



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Renovación y optimización de colgadores
BODY C1 & Renovación de componentes
de grúas de ENGINE COMP X11**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecatrónico

P R E S E N T A

Jorge Luis Hernández Pacheco

ASESOR(A) DE INFORME

M. en I. Flores Medero Navarro Billy Arturo



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019

Índice

1. Introducción y objetivo.	4
a) Introducción.	4
b) Objetivo.	4
2. Descripción de la empresa.....	4
a) Historia.	4
b) Misión y visión.	5
c) Descripción del puesto de trabajo.	5
3. Antecedentes del proyecto.....	6
a) Nissan CIVAC.....	6
b) Historia de los Sistemas de Manufactura.....	7
c) Producción en Serie.	8
4. Definición del problema.	10
a) Descripción general.	10
b) Problema línea Colgadores Body C1.....	10
c) Problema Grúas de Engine Comp X11.....	10
5. Metodología utilizada.	10
a) Revisión de la información proporcionada por parte del cliente	10
b) Diseño preliminar del tablero de control.....	11
c) Fabricación de tableros de control.	12
d) Pruebas en nuestras instalaciones.....	12
e) Instalación y ajustes finales.....	12
f) Capacitación y pilotaje.	12
6. Resultados.	15
a) Colgadores <i>Body C1</i>	15
b) Grúas de <i>Engine Comp X11</i>	15
7. Conclusiones.	16
8. Referencias.	17
9. Anexos.	17
a) ANEXO 1 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012	17

b) ANEXO 2 DIAGRAMAS DE CONTROL Y ELECTRICOS PROYECTO COLGADORES BODY C1	23
c) ANEXO 3 DIAGRAMAS DE CONTROL Y ELÉCTRICOS PROYECTO GRÚAS DE ENGINE COMP X11	25

1. Introducción y objetivo.

a) Introducción.

Para poder entender la importancia de la automatización en los procesos industriales, debemos primero conocer lo qué es y lo qué hace. La industria automotriz es un punto de referencia cuando se habla de la automatización de los procesos de fabricación. Ford llevó a la industria el concepto de procesos de fabricación y, por tanto, la estandarización de los productos. Con la evolución de la industria surgieron otros conceptos que implicaron la automatización y la industria del automóvil evolucionó, como el sistema de Toyota, también conocido como Ohnoismo, que trajo consigo muchos otros cambios, tales como el sistema JIT (*Just in Time*), el control estadístico de procesos y la incorporación de otros sistemas, como por ejemplo, el taylorismo y el fordismo en sí.

Estos nuevos conceptos surgieron principalmente para satisfacer cada vez más el exigente y competitivo mercado, la evolución constante ha puesto en cada segmento, la necesidad de automatizar los procesos que se llevaron a cabo con anterioridad por las personas y los sistemas electromecánicos. Actualmente se incorporan sistemas de inteligencia artificial.

La automatización del proceso aportará ventajas a la producción, lo cual se traduce en un producto final de mayor calidad y más competitivo, debido a factores tales como la normalización de procesos y productos, la velocidad de producción, la programación de la producción, la reducción continua de los residuos y menos probabilidades de equivocarse.

b) Objetivo.

Renovar y mejorar dos líneas de producción, basándose en la metodología de tecnología de flujo por demanda, con el fin de disminuir pérdidas y aumentar la velocidad de producción.

2. Descripción de la empresa.

a) Historia.

El 27 de julio del 2005 el Ing. en robótica industrial, Jesús Guzmán y el Ing. en biónica Gerardo Espinosa, fundaron la empresa CE SISTEMAS, la cual inició prestando servicios de mantenimiento a electrónicos e instalaciones eléctricas residenciales pequeñas.

Posteriormente, en el año 2009 junto con el Ing. Víctor Hugo González, se impulsa la comercialización de productos de control y potencia para la industria, en donde se brinda un servicio complementario a las instalaciones y puestas en marcha.

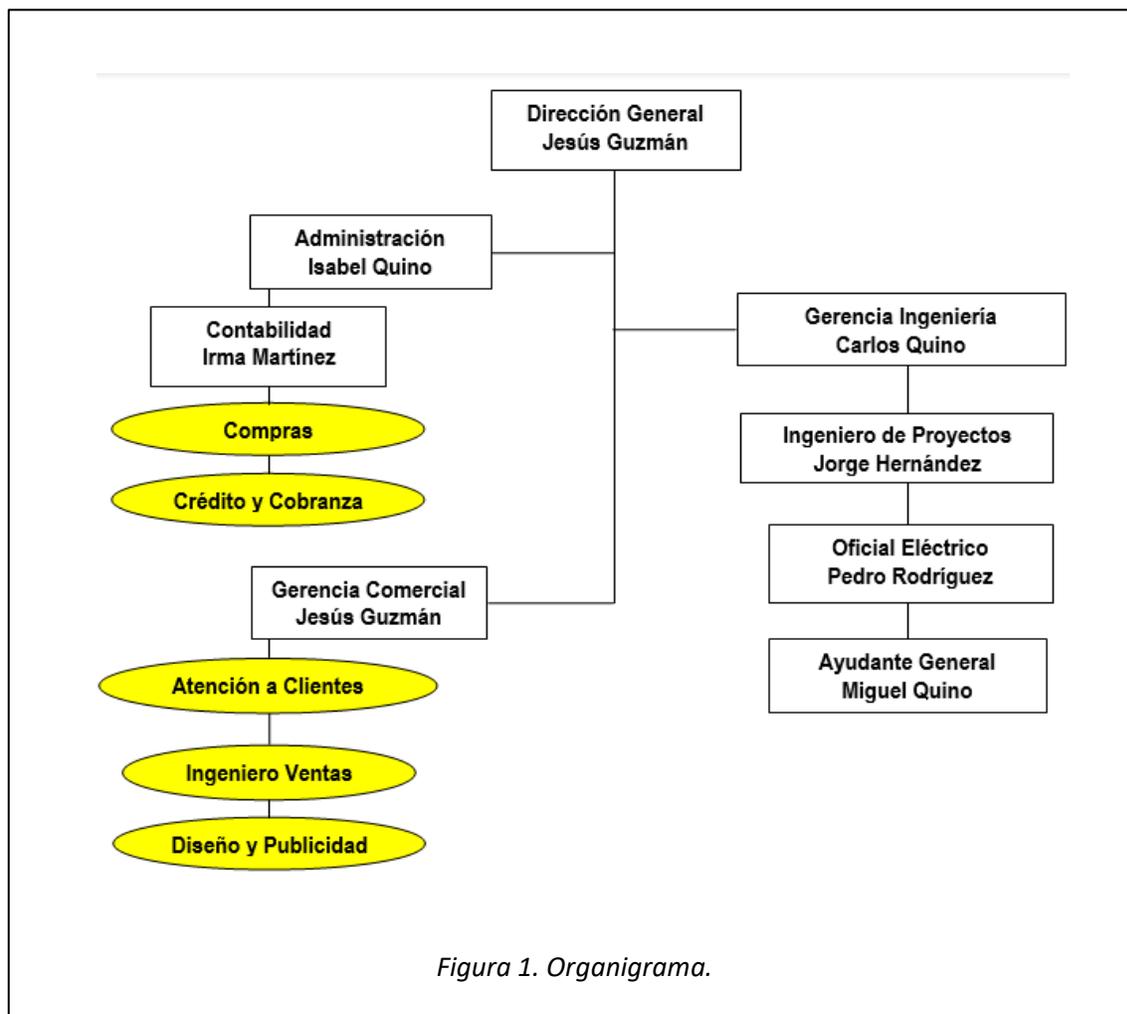
Por otra parte, en el año 2012 se crea el área de ingeniería, con la finalidad de asentar las necesidades en los diferentes procesos, aterrizar ideas y convertirlas en proyectos productivos y rentables (CE Sistemas, 2017).

b) Misión y visión.

- ❖ **Misión:** “Desarrollar soluciones integrales, innovadoras y productivas con la más alta calidad, mediante el uso constante de tecnologías avanzadas que nos permitan estar a la vanguardia para ofrecer nuevas y mejores opciones a nuestros clientes” (CE Sistemas, 2017).
- ❖ **Visión:** “Ser una de las empresas más innovadoras del sector en el que participamos, siempre apasionados por generar un futuro sustentable, productivo y plenamente humano” (CE Sistemas, 2017).

c) Descripción del puesto de trabajo.

