PROTECCIÓN DEL TURBOGENERADOR

PIEZAS	RELE	TIPO	NEMA	MARCA	NOMENCLATURA
2	Bajo voltaje	CV 22	27	FIR	F-1/2
1	Potencia inversa	CRN-1	32	FIR	F-3

PIEZAS	RELE	TIPO	NEMA	MARCA	NOMENCLATURA
1	Falla de campo	KLF	40	FIR	F-4
2	Desbalance de corriente sec. Inversa	CO-Q	46	FIR	F-5/6
1	Sobrecarga	STF	49	BBC	F-7
3	Sobre corriente con restricción de v.	COV-811T	50/51V/R	FIR	F-8/9/10
1	Falla de tierra	CO-2	51G	FIR	F-11
2	Sobre voltaje	CV- 25+11V	59	FIR	F-12/13
1	Balace de voltaje	RB-V-2	60V	FIR	F-14
1	Mínima frecuencia	CF-1	81	FIR	F-15
1	Falla a tierras restringida	CWC	87C	FIR	F-16
3	Diferencial	CAG	87	FIR	F-17/18/19
2	De bloqueo total	AN21		BBC	F-20

Marca FIR.- (Fabrica italiana relé)

Marca BBC.- (Brown Boberi Company)

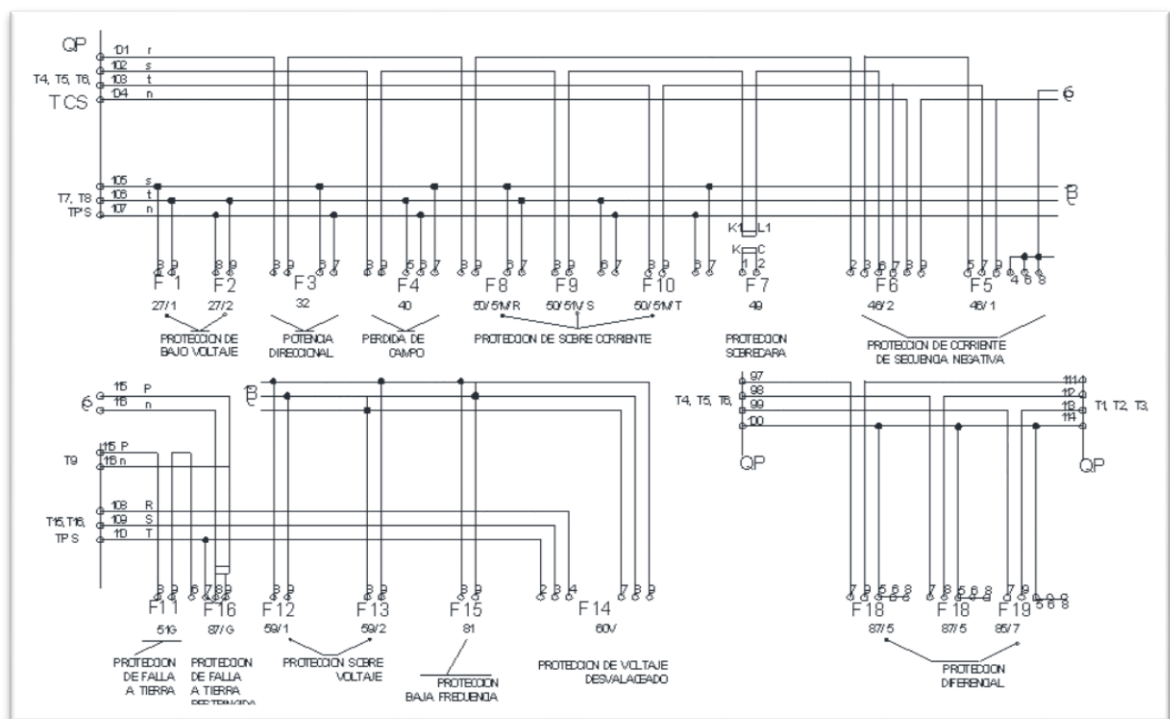


Figura 28.- Diagrama esquemático alambrado de relevadores

3.3.9.- CALIBRACIÓN DE RELEVADORES

Las pruebas de los equipos de protección están consideradas generalmente como pruebas a los relevadores, pero esto va más allá que una simple verificación de la calibración del relevador.

