



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



INGENIERÍA ELÉCTRICA

“Verificación y actualización de los diagramas unifilares de industria automotriz en Toluca bajo los criterios del instituto alemán de normalización”

Reporte de residencia

Eliasin Camacho Cruz

12270608

ASESOR INTERNO

Dr. Rubén Herrera Galicia

ASESOR EXTERNO

Ing. Pedro Mendoza Clemente

HCM SERVICIOS S.A DE C.V

Toluca, Estado de México. Diciembre 2016

TERMINOLOGÍA

<u>Concepto</u>	<u>Definición</u>
Instalaciones eléctricas industriales	Instalaciones eléctricas que se encuentran en el interior de las fábricas y que generalmente son de mayor potencia.
Carga	Se le denomina carga a todo que demanda energía eléctrica a sistema eléctrico.
Mantenimiento preventivo	Es aquel que se realiza de manera anticipado con el fin de prevenir el surgimiento de averías.
Mantenimiento Correctivo	Es una forma de mantenimiento del sistema que se realiza después de un fallo o problema surge en un sistema, con el objetivo de restablecer la operatividad del sistema.
Mantenimiento predictivo	Es una serie de acciones que se toman y técnicas que se aplican con el objetivo de detectar posibles fallas y defectos de maquinaria en las etapas incipientes para evitar que estos fallos se manifiesten en uno más grande durante su funcionamiento, evitando que ocasionen paros de emergencia
Diagrama unifilar	Un esquema o diagrama unifilar es una representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella.
DIN	Elabora, en cooperación con el comercio, la industria, la ciencia, los consumidores e instituciones públicas, estándares técnicos (normas) para la racionalización y el aseguramiento de la calidad. El DIN representa los intereses alemanes en las organizaciones internacionales de normalización (ISO, CEI, entre otros.).
kV	Kilovolts
Central eléctrica	Una central eléctrica es una instalación capaz de convertir la energía mecánica en energía eléctrica.

TERMINOLOGÍA

<u>Concepto</u>	<u>Definición</u>
Redes de distribución	La red de distribución está formada por el conjunto de cables subterráneos y los centros de transformación que permiten hacer llegar la energía hasta el cliente final. La red de distribución es la parte del sistema de suministro eléctrico responsable de las compañías distribuidoras de electricidad hasta los consumidores finales.
Red eléctrica	La red eléctrica une todos los centros generadores de energía eléctrica con los puntos de consumo, de este modo se consigue un equilibrio entre la cantidad de energía consumida y la producida por las centrales eléctricas.
Red de transporte	La red de transporte de energía eléctrica está formada por los elementos que llevan la electricidad desde los centros de generación hasta puntos cercanos donde se consume.
Sistema eléctrico de potencia	El sistema eléctrico de potencia es un conjunto de elementos que tiene como fin generar, transformar, transmitir, distribuir y consumir la energía eléctrica de tal forma que se logre la mayor calidad al menor costo posible.
Subestación eléctrica	Su principal función es la producción, conversión, transformación, regulación, repartición y distribución de la energía eléctrica. La subestación debe modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para que la energía eléctrica pueda ser transportada y distribuida.
Bus	Barras de cobre capaces de conducir grandes intensidades.
Conductor de protección	Una parte del circuito de puesta a tierra es el conductor de protección.
Relevador	Conocido en algunos países como relé o relay, es un interruptor cuyo control corre por cuenta de un circuito eléctrico.
kVA	Kilovoltiamperio

ÍNDICE

Terminología.....	1
1. Introducción.....	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Estado del Arte	5
1.3 Justificación.....	6
1.4 Objetivos	6
1.5 Metodología	6
2. Fundamento teórico	7
2.1 Líneas de distribución	7
2.2 Sistemas de distribución eléctrica	9
2.3 Subestaciones industriales.....	13
2.4 Representación de los circuitos eléctricos.....	16
3. Desarrollo	21
3.1 Revisión de los levantamientos eléctricos con la finalidad de cotejar con los diagramas unifilares.....	21
3.2 Actualizar los diagramas unifilares basándose en los criterios de las normas aplicables para la industria.....	35
Referencias Bibliográficas	50
Anexos	52

1. Introducción

1.1 Antecedentes

Las instalaciones eléctricas industriales juegan un papel importante dentro del sector automotriz, siendo la parte fundamental del equilibrio de la producción en masa de dispositivos que en su momento formaran parte de automóvil de marcas reconocidas. Los inicios de la industria automotriz en México datan desde los años 1925, donde por primera vez se instalaron líneas de ensamble dentro del territorio nacional[1].