Me encuentro laborando en el área de ingeniería, como se muestra en la Figura 1, en el puesto de ingeniero de proyectos, en el cual estoy a cargo del diseño mecánico y eléctrico de los gabinetes de control.



Entre las funciones que realizo se encuentran la elaboración de cotizaciones para nuevos proyectos, así como la selección de materiales con base a normas y especificaciones por parte del

cliente, con los cuales se pueda cumplir la función deseada. Cada cotización es acompañada de perspectivas del producto final, las cuales elaboro en los softwares *SolidEdge*® y *KeyShot*®, como se aprecia en la Figura 2.

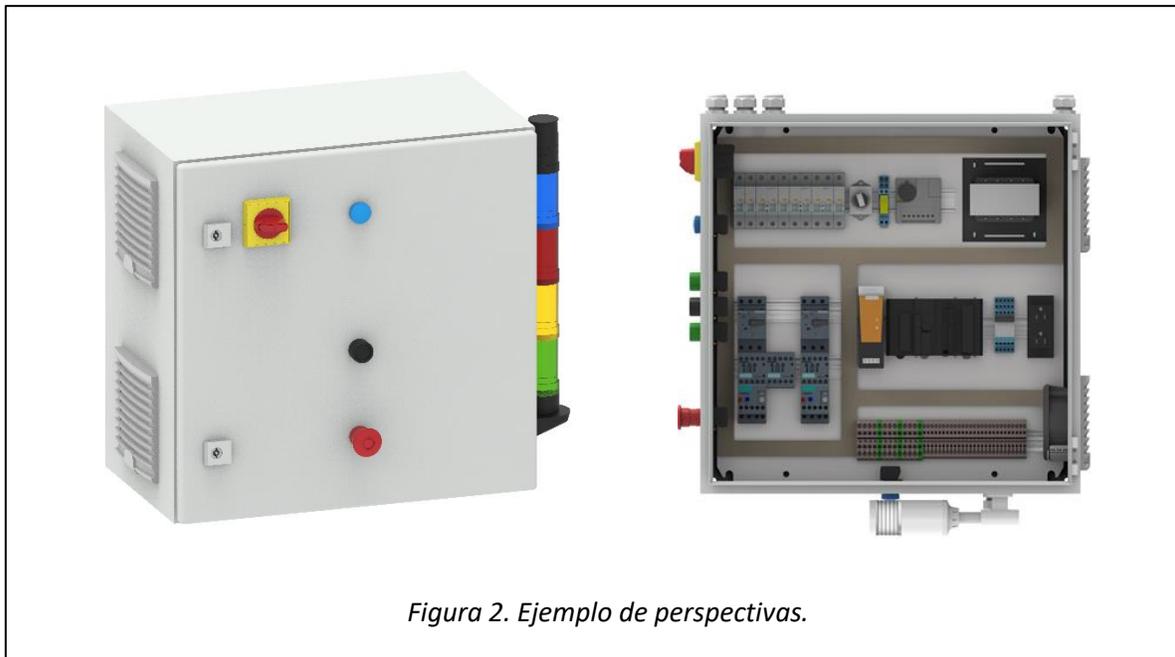


Figura 2. Ejemplo de perspectivas.

Una vez generada la orden de compra, me corresponde afinar los diagramas eléctricos y mecánicos, asentar la lógica de funcionamiento y obtener la aprobación por parte de cliente para su fabricación.

En el proceso de fabricación elaboro un cronograma para la fabricación, con el fin de entregar un producto de calidad y en el menor plazo posible.

Al realizar una puesta en marcha, apoyo en la instalación, en la calibración y la capacitación para el usuario final.

3. Antecedentes del proyecto.

a) Nissan CIVAC.

Nissan Mexicana, Planta CIVAC, es el primer complejo de manufactura de la compañía construido fuera de Japón, el cual marcó el inicio de una larga trayectoria en innovación, investigación, compromiso y producción de vehículos con los más altos estándares de calidad que contribuyen con la excelencia de primer nivel que ofrece la marca.

Fue también el primer paso que Nissan dio hacia su estrategia de globalización, al establecer su primer centro de manufactura fuera de Japón.

En 1966, el establecimiento de Planta CIVAC, en Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC) en el estado de Morelos, dio origen a la creación de vehículos icónicos que satisfacen el gusto del público mexicano, así como a la asignación de proyectos estratégicos para Nissan a nivel global.

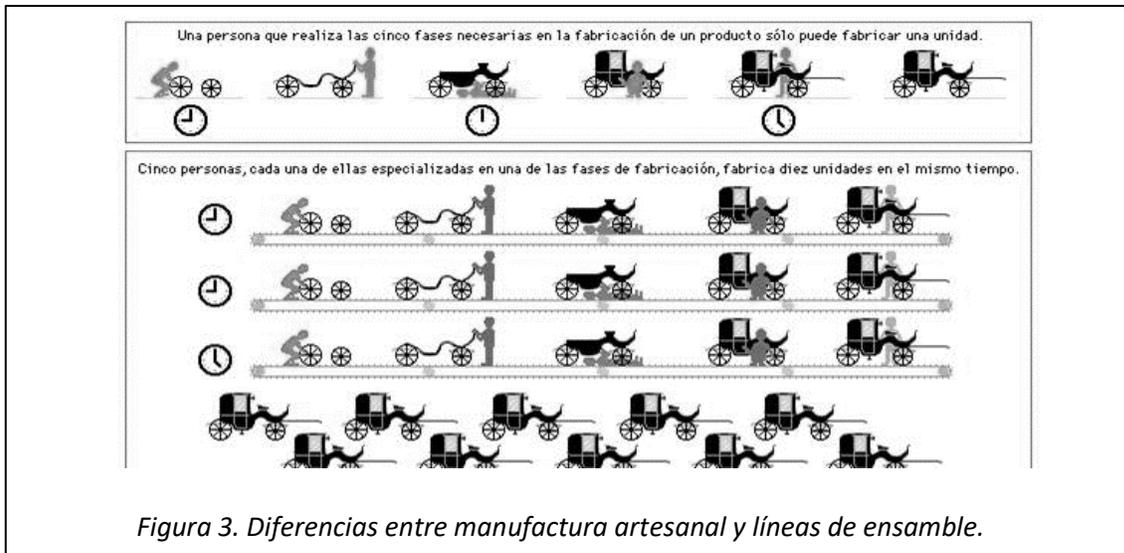
A partir del año 2016, los vehículos producidos en Planta CIVAC incluyen las Pick Ups NP300 Frontier y NP300, así como los modelos, Versa, Tiida Sedán, NV200 y NV200 Taxi (Nissan, 2016).

b) Historia de los Sistemas de Manufactura.

Los sistemas de manufactura comenzaron a partir de la revolución industrial (finales del siglo XVIII), fue en ese momento cuando se comenzó la transformación de los sistemas de producción artesanales a los sistemas de producción industrial. La introducción de maquinaria un poco más compleja transformó el taller en fábrica y de esa manera la fase manufacturera del capitalismo se transformó en la fase industrial, un nuevo y radical cambio en el modo de producción de mercancías en esa época. Los cambios más inmediatos se dieron en la naturaleza de los medios de producción y en la forma de hacer las cosas, las compañías tradicionales crecieron y los trabajos fueron volviéndose cada vez más especializados a la vez que se requerían cada vez mayor eficiencia y rapidez para la producción de bienes y servicios. Comenzaron a desarrollarse máquinas y herramientas que iban desplazando los sistemas artesanales (ver Figura 3).

La aparición de nuevas máquinas y herramientas de trabajo permitieron que los trabajadores produjeran más bienes que antes y con la experiencia adquirida al utilizar la maquinaria, trajo como consecuencia un aumento en la productividad. Gran Bretaña fue el primer país que se convirtió y se mantuvo por mucho tiempo como el primer productor de bienes del mundo. Durante gran parte del siglo XVIII Londres fue el centro de una enorme red comercial internacional que constituía la base de un creciente comercio exportador fomentado por la industrialización.

El éxito del proceso industrializador dependía del desarrollo de nuevos métodos de producción, pero también de la modificación de las técnicas utilizadas para adaptarlas a las condiciones imperantes en cada país y de la propia legislación vigente, que favoreciera la implantación de maquinaria barata gracias a una disminución de los aranceles, lo que, en ocasiones, podría perjudicar a otros sectores sociales, como los campesinos, que veían cómo sus productos debían competir con otros más baratos (López, 2005).



c) Producción en Serie.