La mayor cantidad de problemas encontrados no incluyen a los relevadores en sí, sino a los equipos asociados a ellos, como son los transformadores de instrumentos y los interruptores.

Por esta razón, es muy importante, verificar la correcta operación de los mismos. Durante los paros de planta los programas de mantenimiento deberán incluir las pruebas correspondientes.

Equipo de prueba multiamp.- este equipo eléctrico se utiliza para simular corriente, tensión, frecuencia y ángulo de fase, que aplicadas a los relés sirve para simular determinadas fallas y verificar el correcto funcionamiento de las protecciones de cualquier sistema eléctrico

3.3.9.1.- PRUEBA A UN RELEVADOR DE SOBRE CORRIENTE:

El relé de COV contiene una unidad de disco de inducción de sobre corriente y una unidad instantánea de bajo voltaje.

La unidad de bajo voltaje supervisa la operación de la unidad de sobre corriente. A pesar de la cantidad de corriente que pasa a través de la bobina de funcionamiento de la unidad de sobre corriente, ninguna operación toma lugar a menos que la unidad de bajo voltaje ha actuado. Esto significa que la unidad de sobre corriente puede ser configurada para funcionar en menos de corriente a plena carga cuando la tensión cae por debajo de un valor predeterminado.

De la misma forma, la unidad de sobre corriente no funcionará siempre que la tensión está por encima de la del valor predeterminado.

Este relé se utiliza normalmente para proteger un generador contra un fallo de bus.

3.3.9.1.1.- TIPOS DE PRUEBAS

Zero check—Esta prueba se realiza generalmente en un nuevo rele para determinar que los contactos del relé se cierren cuando el dial de tiempo se establece en cero.

Pick Up – valor mínimo de operación de relevador. Voltaje o corriente.

Dropout—es el valor de abandono o liberación de la unidad de voltaje.

Características de tiempo—corriente de la unidad de Sobre corriente

TABLA 3.- POSICIONES DE LOS CONTROLES DEL EQUIPO DE PRUEBA

CONTROL	POSICIÓN
POWER ON / OFF del interruptor	OFF
INICIAR mando de control	N.O. MANT.
TONO /CONTINUIDAD Switch	cualquier posición
PRINCIPALES A. C. Perilla de control	"0"
D.C./VERNIER	VERNIER
A. C. escala de amperímetro	250 A
D. C. o VERNIER Control	0" (hacia la izquierda)
D. C. ESCALA DE AMPERÍMETRO Switch.	5A
Restricción armónica / interruptor	NORMAL

SIEMPRE CONSULTE la literatura del fabricante antes de la prueba.

TABLA 4.- POSICIÓN DE CONTROL DEL AUXILIAR

CONTROL	POSICIÓN
0-25A / 0-300V AC Switch	0-300V AC
A: C: AMPERÍMETRO Switch	0-25A
PERILLA DE CONTROL 0-25A o 0- 300 V AC	"0" (hacia la izquierda)
Conmutador de voltímetro	leerá el voltaje de prueba deseado en el 1/3

CONTROL	POSICIÓN
	de la escala
EXT. POTENCIA DE ENTRADA / interruptor	NORMAL
V. RELAY / D.E.T. Switch.	NORMAL
VOLTIMETRO DE CIRCUITO DE CONTROL DE SELECCIÓN	AUX. C.A.
SALIDA AUXILIAR perilla de control	"0" (hacia la izquierda)
SALIDA AUXILIAR Switch selector de CA	0-150V AC 0-300V AC
NORM./DROPOUT Switch	NORM.
NORM./BYPASS Switch	NORM.