Desde entonces y hasta el año de 1962, momento en que se dio el primer decreto automotriz, que dio impulso a las bases firmes para el desarrollo de este sector en nuestro país. Grandes empresas consolidadas en el extranjero y marcas actuales reconocidas, vieron en México un sitio adecuado para la construcción o compra de plantas de ensamble para autopartes automotrices con el propósito de abarcar nuevos sitios de oportunidades [1].

Actualmente la mayoría de las plantas con giro automotriz que se establecieron en México desde los inicios de este sector, cuentan con una infraestructura radicalmente cambiada, ya que los niveles de demanda de productos, los han impulsado a crecer las dimensiones de sus complejos para abastecer dichos requerimientos. Por lo que se necesitaban de nuevas instalaciones eléctricas industriales acorde a las especificaciones de la carga a instalarse en esa ampliación [2].

Como podemos determinar la mayoría de las industrias automotrices cuentan con instalaciones eléctricas que se remontan desde los años 60, y que por los requerimientos en cuestión de normas aplicables al sector eléctrico en esos tiempos, no era tan importante llevar un control adecuado de sus instalaciones eléctricas, por lo que no contaban con diagramas unifilares donde se representase toda la información eléctrica [3].

El control adecuado de la información plasmada en esquemas, diagramas, dibujos, entre otra representación de carácter eléctrica dentro de una industria, permite un crecimiento planeado de las instalaciones eléctricas industriales, en momentos de fallas conocer los sectores perjudicados, desarrollar planes de mantenimiento preventivos, correctivos y predictivos, así como contar con el conocimiento anticipado de las áreas e instalaciones que serán afectadas por cortes de energía [4].

De lo anterior se rescata la importancia que significa el tener dentro de la documentación los diagramas unifilares de las instalaciones eléctricas dentro de una industria, ya que en cualquier momento puede surgir una emergencia, en este caso el fallo en algún punto de la instalación eléctrica, y simplemente con el hecho del conocimiento de los diagramas se puede determinar acciones correctivas [4].

La mayoría de las industrias por no ser de origen mexicanas cuentan con sus propios estándares de normalización para sus diagramas unifilares. Para el caso de las procedentes de Europa la determina la normas IEC (International Electrotechnical Commission), la cual comparte criterios con las normas DIN (Deutsches Institut für Normung) en la que se describen las características y simbologías adecuadas para el diseño de los esquemas o diagramas unifilares eléctricos [5].

1.2 Estado del Arte

Para la industria automotriz a la cual fui asignado, el contar con diagramas unifilares eléctricos de sus instalaciones es de gran importancia, lo que ha llevado establecerlo como un proyecto que lleva alrededor de un año dentro de la planta, en donde los avances no han sido los esperados. Las personas encargadas de realizar los diagramas unifilares no contaban con los conocimientos adecuados para elaborarlos respetando los criterios de las normas.

Por lo anterior mencionado se deduce que la información que contienen los planos podrían no ser los correctos debido al poco conocimiento de las personas encargadas de elaborarlas. Además podemos añadir que la información plasmada en los diagramas no está completa, ya que los levantamientos eléctricos no se han realizado como se debería, pues se requiere de un análisis detallado.

Debido a la carga de trabajo del personal dentro de la planta se ha puesto el mínimo interés a la realización de los diagramas. La industria abarca un extenso terreno por lo que sus instalaciones son complejas que el tiempo no ha sido el suficiente como para terminar los levantamientos eléctricos. Además cuentan con equipos eléctricos para la transformación de la energía eléctrica de media tensión a baja tensión de última generación.

La mayoría de sus equipos son elaborados en Europa en específico en Alemania por lo que no se cuenta con la información adecuada como para deducir su representación simbólica. Otro punto importante que ha detenido los avances del proyecto ha sido la falta de apoyo por parte del personal de seguridad de la planta ya que por ser una industria cuenta con estándares de seguridad que colocan a este proyecto como de alto riesgo debido a estar relacionado con la energía eléctrica.

Los diagramas unifilares se encuentran en las subestaciones eléctricas de cada edificio por lo que no se puede asegurar que sirvan de apoyo en momentos de emergencia para planta. Han sido colocados como evidencia o como protocolo de seguridad. La mayoría de la información plasmada en los planos, es información reciclada que se ha venido usando a los lados de diez años cuando se contaba con personal adecuado.