En 1798, Eli Whitney (citado en López, 2005) introdujo la producción normalizada de mosquetes, y las fábricas de carne de Chicago habían introducido cadenas de producción en la década de 1860. En 1902, el automóvil Oldsmobile ya se fabricaba en serie. A partir de 1908, cuando se introdujo el modelo de Ford, Henry Ford (citado en López, 2005) empezó a combinar esos factores y reunió las enseñanzas de un siglo de forma espectacular. Entre 1913 y 1915 en la fábrica de Ford de Highland Park, se combinaron la producción normalizada de piezas de precisión (que hacía que fueran intercambiables) y la fabricación en cadenas de montaje, que simplificaba las operaciones y las dividía en zonas de trabajo. La eficacia de la producción era tal que los precios de los automóviles bajaron. Los automóviles salían de la cadena de montaje cada 10 segundos, con un ritmo anual de 2 millones.

La producción en serie fue uno de los principales sistemas de manufactura que se comenzaron a utilizar en forma, para agilizar y mejorar la producción de artículos y bienes. La producción en serie consiste básicamente "tomando el modelo de Ford" en un sistema de producción apoyado en la continuidad del trabajo, llamado en ocasiones sistema automático. En este sistema las materias primas son mecanizadas y transportadas mediante cintas transportadoras para ser transformadas en piezas de montaje (ver Figuras 4 y 5). Después se suministran los componentes de diversos tipos a cada uno de los procesos finales de montaje, donde es la propia línea de montaje la que se mueve a una velocidad fija, a medida que las piezas son montadas para convertirse finalmente en automóviles totalmente terminados y salen de la línea uno a uno. De esta manera el tiempo para producir un automóvil es mucho menor que con el método tradicional lo cual baja los costos de producción y por ende el precio de venta de estos.

La rapidez con la cual se ensamblaban los automóviles obligó a que todos los proveedores de partes y componentes emigraran a este sistema de manufactura para poder satisfacer las crecientes demandas de sus productos y a la vez buscar reducciones de costos.



Figura 4. Línea de Ensamble de Automóviles.

El esquema básico del sistema de trabajo de Ford es común a todas las empresas de automóviles de todo el mundo. Incluso hoy en día algunos fabricantes tienen a una sola persona para montar todo el motor, en general la corriente de fabricación sigue utilizando el sistema de flujo de trabajo o automatización de Ford. Este sistema de producción fue ideado o conceptualizado para extender un flujo de trabajo desde la línea final de montaje hacia todos los demás procesos. Uno de los puntos principales de este sistema de producción se basaba en producir en grandes cantidades y de esa manera bajar los costos, este fue el principio de producción americano de las épocas de los 20 hacia delante, hoy en día este sistema no es compartido por muchos, ya que te obliga a tener grandes cantidades de material o piezas terminadas que pueden tardar un buen tiempo en consumirse, pero sin negar el valor agregado que este sistema de producción aportó a la industria.



Figura 5. Línea de Producción de Monobloques 1940.

4. Definición del problema.

a) Descripción general.

En las instalaciones de Nissan CIVAC, en el área de carrocerías, se encuentran las líneas de colgadores Body C1 y Grúas de Engine Comp X11. Ambas líneas, trabajan las 24 horas del día y 5 días a la semana a una velocidad o tiempo tacto de 2.81 metros/minuto, trasladan 780 unidades diarias y un aproximado de 15,600 unidades al mes en los 3 turnos, los datos antes mencionados sin considerar alguna prolongación de jornada o tiempo extra.

Se encuentran instalados 12 colgadores Body C1 que abastecen al área de acabado metálico de las unidades que salen de GOM Line.

Por otra parte, en el circuito de Grúas de Engine Comp X11, se encuentran instaladas 7 grúas las cuales abastecen al área de GOM Line de los compartimientos que salen de E/C.

b) Problema línea Colgadores Body C1.

- Paros en la línea de producción por falta de colgadores en zona de carga de GOM Line.
- Manipulación de los colgadores manualmente dañando los equipos.
- Baja capacidad de la GOM para abastecer rápidamente al área de acabado metálico.
- Cortos circuitos en motores y daño en monorraíl electrificado.

c) Problema Grúas de Engine Comp X11.

- Tableros de control con PLC's Allen Bradley (obsoletos).
- Botoneras alámbricas en mal estado y con cortos contantes.
- Paros de línea por falta de grúas en circuito.
- Manipulación de grúas manualmente dañando los equipos.
- Baja capacidad del traslado de lo compartimientos para abastecer rápidamente al área de GOM Line.
- Cortos en motores, polipastos y daño en monorraíl electrificado.

5. Metodología utilizada.

a) Revisión de la información proporcionada por parte del cliente

Revisé la información proporcionada, así como del alcance, ambos incluidos en los documentos titulados "*Overhaul a grúas viajeras de Engine Compartment X11 & L02B*" y "*Renovación y optimización de colgadores Body C1*". Los cuales definían el problema antes presentado y las acciones correctivas que sugerían.

b) Diseño preliminar del tablero de control.

Realicé un diseño preliminar del tablero de control para ambos proyectos, de acuerdo con los requerimientos y la filosofía de control de este. Los requisitos de cada tablero se enlistan a continuación:

- El proveedor deberá seleccionar y rediseñar nuevos tableros que se adecuen a los cambios solicitados por Nissan.
- El proveedor deberá instalar un inversor Mitsubishi serie FREQROL, modelo: FRE740-026SC-NA en cada tablero solicitado, esto para tener la flexibilidad de poder variar la velocidad del colgador en el circuito y se debe considerar la instalación del circuito eléctrico para el control de la velocidad (baja y alta) para los tableros del proyecto de colgadores.
- El proveedor deberá instalar un PLC de la marca OMRON modelo CJ2M en cada tablero solicitado, es necesario considerar los elementos complementarios del PLC, tales como: fuentes de poder, tarjetas de entradas y salidas, para los tableros del proyecto de grúas viajeras.
- Los tableros deberán contar con un transformador de 440-127 V.
- Cada tablero debe llevar una torreta de 3 colores.
- Los tableros deben cumplir con la NOM-001-SEDE-2012 (ver Anexo 1).
- El proveedor debe considerar todos los componentes eléctricos que lleva el tablero para cumplir su función, debe confirmar y revisar en campo todo lo relacionado al tablero eléctrico para evitar omisiones.

El diseño inicial, me ayuda a considerar el espacio que ocuparan los componentes dentro del gabinete, ocupando dimensiones comunes, aunque estas pueden variar una vez que realizo los cálculos eléctricos, debido a que mayor corriente significa componentes de mayores dimensiones. Una vez que hice el boceto, seleccioné las dimensiones de gabinete adecuado, dejando un 25% de espacio libre en la platina del mismo.

Elaboré una propuesta preliminar de diagramas de control, eléctricos y mecánicos, considerando las cargas eléctricas a manejar y las protecciones necesarias, ocupando un factor de servicio del 25%, me enfoqué en cumplir con la filosofía y las funciones solicitadas para cada tablero.

Seleccioné los elementos del tablero de acuerdo con los cálculos hechos en los diagramas anteriores. Éstos fueron escogidos en las marcas aprobadas por el cliente, por lo anterior tuve que realizar adecuaciones a los diagramas de control y eléctricos, por el tipo de conexiones que requerían, las cuales no había contemplado anteriormente.

Presenté algunas propuestas al cliente, considerando diferentes distribuciones de los componentes ya seleccionados, y dimensioné los mismos dentro del gabinete.

Modifiqué las propuestas de acuerdo con los comentarios y observaciones. Me basé en los gabinetes que se encontraban operando, los cuales me fueron de gran utilidad en el desarrollo de las propuestas. En la Figura 6, se puede observar una similitud en las diferentes distribuciones.

c) Fabricación de tableros de control.

Al aprobar los planos y propuestas de los tableros, procedí a la fabricación de los gabinetes de control. De acuerdo con los diagramas y distribuciones que realicé, los cuales se muestran en la Figura 7, la Figura 8, el Anexo 2, y el Anexo 3.

d) Pruebas en nuestras instalaciones.

Probé cada uno de los tableros de control en nuestras instalaciones, con el fin de encontrar posibles errores y corregirlos oportunamente. Modifiqué y ajusté los parámetros en el variador de frecuencia y en el PLC, buscando acercar la operación del tablero a las condiciones reales.

e) Instalación y ajustes finales.