CONFIGURACIÓN DE CONTROLES EN SECCIÓN AUXILIAR:

PRUEBAS activación (Pick Up) y desactivación (Dropout) DE LA UNIDAD DE BAJA TENSIÓN

1. Conectar el SR-76A a una fuente adecuada de potencia tal como se indica en la placa.

Asegúrese de que el interruptor de encendido está en OFF.
2. Conectar los bornes de conexión rojo y negro de la sección de salida auxiliar a las terminales de la bobina de la unidad de baja tensión.
3. Conecte los cables amarillos entre los postes de los contactos de continuidad del equipo, y las terminales de contacto de la unidad de mínima tensión del rele.
4. Girar el interruptor de encendido en ON. La luz de encendido y la luz de continuidad deberán Encender.
5. Pulse el botón de reinicio del temporizador e iniciar la prueba pulsando el interruptor INICIAR.
6. Gire la Perilla de control auxiliar de salida (hacia la derecha) para aumentar la tensión aplicada a la bobina de funcionamiento de la unidad de mínima tensión hasta que la luz continuidad simplemente se apaga. Leer y grabar. Este valor de voltaje es el voltaje de activación (Pick Up) de la unidad de bajo voltaje.
7. Continúe girando la Perilla de control auxiliar de salida hacia la derecha para aumentar la tensión aplicada hasta que la tensión nominal del relé se lee en el voltímetro de prueba.
8. Gire la Perilla de control auxiliar de salida hacia la izquierda para disminuir la tensión aplicada hasta que las luces de continuidad se enciendan. Lea y registre

este valor de tensión que es el valor de desactivación (Dropout) de la unidad de bajo voltaje.

9. Retorno AUX. perilla de control de salida a cero y desconecte la alimentación ON / OFF interruptor de apagado.

PRUEBAS DE CONTROL DE TENSIÓN DE SOBREINTENSIDAD RELAY

1. Conectar el SR-76A a una fuente adecuada de potencia tal como se indica en la placa.
2. Conectar los bornes de conexión rojo y negro de la sección de salida auxiliar a las terminales de la bobina de la unidad de baja tensión.
3. Conectar los terminales de salida principal de corriente alterna de la Sección de Control a las terminales de la bobina operación de sobre corriente.
4. Ajuste el interruptor principal de corriente alterna AMPERÍMETRO Rango de modo que la corriente de prueba deseada se pueda leer a 1/3 de la escala del medidor.
5. Conecte el conjunto de cables amarillos de luz de continuidad a los contactos de disparo del relé.
6. Ajuste la palanca de iniciar el control de la posición del temporizador.
7. Girar el interruptor de encendido en ON.
8. Pulse el botón de reinicio del temporizador y poner en marcha el aparato de prueba pulsando el interruptor INICIAR.
9. Girar AUX. Control de salida de mando hacia la derecha hasta la tensión nominal del relé se lee en el voltímetro.
10. Girar el mando de control principal A.C. las agujas del reloj hasta que el valor de la lectura actual en la principal A. C. AMPERÍMETRO es aproximadamente cuatro veces el valor del tap de la unidad de sobre corriente.
11. La unidad de sobre corriente no debe operar para cerrar los contactos del circuito de disparo del relé.
12. Girar el AUX. Perilla de control de salida hacia la izquierda para reducir el voltaje hasta que la unidad de mínima tensión se retira.
13. La unidad de sobre corriente debe operar para cerrar los contactos del circuito de disparo del relé. Esto detendrá el temporizador y desenergizar el equipo de prueba. No hay necesidad de registrar el temporizador indicado en el temporizador, este no es el conjunto de temporización