Lo que se pretende es retomar el proyecto con personal calificado y desarrollar un estándar en cuanto a la representación de los diagramas, así como que estos contengan información precisa de los equipos eléctricos instalados en todo el complejo. Se espera que con el seguimiento a dicho proyecto se llegue a contar con diagramas unifilares tan precisos que en momentos de emergencia sirvan de apoyo para la realización de trabajos de mantenimiento eléctrico.

Con la continuidad del proyecto se pretende además identificar posibles problemas que en su futuro podrían generar un fallo y provocar un paro de las líneas de producción el cual tiene un costo alto para la industria, motivo por el cual se ha decidido invertir y traer a personal calificado para el apoyo en el desarrollo de los diagramas unifilares eléctricos.

1.3 Justificación

La propuesta de solución ya mencionada es la adecuada para dar una respuesta más rápida y eficiente, ya que con la generación y realización de los planos eléctricos y diagramas unifilares de los equipos eléctricos que operan en baja y alta tensión, se puede conocer la distribución de cargas conectadas e instaladas en la industria. Lo que nos permitirá conocer el estado de la capacidad de los equipos eléctricos.

Es totalmente lógico que al ser maquinaria industrial, todos los equipos funcionan con distintas potencias, corrientes y voltajes, y que cada equipo está situado en distintos puntos específicos de la planta, para su utilización y son de vital importancia. Estos planos eléctricos y diagramas unifilares se realizarán con la finalidad de dar a conocer la ubicación de cada equipo, como por ejemplo los transformadores y ver la distribución realizada a esa energía ya transformada.

Todo esto no solo beneficiará la industria, sino que también al ingeniero encargado del departamento de mantenimiento, porque con esto tendrá en sus manos una herramienta más viable a la hora de autorizar un trabajo a realizarse a cualquier equipo. También se le facilitará la identificación de cualquier falla que se presente y podrá actuar de manera más rápida.

1.4 Objetivos

Objetivo general

Verificar y actualizar que los diagramas unifilares cumplan con los criterios especificados por el Instituto Alemán de Normalización, y de esta manera permitir la fácil identificación de cada uno de los elementos que pertenecen a los diagramas en momentos de emergencia.

Objetivos específicos

Revisar los levantamientos eléctricos con la finalidad de cotejar con los diagramas unifilares.

Actualizar los diagramas unifilares basándose en los criterios de las normas aplicables para la industria.

Proponer un estándar para la representación de los equipos eléctricos instalados dentro de la industria en los diagramas unifilares.

1.5 Metodología

En la figura 1.1 se muestra el diagrama a bloques del proceso para resolver la problemática. En él se generalizan los pasos a seguir para darle solución a la problemática planteada con anterioridad. Cada uno de los bloques conforma una parte fundamental del proyecto, los cuales están relacionados con los objetivos que se plantearon.

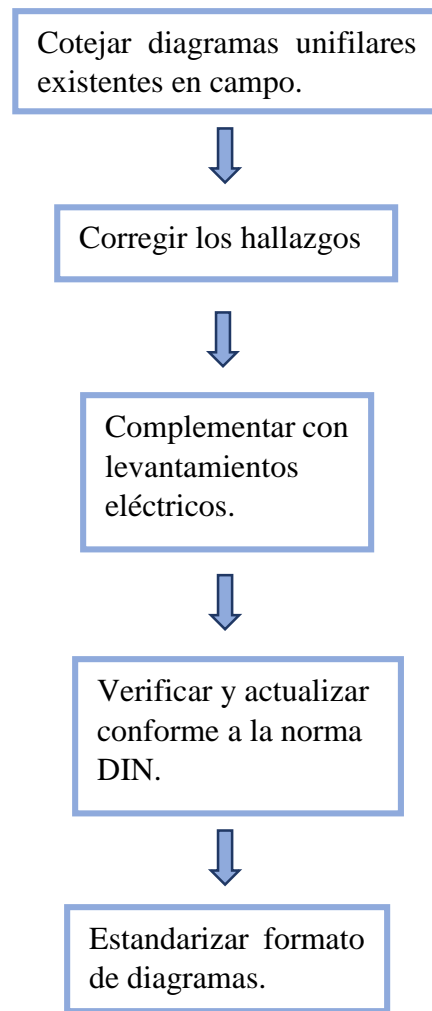


Fig.1.1 *Diagrama a bloques del proceso de la solución del problema.*

2. Fundamento teórico

2.1 Líneas de distribución

La energía eléctrica se produce de forma general en centrales de generación normalmente a tensiones comprendidas entre 10 kV y 30 kV debido a que si las tensiones fueran superiores los aislamientos de los generadores al tener partes móviles tienen una gran dificultad y son mucho más caros. La clasificación de las tensiones puede ser considerada para baja tensión aquellos

niveles de voltajes no mayores a 1 kV, mientras que en media tensión está comprendido entre 1 kV hasta 50 kV y para alta tensión está situada entre 50 kV hasta 500 kV [6].