Instalé en sitio los gabinetes de control, para ello desconecté el gabinete que estaba en uso para remplazarlo por los nuevos, con el apoyo del personal a mi cargo, reconecté las alimentaciones, sensores y paros de emergencia. Calibré los sensores, ajusté los parámetros del variador y el PLC, afiné velocidades y tiempos, para que cumplieran los criterios solicitados.

f) Capacitación y pilotaje.

Proporcioné una semana de pruebas bajo las condiciones normales de producción para cada proyecto, en la cual, monitoreé que no hubiera fallas y el operador se familiarizara con el equipo.

Entregué y expliqué los diagramas de cada proyecto a los encargados del área de mantenimiento y usuarios finales, dando por terminado cada proyecto.

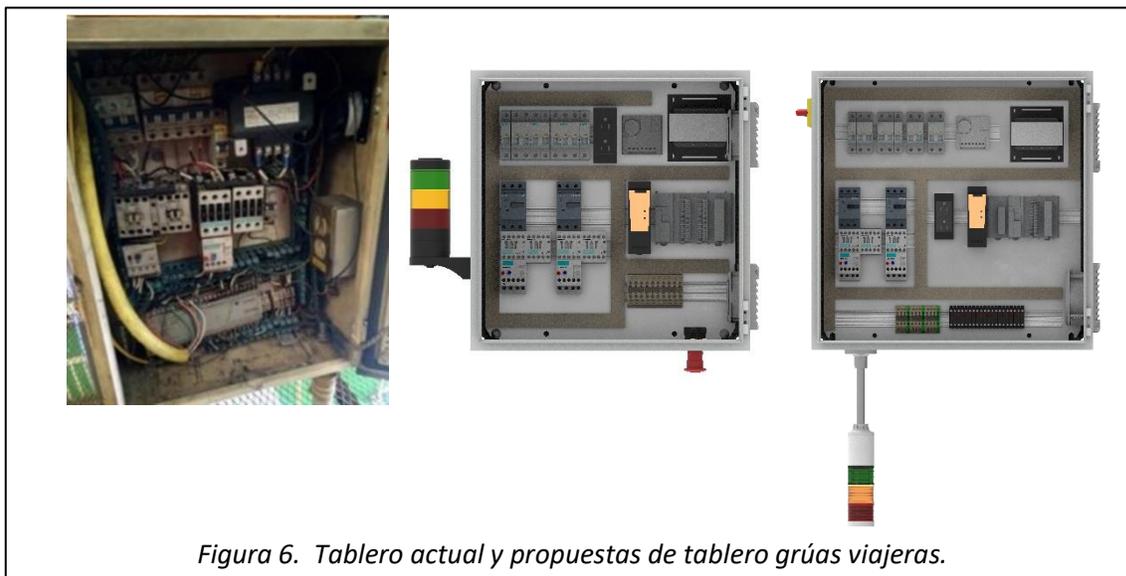


Figura 6. Tablero actual y propuestas de tablero grúas viajeras.

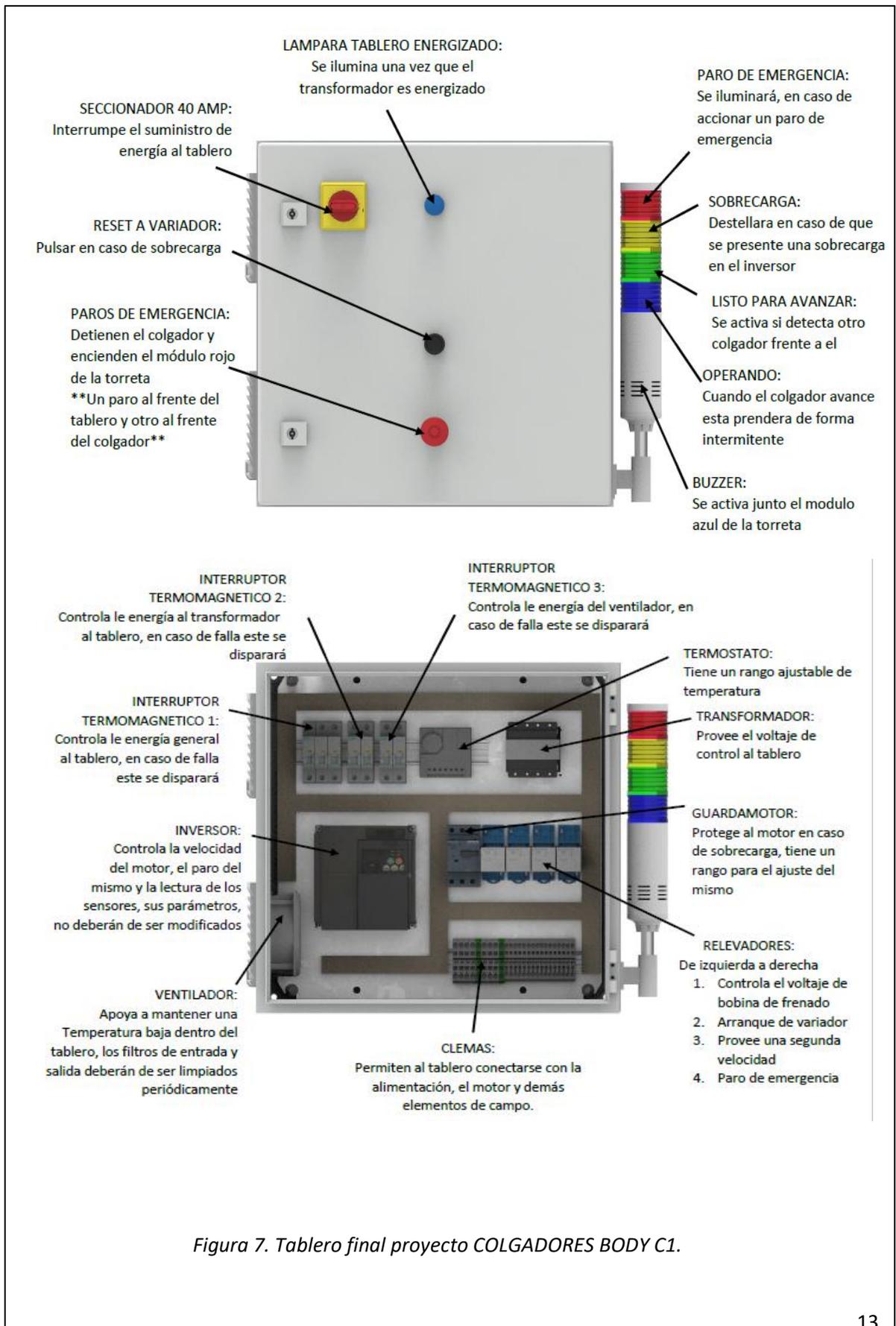


Figura 7. Tablero final proyecto COLGADORES BODY C1.