Prueba de pick up de la unidad de sobre corriente

1. Asegurarse de que los contactos de mínima tensión se cierran antes de realizar las pruebas.
2. Siga los procedimientos de prueba para probar un relé de sobre corriente.
 - Prepare la curva de operación el relevador bajo prueba.
 - Anote los datos de placa.
 - Con su estudio de coordinación previo, anote el valor del tap, el time dial e instantáneo.
 - Inyecte corriente para verificar el pick-up, siendo esta la corriente mínima de operación del relevador, es decir la corriente mínima para cerrar los contactos del rele para cualquier ajuste de la derivación particular y, anótela.
 - TIEMPO DE PRUEBA - UNIDAD DE INDUCCIÓN
 - Verifique el tiempo de operación del relevador, para lograr esto inyecte 3 veces la corriente del tap y verifique en el múltiplo de 3 de la gráfica donde se interseca con el correspondiente time dial, registre este valor.
 - Repita el paso anterior pero ahora inyecte 4 veces la corriente del tap.
 - TESTING DC AND SEAL IN
 - Verifique el target and seal indicator (bandera), primero inyecte aproximadamente el 150% la corriente del valor del tap a la bobina de operación de la unidad de inducción. Esto es simplemente para hacer operar al rele y completar el circuito de disparo.
 - Cuando los contactos del circuito de disparo de la unidad de inducción están cerrados. Inyecte corriente directa lentamente para energizar la bobina target del rele. cuando la bandera cae lea y registre el valor de la corriente.
 - Reduzca a cero la corriente de la bobina de operación de la unidad de inducción. los contactos de disparo del rele abren, si el circuito DC sigue energizado, la unidad de seal-in trabaja adecuadamente.

CAPÍTULO 4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- CONCLUSIONES.

El mantenimiento y operación de obras eléctricas es de vital importancia tanto regional como local ya que con esto se propicia el desarrollo económico y de fuentes de empleo para las personas que en ella laboran.

Mi labor en el área de Mantenimiento de Fertimex, además de permitirme aprender y reafirmar mis conocimientos me dio la oportunidad de comprobar que Salí capacitado de la facultad para esa labor.

4.2.- RECOMENDACIONES.

Para el egresado de ingeniería eléctrica cabe destacar que es una oportunidad de desarrollo así como un área para captar y hacer validos los conocimientos que se adquirieron en las aulas a través del curso de la carrera y que solo en el campo profesional se verán reflejados con el paso del tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. N. V. Escobar, «El Modelo de Financiamiento al Desarrollo como Determinante de las Relaciones Agricultura - Estado. 1943-1974: Inflexión, Establecimiento y Trayectoria de la Industria Agroquímica en México. El Caso de Guanos y Fertilizantes, S.A.» *XIV CONGRESO DE HISTORIA AGRARIA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA AGRARIA*, 2013.
- [2] V. y. Stezano, El Modelo de Financiamiento al Desarrollo como Determinante de las Relaciones Agricultura - Estado. 1943-1974: Inflexión, Establecimiento y Trayectoria de la Industria Agroquímica en México. El Caso de Guanos y Fertilizantes, S.A., UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA, 2013.
- [3] M. J. Clouthier, «La industria Paraestatal de Fertilizantes,» *MEMORIA DEL FORO DE CONSULTA POPULAR PARA LA PLANEACIÓN DE LA EMPRESA PÚBLICA*, 1983.
- [4] «<https://es.wikipedia.org/wiki/Fertilizante>,» [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Fertilizante>.
- [5] «www.fertilizando.com,» [En línea]. Available: www.fertilizando.com/articulos/images/LosFertHallFamalmg1.gif. [Último acceso: 3 10 2015].
- [6] «<https://es.wikipedia.org/wiki/Guano>,» [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Guano>.
- [7] «<http://roble.pntic.mec.es/~mbedmar/iesao/quimica/fertiliz.htm>,» [En línea]. Available: <http://roble.pntic.mec.es/~mbedmar/iesao/quimica/fertiliz.htm>.
- [8] «Wikipedia en español,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento#/media/File:AL_Mantenimiento.svg. [Último acceso: 3 10 2015].
- [9] Wikipedia, «Wikipedia,» 3 10 2015. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Fertilizante>.
- [10] O. N. Mata, «Pruebas de aislamiento motores baja tension,» Global Tec SA.