Las centrales eléctricas pueden ser nucleares, térmicas, de ciclo combinado, hidráulicas, de energías renovables, entre otras. Se genera en las centrales, se eleva para el transporte y se vuelve a bajar para la distribución y consumo. La generación, transporte y distribución de la energía eléctrica se realiza de forma general en trifásico debido a los beneficios que representa [6].

Una de las ventajas del uso de los generadores trifásicos es que generan potencia constante y se puede aumentar la capacidad de transporte para la misma tensión. Por otro lado para el transporte es necesario elevar las tensiones para aumentar la capacidad de transporte de potencia ya que para una misma potencia cuanto mayor sea la tensión más pequeña será la corriente y por lo tanto más pequeña la sección de conductor [6].

La distribución de la energía eléctrica se suele realizar en media tensión y el suministro al usuario final en baja tensión, para que no suponga problema de seguridad a los usuarios las tensiones elevadas; además si aumentáramos las tensiones de distribución deberíamos aumentar mucho los aislamientos de las instalaciones consumidores o receptoras. Las redes de alta tensión suelen ser aéreas, las de media tensión son aéreas o subterráneas y las de suministro fundamentalmente subterráneas o aéreas aisladas [6].

Las redes de distribución se conectan a las redes de transporte en alta tensión en subestaciones mediante transformadores que reduzcan la tensión. A veces existen redes de distribución en media tensión con una gran capacidad de transportar potencia que se utilizan para llegar a muchos usuarios todavía necesitan una reducción mayor de la tensión para su suministro al consumidor final. Esto se realiza mediante los centros de transformación [6].

Las redes de distribución deberán proyectarse de forma que tengan posibilidad de soportar aumentos de consumo. Las de redes eléctricas son abierta o radiales, en anillo o mallas. La selección de cada tipo de red en función de la zona: En un sistema de distribución de gran dimensión puede emplearse cualquiera de las estructuras descritas anteriormente. La elección adecuada depende, por un lado, de las características propias de la configuración y por otro, de las características del consumo [7].

Los tipos de redes de distribución más usados para alimentar consumos en zonas rurales, urbanas e industriales son las redes rurales, urbanas e industriales. Las redes rurales se caracterizan por puntos de bajo consumo dispersos en zonas relativamente amplias. Las grandes distancias entre los puntos de consumo hacen poco atractivas las redes en anillo o malladas, por lo que lo habitual es utilizar redes de estructura radial, con líneas aéreas y con centros de transformación en casetas o postes [7].

Redes urbanas se diferencian de las rurales en la mayor densidad de carga y porque cada centro de transformación alimentan a un elevado número de consumidores. Suelen adoptar la configuración en anillo y si la densidad es elevada y la continuidad de suministro es crucial se utilizan redes malladas. En las zonas próximas a los núcleos urbanos se utilizan redes aéreas y ya en el interior de las ciudades, líneas subterráneas [8].

Redes industriales para determinadas industrias y a partir de una potencia elevada las instalaciones no se pueden alimentar en baja tensión, conectándose a las redes de media tensión mediante centros de transformación. Estos centros de transformación suelen estar interconectados formando redes en media tensión radial o en anillo, dependiendo de la potencia demandada y de la densidad de consumo [8].

Los conductores utilizados en las líneas son conductores sin aislamiento (cobre, aluminio, aceto galvanizado) y conductores con aislamiento de cobre, aluminio, AMa_EC, otros. En la líneas eléctricas se suelen utilizar elementos tales como aisladores, apoyos, postes de hormigón en media y baja tensión, postes metálicos, crucetas, herrajes de media tensión, sujeciones y empalmes-derivaciones en baja tensión [8].

2.2 Sistemas de distribución eléctrica

Un sistema de distribución eléctrico o planta de distribución como comúnmente es llamado, es toda la parte del sistema eléctrico de potencia comprendida entre la planta eléctrica y los apagadores del consumidor [7].