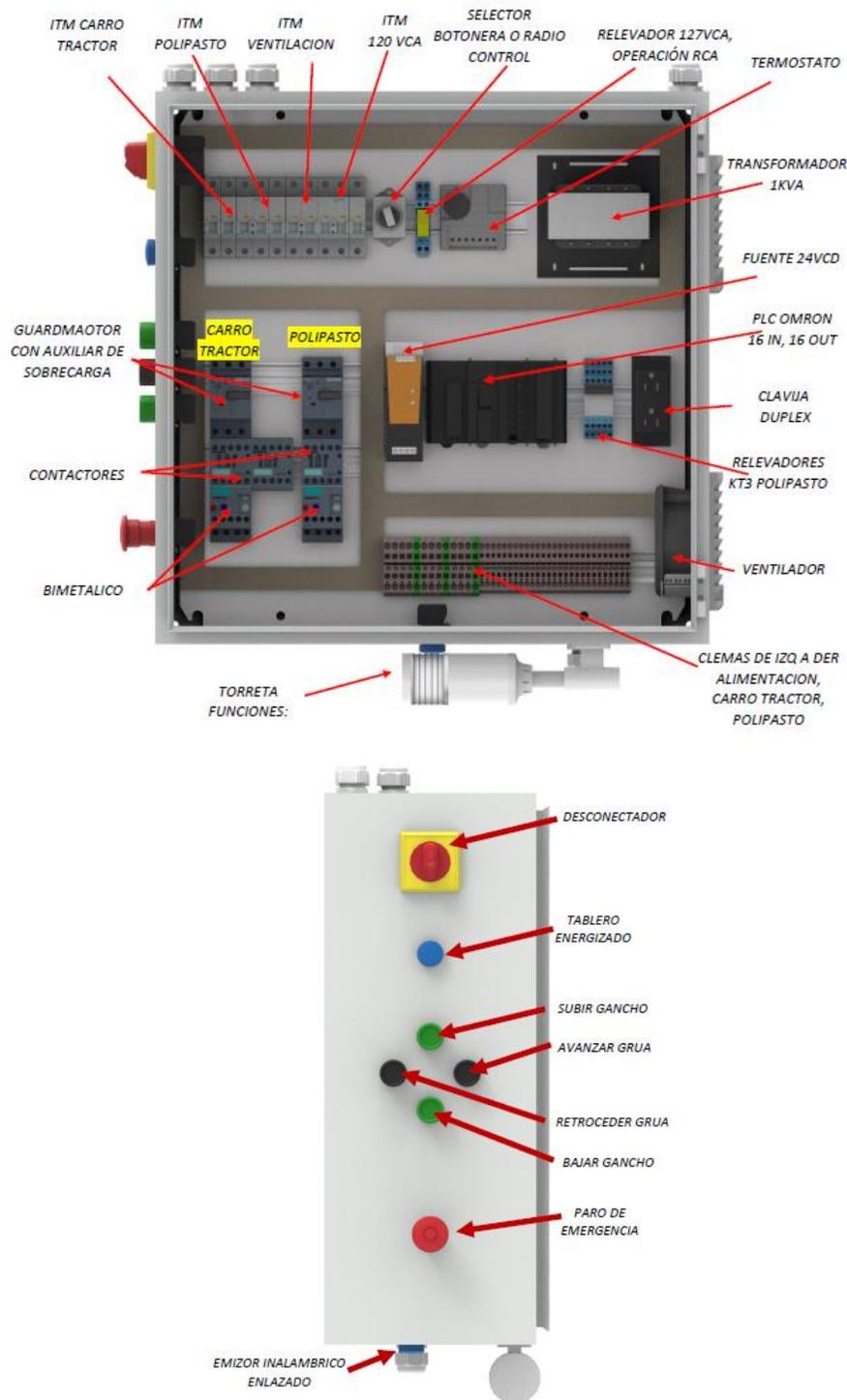


Figura 8. Tablero Final Proyecto GRÚAS DE ENGINE COMP X11.

6. Resultados.

a) Colgadores *Body C1*.

La falta de colgadores en la zona de carga se vio reducida, gracias a que cada colgador cuenta con un variador de frecuencia programable, el cual, al presentarse menos de tres colgadores en la zona de carga, aumenta la frecuencia a 120 Hz, duplicando la velocidad de los mismos, disminuyen a su frecuencia normal de 60 Hz, en caso de existir más de tres colgadores, con el fin de aumentar la vida útil de los motores, el sistema tractor y el riel electrificado.

La manipulación de los colgadores, arrastrándolos con el objetivo de llevarlos a la zona de carga en un menor tiempo, se ve eliminada, ya que presentan dos velocidades programadas, buscando contar siempre con colgadores disponibles cuando se requieran.

Al haber realizado una instalación nueva y eliminar las acciones de los operadores que fuerzan los equipos, las posibilidades de daños en el monorraíl y la presencia de cortos circuitos se ven disminuidas de forma significativa.

b) Grúas de *Engine Comp X11*.

Los tableros de control fueron actualizados y estandarizados con *PLC's* de la marca Omron, lo que permite un refaccionamiento más sencillo al contar con una menor cantidad de números de parte en la misma línea, de igual forma, se actualizaron las botoneras alámbricas y se sustituyó el cable para evitar cortos, sin embargo, la mala calidad del cable que fue provisto mantuvo los cortos y no se lograron eliminar. Se dejó la preparación en cada uno de los tableros de control, para operar con dos botoneras inalámbricas para los doce tableros, por cuestiones de los operarios no se implementó.

Con el propósito de implementar una retroalimentación de las funciones del tablero, con el operador y el personal de mantenimiento se estableció un código de colores en la torreta, el cual se muestra en la Figura 9.

Los paros en la línea por falta de grúas disminuyeron al haber sustituido los motores viejos y en malas condiciones por el equipo nuevo de la misma marca, no obstante, al seguirse presentado falsos contactos en las botoneras no se pudieron eliminar los paros en la línea.

Al ser componentes eléctricos nuevos, la manipulación manual de los mismos, disminuyó considerablemente, por lo que las fallas ocasionadas por el forzamiento de los equipos prácticamente desaparecieron.

7. Conclusiones.

A la entrega de ambos proyectos, nuestro cliente directo resultó satisfecho con el producto y servicio que le brindamos, por otro lado, el usuario final aceptó el trabajo realizado, sin embargo, observé algunos aspectos que son susceptibles de mejora.

Al ser subcontratados por el contacto directo, no se nos brindó información de manera oportuna, por lo cual existieron un gran número de propuestas y retrabajos en los gabinetes aprobados, incluso ya instalados, se tuvieron que hacer modificaciones mínimas o agregar componentes para satisfacer una necesidad que desconocíamos. El conocer los diagramas eléctricos facilitó la modificación de los gabinetes, aun cuando la línea se encontraba operando, sin embargo, una correcta y oportuna comunicación mejorarían el producto final y disminuirían el tiempo de entrega.

Por otra parte, el no involucrar al operario en el diseño y desarrollo de la filosofía de control, puede acarrear problemas como la falta de cuidado al usarlo, acortando la vida útil del equipo considerablemente, o incluso llegar al extremo de negarse a utilizar un equipo diferente que cumple la misma función, como sucedió con las botoneras inalámbricas que no se pudieron implementar en la operación, dado que el operador requería el cable para ayudarse a estabilizar la carga.

Asimismo, pese a la selección y recomendación de ciertas marcas en componentes del gabinete, el cliente tendrá la opción de elegir calidad o precio y esa elección afectará en poca o gran medida el producto final, en la mayoría de los casos se elige un menor precio, sacrificando la calidad y por ende la vida útil del equipo en conjunto.

Cabe destacar, que la falta de información por parte del proveedor de motores y los cambios de último momento por parte del cliente, modificaron en gran medida el diseño final de los tableros de control.

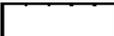
	<i>Grúa detenida, sin entrar en función de stand by</i>
	<i>Sobrecarga de carro tractor o polipasto</i>
	<i>Paro de emergencia activado</i>
	<i>Carro tractor operando (avanzar o retroceso)</i>
	<i>Función manual activada</i>
	<i>Grúa dormida o en stand by</i>
	<i>Forzar polipasto activado</i>
	<i>Retraso en zona de carga o descarga</i>

Figura 9. Código de colores torreta, Proyecto GRÚAS DE ENGINE COMP X11.

8. Referencias.

- Bastian Solutions. (2018). What is an overhead conveyor? Recuperado de <https://www.bastiansolutions.com/solutions/technology/conveyor-systems/overhead-conveyor/>
- CE Sistemas. (2017). ¿Quiénes somos? Recuperado de <http://cesistemas.com/historia-2/>
- López, L. G. (2005). *Diseño de la línea de manufactura mediante la metodología de tecnología de flujo por demanda para los productos quick tach y lower link componentes del minicargador frontal* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León, Ciudad Universitaria. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/5588/1/1020154794.PDF>
- Nissan. (2016, abril 29). Nissan Planta CIVAC celebra 50 años de operación ininterrumpida en México. Recuperado de <https://nissannews.com/es-MX/nissan/mexico/releases/nissan-planta-civac-celebra-50-a-os-de-operaci-n-ininterrumpida-en-m-xico>

9. Anexos.

a) ANEXO 1 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) (Continúa en la Segunda Sección)

LUZ AURORA ORTIZ SALGADO, Presidenta del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas y Directora General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica, y Recursos Nucleares, con fundamento en los artículos 33 fracción XII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 40 fracciones XI y XIII, 41, 46, 47 y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 33 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2 apartado A fracción I, 8, fracciones XIII, XIV y XV, y 11 fracción III, del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION).

CONSIDERANDOS

Primero. - Que de conformidad con el artículo 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización), entró al proceso de revisión quinquenal a que refiere dicho dispositivo legal.

Segundo. - Que de conformidad con el cuarto párrafo del artículo 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización se dio aviso al secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización de los resultados de la revisión, dentro del término legal establecido para tal efecto, posterior a la terminación del período quinquenal correspondiente.

Tercero.- Que de conformidad con el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con fecha 21 de marzo de 2011 se presentó el anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE, Instalaciones Eléctricas (utilización) al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas acompañado de la Manifestación de Impacto Regulatorio, misma que fue

presentada con esta fecha a la Secretaría de Economía a través de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria.

Cuarto. - Que de conformidad con el artículo 46 fracción II de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con fecha 18 de junio de 2012, la Secretaría de Energía contestó fundadamente las observaciones presentadas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, en el término establecido legalmente para ello.

Quinto. - Que de conformidad con el artículo 47 fracción I y 33 de su Reglamento se expidió el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización), para consulta pública con el objeto de que, dentro de los sesenta días naturales, contados a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas.

Sexto. - Que de conformidad con el artículo 47 en su fracción III, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Presidencia del Comité ordenó la publicación en el Diario Oficial de la Federación de las respuestas a los comentarios recibidos en la consulta pública.

Séptimo. - Que de conformidad con los considerandos anteriores se concluye que se ha cumplido con el procedimiento para la modificación de la presente Norma Oficial Mexicana.

Octavo. - Que con la finalidad de mantener actualizado el instrumento normativo y técnico que regule las instalaciones eléctricas del país y en cumplimiento con la obligación de revisar cada cinco años las normas oficiales mexicanas, se tiene a bien expedir la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION).

PREFACIO

La presente Norma Oficial Mexicana fue elaborada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas y por la Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica, y Recursos Nucleares de la Secretaría de Energía con el apoyo de las siguientes instituciones:

- Asociación Mexicana de Directores Responsables de Obra y Corresponsables, AMDROC
- Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción, AMERIC
- Asociación de Normalización y Certificación, A.C., ANCE
- Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda, CANADEVI
- Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, CANACINTRA
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas, CANAME
- Confederación de Cámaras Nacionales de Comercio, Servicios y Turismo, CONCANACO
- Comisión Federal de Electricidad, CFE
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, CONUEE
- Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, CONCAMIN
- Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI
- Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos y Electricistas de la República Mexicana, FECIME
- Instituto de Investigaciones Eléctricas, IIE
- Instituto Politécnico Nacional, IPN
- Petróleos Mexicanos, PEMEX
- Procuraduría Federal del Consumidor, PROFECO
- Secretaría de Economía, SE
- Secretaría de Gobernación, SEGOB
- Secretaría de Salud, SALUD
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social, STPS
- Secretaría de Turismo, SECTUR

Asimismo, se contó con la colaboración del Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, A.C., el cual envió una propuesta a la que se adhirieron, la Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de

Instalaciones para la Construcción, A.C., Arquitectos y Especialistas en Protección Civil, A.C., el Colegio de Arquitectos de la Ciudad de México y la Asociación Mexicana de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, A.C.

Para llevar a cabo las modificaciones al Título 5 de esta NOM se tradujeron las partes aplicables del National Electrical Code, con base en las ediciones 2008 y 2011 del NFPA 70, con la licencia de la NFPA, para lo cual se aclara que la NFPA no es responsable de la precisión de la traducción.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)

INDICE DEL CONTENIDO

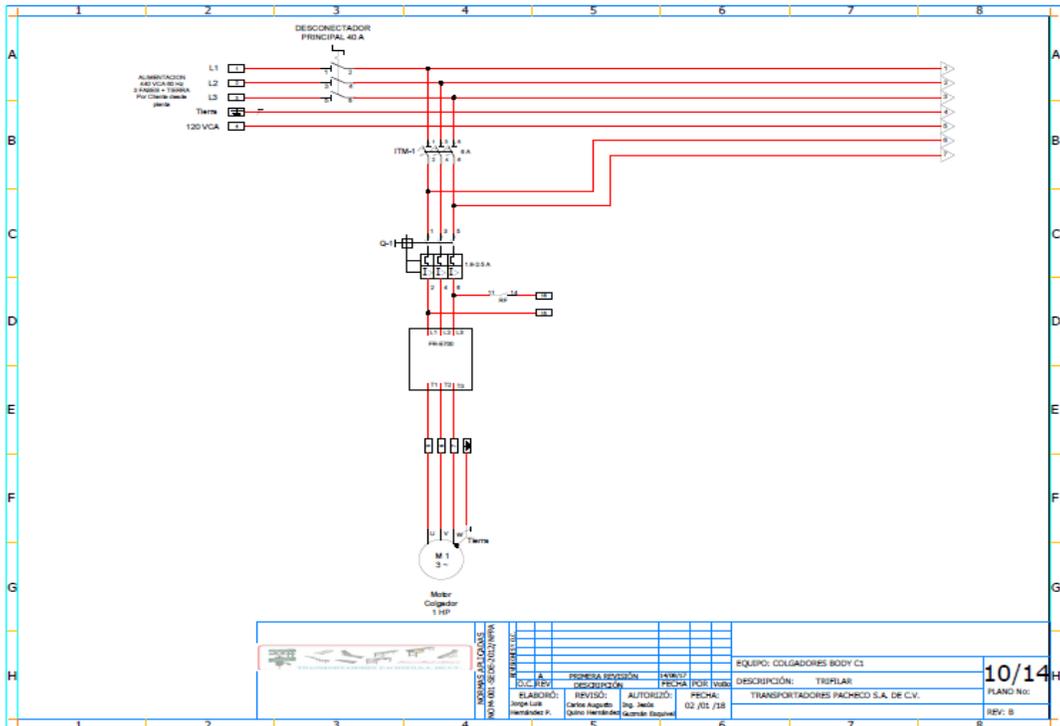
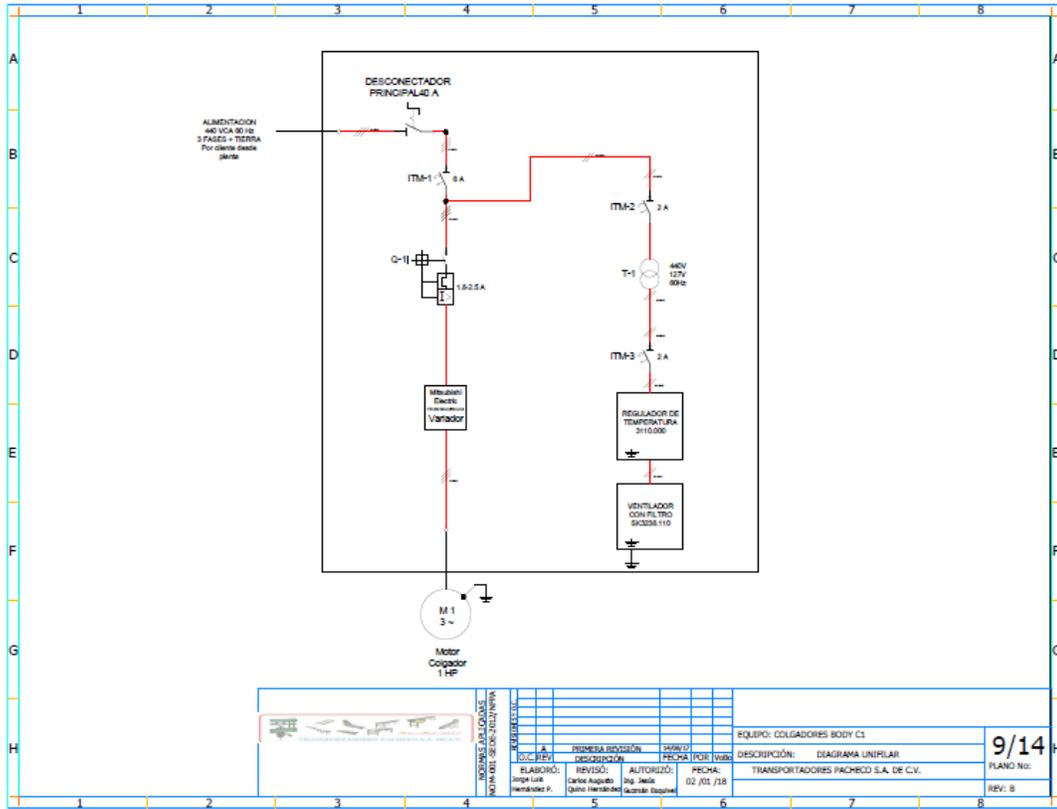
	INTRODUCCION
TITULO 1.	OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION
1.1	Objetivo
1.2	Campo de aplicación
TITULO 2.	REFERENCIAS
TITULO 3.	LINEAMIENTOS PARA LA APLICACION DE LAS ESPECIFICACIONES EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)
3.1	Objetivo
3.2	Características de las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana
3.3	Disposiciones obligatorias y notas aclaratorias
3.4	Interpretación formal
TITULO 4.	PRINCIPIOS FUNDAMENTALES
4.1	Protección para la seguridad
4.2	Diseño
4.3	Selección del equipo eléctrico
4.4	Construcción, prueba inicial y verificación de las instalaciones eléctricas
4.10	Compatibilidad
TITULO 5.	ESPECIFICACIONES
	CAPITULO 1 Disposiciones Generales
Artículo 100	Definiciones
Artículo 110	Requisitos de las instalaciones eléctricas
	CAPITULO 2 Alambrado y Protección
Artículo 200	Uso e identificación de los conductores puestos a tierra
Artículo 210	Circuitos derivados
Artículo 215	Alimentadores
Artículo 220	Cálculo de los circuitos derivados, alimentadores y acometidas
Artículo 225	Circuitos derivados y alimentadores exteriores
Artículo 230	Acometidas
Artículo 240	Protección contra sobre corriente
Artículo 250	Puesta a tierra y unión
Artículo 280	Apartarrayos de más de 1000 volts
Artículo 285	Supresores de sobretensiones transitorias de 1000 volts o menos (SSTT)
	CAPITULO 3 Métodos de Alambrado y Materiales
Artículo 300	Métodos de alambrado
Artículo 310	Conductores para alambrado en general
Artículo 312	Gabinetes, cajas de desconexión y bases para medidores
Artículo 314	Cajas, cajas de paso y sus accesorios, utilizadas para salida, empalme, unión o jalado
Artículo 320	Cable armado Tipo AC
Artículo 322	Ensamblados de cable plano Tipo FC
Artículo 324	Cable de conductor plano Tipo FCC
Artículo 326	Cable con separador integrado de gas Tipo IGS
Artículo 328	Cable de media tensión
Artículo 330	Cable con armadura metálica Tipo MC
Artículo 332	Cable con aislamiento mineral y cubierta metálica Tipo MI
Artículo 334	Cable con forro no metálico Tipos NM, NMC y NMS
Artículo 336	Cables de fuerza y control para charola Tipo TC
Artículo 338	Cables de acometida Tipos SE y USE
Artículo 340	Cables para alimentadores y circuitos derivados subterráneos Tipo UF