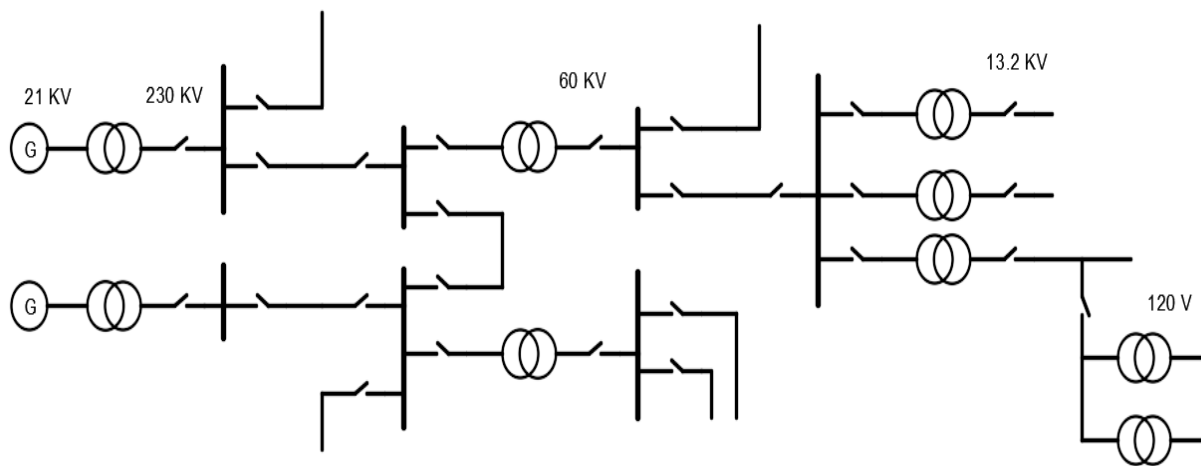


Fig.2.1 Estructura básica de un sistema eléctrico.

El problema de la distribución es diseñar, construir, operar y mantener el sistema de distribución que proporcionará el adecuado servicio eléctrico al área de carga a considerarse, tomando en cuenta la mejor eficiencia en operación. Desafortunadamente, no cualquier tipo de sistema de distribución puede ser empleado económicamente hablando en todas las áreas por la diferencia en densidad de carga [7].

Para diferentes áreas de carga o incluso para diferentes partes de la misma área de carga, el sistema de distribución más efectivo podría tomar diferentes formas. El sistema de distribución debe

proveer servicio con un mínimo de variaciones de tensión y el mínimo de interrupciones, debe ser flexible para permitir expansiones en pequeños incrementos así como para reconocer cambios en las condiciones de carga con un mínimo de modificaciones y gastos [7].

Esta flexibilidad permite guardar la capacidad del sistema cercana a los requerimientos actuales de carga y por lo tanto permite que el sistema use de manera más efectiva la infraestructura. Además y sobre todo elimina la necesidad para predecir la localización y magnitudes de las cargas futuras. Los sistemas pueden ser por cableado subterráneo, cableado aéreo, cableado abierto de conductores soportado por postes o alguna combinación de estos [7].

Existen tres tipos de sistemas básicos de distribución, los cuales son sistema radial, sistema anillo y sistema en malla o mallado. Estos tipos de sistemas, son los más comúnmente utilizados. Al utilizar un sistema de distribución este estará expuesto inevitablemente a un buen número de variables tanto técnicas como locales y ante todo una variable económica por lo que los sistemas de distribución no tienen una uniformidad, es decir, que un sistema eléctrico será una combinación de sistemas [7].

Sistema radial.-Es aquel que cuenta con una trayectoria entre la fuente y la carga, proporcionando el servicio de energía eléctrica. Un sistema radial es aquel que tiene un simple camino sin regreso sobre el cual pasa la corriente, parte desde una subestación y se distribuye por forma de “rama”. Este tipo de sistema de distribución tiene como característica básica, el que está conectado a un sólo juego de barras [7].

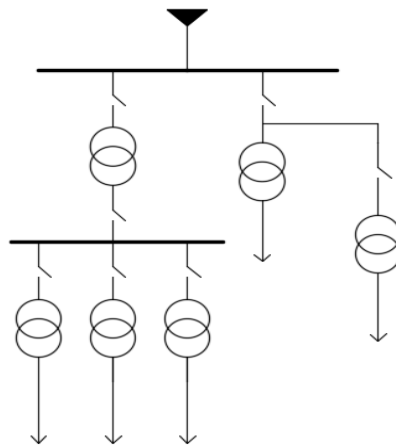


Fig.2.2 Forma más simple de un sistema de distribución radial.

Existen diferentes tipos de arreglo sobre este sistema, la elección del arreglo está sujeta a las condiciones de la zona, demanda, confiabilidad de continuidad en el suministro de energía, costo económico y perspectiva a largo plazo. Este tipo de sistema, es el más simple y el más económico debido a que es el arreglo que utiliza menor cantidad de equipo, sin embargo, tiene varias desventajas por su forma de operar [7].

El mantenimiento de los interruptores se complica debido a que hay que dejar fuera parte de la red. Son los menos confiables ya que una falla sobre el alimentador primario principal afecta a la carga. Este tipo de sistemas es instalado de manera aérea y/o subterránea [7].

Sistemas radiales aéreos.- Los sistemas de distribución radiales aéreos se usan generalmente en las zonas urbanas, suburbanas y en las zonas rurales. Los alimentadores primarios que parten de la subestación de distribución están constituidos por líneas aéreas sobre postes y alimentan los transformadores de distribución, que están también montados sobre postes. En regiones rurales, donde la densidad de carga es baja, se utiliza el sistema radial puro [6].

En regiones urbanas, con mayor densidad de carga se utiliza también el sistema radial, sin embargo, presenta puntos de interconexión los cuales están abiertos, en caso de emergencia, se cierra para permitir pasar parte de la carga de un alimentador a otro, para que en caso de falla se pueda seccionar esta y mantener su operación al resto mientras se efectúa la reparación [6].

La principal razón de ser de los sistemas radiales aéreos radica en su diseño de pocos componentes, y por ende su bajo costo de instalación aunque puede llegar a tener problemas de continuidad de servicio [6].

Sistemas radiales subterráneos.- La necesidad de líneas subterráneas en un área en particular es dictaminada por las condiciones locales. Los sistemas de distribución radiales subterráneos se usan en zonas urbanas de densidad de carga media y alta donde circulan líneas eléctricas con un importante número de circuitos dando así una mayor confiabilidad que si se cablearan de manera abierta [10].

Los sistemas de distribución subterráneos están menos expuestos a fallas que los aéreos, pero cuando se produce una falla es más difícil localizarla y su reparación lleva más tiempo. Por esta razón, para evitar interrupciones prolongadas y proporcionar flexibilidad a la operación, en el caso de los sistemas radiales subterráneos se colocan seccionadores para permitir pasar la carga de un alimentador primario a otro [10].

Sistema Anillo.- Es aquel que cuenta con más de una trayectoria entre la fuente o fuentes y la carga para proporcionar el servicio de energía eléctrica. Este sistema comienza en la estación central o subestación y hace un “ciclo” completo por el área a abastecer y regresa al punto de donde partió. Lo cual provoca que el área sea abastecida de ambos extremos, permitiendo aislar ciertas secciones en caso de alguna falla [10].

Este sistema es más utilizado para abastecer grandes masas de carga, desde pequeñas plantas industriales, medianas o grandes construcciones comerciales donde es de gran importancia la continuidad en el servicio [10].

Cualquier variante del sistema en anillo, normalmente provee de dos caminos de alimentación a los transformadores de distribución o subestaciones secundarias. En general, la continuidad del servicio y la regulación de tensión que ofrece este sistema son mejor que la que nos da el sistema radial. La variación en la calidad del servicio que ofrecen ambos sistemas, depende de las formas particulares en que se comparen [10].

Regularmente, el sistema anillo tiene un costo inicial mayor y puede tener más problemas de crecimiento que el sistema radial, particularmente en las formas utilizadas para abastecer grandes cargas. Esto es principalmente porque dos circuitos deben ponerse en marcha por cada nueva subestación secundaria, para conectarla dentro del anillo. El añadir nuevas subestaciones en el alimentador del anillo obliga a instalar equipos que se puedan anidar en el mismo [10].

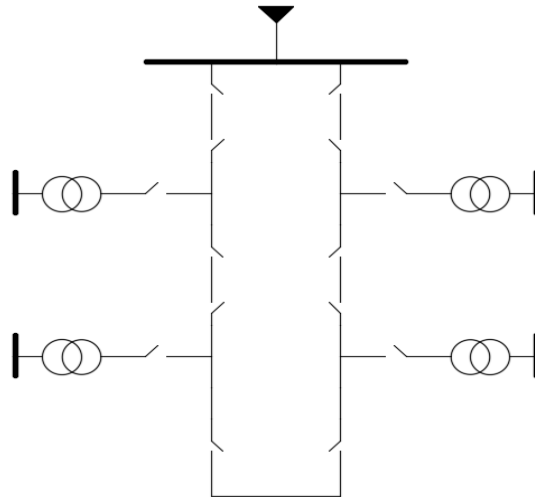


Fig.2.3 Sistema de distribución en anillo.