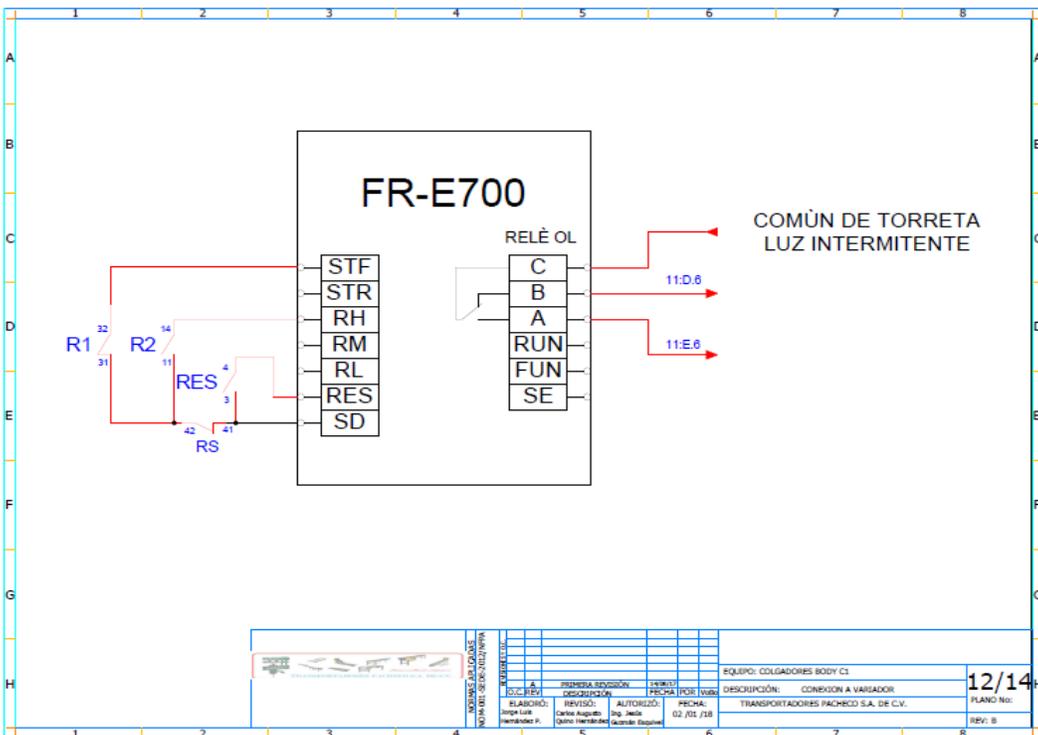
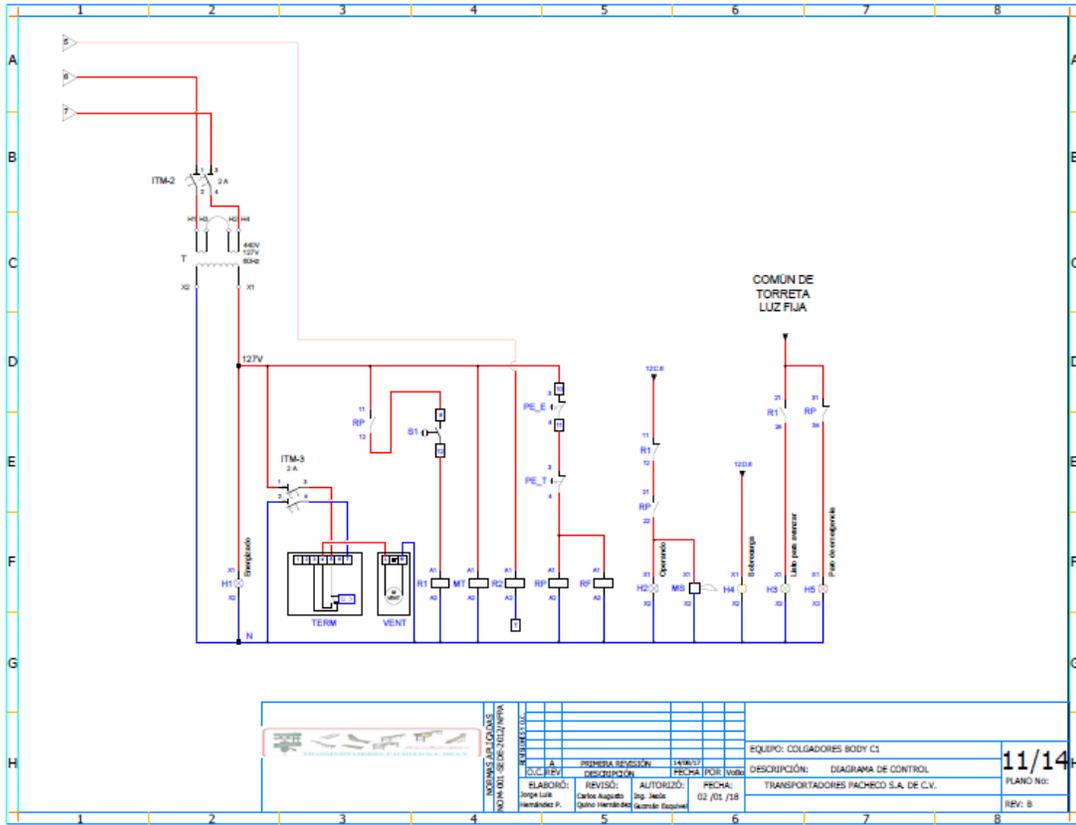
Artículo 342	Tubo conduit metálico semipesado Tipo IMC
Artículo 344	Tubo conduit metálico pesado Tipo RMC
Artículo 348	Tubo conduit metálico flexible Tipo FMC
Artículo 350	Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFMC
Artículo 352	Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo Tipo PVC
Artículo 353	Tubo conduit de polietileno de alta densidad Tipo HDPE
Artículo 354	Tubo conduit subterráneo no metálico con conductores Tipo NUCC
Artículo 355	Tubo conduit de resina termofija reforzada Tipo RTRC
Artículo 356	Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFNC
Artículo 358	Tubo conduit metálico ligero Tipo EMT
Artículo 360	Tubo conduit metálico flexible ligero Tipo FMT
Artículo 362	Tubo conduit no metálico Tipo ENT
Artículo 364	Tubo conduit de polietileno
Artículo 366	Canales auxiliares
Artículo 368	Electroductos o ductos con barras (Busway)
Artículo 370	Canalizaciones prealambradas
Artículo 372	Canalizaciones en pisos celulares de concreto
Artículo 374	Canalizaciones en pisos metálicos celulares
Artículo 376	Ductos metálicos
Artículo 378	Ductos no metálicos
Artículo 380	Ensamble multicontacto
Artículo 382	Extensiones no metálicas
Artículo 384	Canalizaciones de canal de tipo vigueta
Artículo 386	Canalizaciones metálicas superficiales
Artículo 388	Canalizaciones no metálicas superficiales
Artículo 390	Canalizaciones bajo el piso
Artículo 392	Charolas portacables
Artículo 394	Alambrado oculto sobre aisladores de porcelana y tubo
Artículo 396	Alambrado sostenido por cable mensajero
Artículo 398	Alambrado abierto sobre aisladores
Artículo 399	Conductores aéreos en exteriores de más de 600 volts
	CAPITULO 4 Equipo de Uso General
Artículo 400	Cables y cordones flexibles
Artículo 402	Cables para artefactos
Artículo 404	Desconectores
Artículo 406	Contactos, conectores de cordón y clavijas de conexión
Artículo 408	Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control
Artículo 409	Tableros de control industrial
Artículo 410	Luminarias, portalámparas y lámparas
Artículo 411	Sistemas de alumbrado que funcionan a 30 volts o menos
Artículo 422	Aparatos
Artículo 424	Equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente
Artículo 426	Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve
Artículo 427	Equipo eléctrico fijo para calentamiento de tuberías y recipientes
Artículo 430	Motores, circuitos de motores y controladores
Artículo 440	Equipos de aire acondicionado y de refrigeración
Artículo 445	Generadores
Artículo 450	Transformadores y bóvedas para transformadores (incluidos los enlaces del secundario)
Artículo 455	Convertidores de fase
Artículo 460	Capacitores
Artículo 470	Resistencias y reactores
Artículo 480	Baterías de acumuladores
Artículo 490	Equipos de más de 600 volts nominales
	CAPITULO 5 Ambientes Especiales
Artículo 500	Áreas peligrosas (clasificadas), clases I, II y III, divisiones 1 y 2
Artículo 501	Áreas clase I
Artículo 502	Áreas clase II
Artículo 503	Áreas clase III
Artículo 504	Sistemas intrínsecamente seguros

Artículo 505	Áreas clase I, zonas 0, 1 y 2
Artículo 506	Lugares en zonas 20, 21 y 22 para polvos combustibles o fibras/partículas suspendidas inflamables
Artículo 510	Áreas peligrosas (clasificadas) específicas
Artículo 511	Estacionamientos comerciales, talleres de servicio y de reparación de vehículos automotores
Artículo 513	Hangares para aeronaves
Artículo 514	Gasolineras y estaciones de servicio
Artículo 515	Plantas de almacenamiento de combustibles
Artículo 516	Procesos de aplicación por rociado, inmersión y recubrimiento
Artículo 517	Instalaciones en establecimientos de atención de la salud
Artículo 518	Lugares de reunión
Artículo 520	Teatros, áreas de audiencia en cines y estudios de televisión, áreas de actuación y lugares similares
Artículo 522	Sistemas de control para parques permanentes de diversiones
Artículo 525	Atracciones móviles, circos, ferias y eventos similares
Artículo 530	Estudios de cine, televisión y lugares similares
Artículo 540	Cabinas de proyección de cine
Artículo 545	Edificios prefabricados
Artículo 547	Construcciones agrícolas
Artículo 550	Casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos de casas móviles
Artículo 551	Vehículos de recreo y sus estacionamientos
Artículo 552	Estacionamiento de remolques
Artículo 553	Construcciones flotantes
Artículo 555	Marinas y astilleros para yates y botes
Artículo 590	Instalaciones provisionales
	CAPITULO 6 Equipos Especiales
Artículo 600	Anuncios luminosos y alumbrado de contorno
Artículo 604	Sistemas de alambrado prefabricados
Artículo 605	Muebles de oficina (Accesorios de alumbrado y divisiones alambradas)
Artículo 610	Grúas y montacargas
Artículo 620	Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores de plataforma y elevadores en escaleras para sillas de ruedas
Artículo 625	Equipos para carga de vehículos eléctricos
Artículo 626	Espacios electrificados para estacionamiento de camiones
Artículo 630	Máquinas de soldar eléctricas
Artículo 640	Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio
Artículo 645	Equipamiento de tecnología de la información
Artículo 647	Equipos electrónicos sensibles
Artículo 650	Organos tubulares
Artículo 660	Equipos de rayos X
Artículo 665	Equipo de calentamiento por inducción y dieléctrico
Artículo 668	Celdas electrolíticas
Artículo 669	Galvanoplastia
Artículo 670	Maquinaria industrial
Artículo 675	Máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente
Artículo 680	Albercas, fuentes e instalaciones similares
Artículo 682	Cuerpos de agua naturales y artificiales
Artículo 685	Sistemas eléctricos integrados
Artículo 690	Sistemas solares fotovoltaicos
Artículo 692	Sistemas de celdas de combustible
Artículo 694	Sistemas eléctricos eólicos pequeños
Artículo 695	Bombas contra incendios
	CAPITULO 7 Condiciones Especiales
Artículo 700	Sistemas de emergencia
Artículo 701	Sistemas de reserva legalmente requeridos
Artículo 702	Sistemas de reserva opcionales
Artículo 705	Fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas
Artículo 720	Circuitos y equipos que funcionan a menos de 50 volts
Artículo 725	Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada
Artículo 727	Cables de instrumentación en charolas Tipo ITC

Artículo 760	Sistemas de alarma contra incendios
Artículo 770	Cables y canalizaciones para fibra óptica
	CAPITULO 8 Sistemas de Comunicación
Artículo 800	Circuitos de comunicaciones
Artículo 810	Equipos de radio y televisión
Artículo 820	Sistemas de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión
Artículo 830	Sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red
Artículo 840	Sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados con la instalación del edificio
	CAPITULO 9 Instalaciones destinadas al Servicio Público
Artículo 920	Disposiciones generales
Artículo 921	Puesta a tierra
Artículo 922	Líneas aéreas
Artículo 923	Líneas subterráneas
Artículo 924	Subestaciones
	CAPITULO 10 Tablas
Tabla 1	Porcentaje de la sección transversal en tubo conduit y en tubería para los conductores
Tabla 2	Radio de las curvas del tubo conduit y tuberías
Tabla 4	Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del tubo conduit (basado en la Tabla 1, de este Capítulo)
Tabla 5	Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos
Tabla 5 A	Dimensiones y áreas nominales de alambres de aluminio y de cobre compacto para edificios
Tabla 8	Propiedades de los conductores
Tabla 9	Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 hertz y 75 °C. Tres conductores individuales en un tubo conduit.
Tabla 10	Número de hilos de los cables
Tabla 11 A	Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente alterna de Clase 2 y de Clase 3
Tabla 11 B	Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente continua de Clase 2 y de Clase 3
Tabla 12 A	Limitaciones para las fuentes de alimentación de corriente alterna para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada)
Tabla 12 B	Limitaciones para las fuentes de alimentación de corriente continua para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada)
TITULO 6.	VIGILANCIA
TITULO 7.	BIBLIOGRAFIA
TITULO 8.	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES Y NORMAS MEXICANAS
APENDICES	A, B, C, D y E

b) ANEXO 2 DIAGRAMAS DE CONTROL Y ELECTRICOS PROYECTO COLGADORES BODY C1





c) ANEXO 3 DIAGRAMAS DE CONTROL Y ELÉCTRICOS PROYECTO GRÚAS DE ENGINE COMP X11