Sistema red o malla.- Una forma de subtransmisión en red o en malla provee una mayor confiabilidad en el servicio que las formas de distribución radial o en anillo ya que se le da

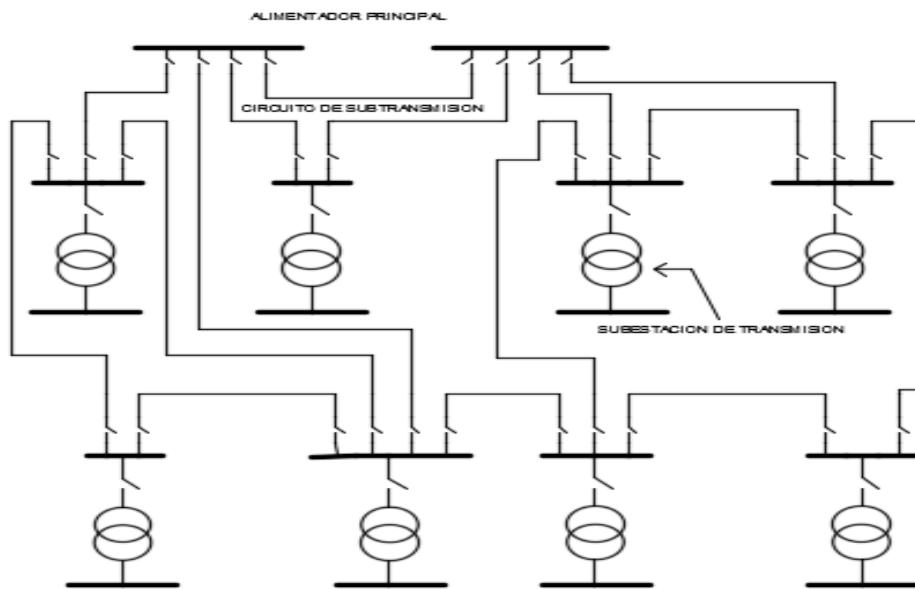


Fig.2.4 Sistema de distribución en red o malla.

alimentación al sistema desde dos plantas y le permite a la potencia alimentar de cualquier planta de poder a cualquier subestación de distribución. Este sistema es utilizado donde la energía eléctrica tiene que estar presente sin interrupciones [10].

2.3 Subestaciones industriales

Es esencial tener la idea clara de una subestación. Una subestación es un punto que permite cambiar las características de energía eléctrica (tensión, corriente, frecuencia, etcétera) ya sea corriente alterna o corriente directa, con la capacidad de reconfigurar las conexiones de las líneas de transmisión o distribución. Existen varias formas de clasificar una subestación, y son cuatro las más comunes [11].

Subestación de maniobra.-En una estación de generación tiene como objetivo facilitar la conexión de la planta generadora hacia la red eléctrica, transformando la energía eléctrica para su transmisión [11].

Subestaciones de enlace.-Se encuentra dentro de la red de transmisión de la energía eléctrica, tiene la función de facilitar el enlace y/o direccionamiento de la misma, normalmente con estas subestaciones finaliza la línea de transmisión desde la subestación de maniobra [11].

Subestaciones de distribución.-Son las más comunes dentro del sistema eléctrico, los cuales se encuentran cerca de los centros de carga, en su caso, una ciudad [11].

Subestaciones industriales.-Funciona a partir de una línea principal del sistema eléctrico o acometida que nos entrega CFE, tiene la característica de cumplir con los requerimientos técnicos del cliente.

Las subestaciones industriales son un eslabón del sistema eléctrico. Su necesidad y existencia radica en brindar las necesidades que requiera la industria. En la mayoría de las industrias, existe un lazo fuerte entre energía eléctrica y procesos de producción, debido al equipo que requiera de la energía eléctrica. Dependiendo de la región o localidad, las industrias están apartadas o ubicadas en una cierta zona [7].

La energía eléctrica es transmitida de algún punto del sistema eléctrico, al llegar a la zona industrial requiere transformar esta acorde a sus necesidades, esto lo realiza mediante una subestación que se ajustará a la carga necesaria y futuras expansiones de la planta industrial. La construcción de una subestación tiene que cumplir con distintos lineamientos y entre los más importantes se encuentra su bajo costo económico, simplificación y estandarización [7].

Esquemas básicos.- En la actualidad gran parte de los usuarios industriales y comerciales requieren de la energía eléctrica para abaratar sus costos por el diferencial tarifario y costos menores en la instalación a tensiones mayores con el fin de lograr ser más competitivos, para los usuarios que buscan estos fines, se instalan subestaciones eléctricas [8].

Una subestación eléctrica se integra básicamente por uno o varios transformadores, elementos de protección contra sobrecorriente, tanto en baja como en alta tensión. Elementos de protección contra descargas atmosféricas y maniobras, elementos de desconexión, sistemas de tierra, estructura que soporta el equipo, barras conductoras y sistemas de medición [8].

Transformador.- Es el dispositivo que permite operar en dos diferentes niveles de tensión. Por ejemplo, a los usuarios alimentados en alta tensión que tienen subestación eléctrica propia, la acometida de la compañía suministradora generalmente es proporcionada en voltajes de 13200V, 23000V y 34500V, reduciendo estas tensiones en los transformadores de la subestación del usuario. Las tensiones en baja tensión más comunes a las cuales se reducen son 220/127 V, 440/220 V [6].

Elementos de protección contra sobrecorrientes, tanto en baja como en alta tensión.- Son dispositivos que monitorean continuamente la tensión y la corriente asociados con la línea y sus terminales detectando el mal funcionamiento del equipo o la línea. Las fallas pueden ser debido a contacto entre una o más fases y tierra, sobrecargas y fallas de tensión eléctrica en alguna fase [8].

Elementos de protección contra descargas atmosféricas y maniobras.- Son los elementos de protección del transformador contra transitorios provocados por descargas atmosféricas (rayos), así como los provocados por el switcheo o maniobra en el sistema eléctrico de la compañía suministradora [8].

Elementos de desconexión.- Son usados primordialmente para conectar o desconectar una sección o transformadores que no tienen corriente de carga. También, son usados en conjunto con los seccionadores para proporcionar una forma segura de aislar un circuito, en caso de falla o de mantenimiento. Asociados con el equipo de protección, son los encargados de liberar las fallas [8].

Barras conductoras.- Se le da el nombre a todo lo referente a la estructura eléctrica a la cual todas las líneas y transformadores son conectados. El diseño de la estructura debe cumplir con mecanismos que soporten fuerzas grandes debido al resultado de los campos producidos por altas corrientes de cortocircuito. Existen dos tipos de enlazado: abierto y cerrado. El bus cerrado es usado cuando la subestación está localizada en algún edificio o lugar abierto donde el espacio es vital y limitado [8].

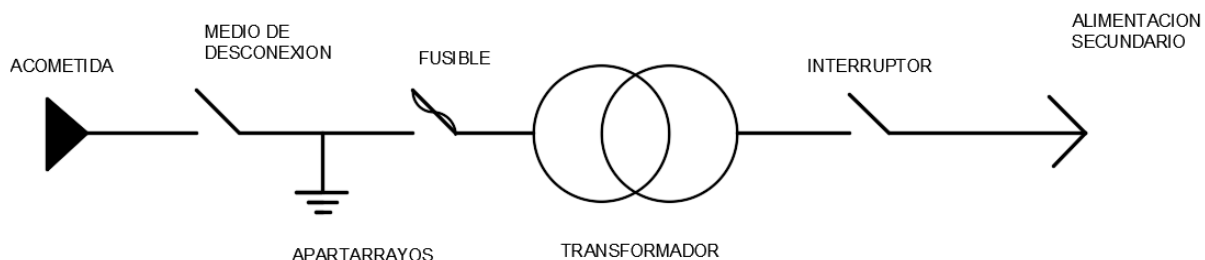


Fig.2.5 Elementos de una subestación eléctrica tipo industrial.

Otra forma de clasificar las subestaciones, es desde el punto de vista constructivo en subestaciones tipo interperie, interior, sumergible, poste y pedestal. Es indispensable mencionar, que una subestación está fuertemente ligada a la maniobrabilidad y flexibilidad al operar, por lo que una parte importante de cualquier tipo de subestación es la llegada y conexión de la línea de transmisión. Para las subestaciones industriales, dependiendo el tamaño e importancia puede ser factor de tener otro alimentador aparte del principal [8].

Tipos de subestaciones.- Así como existen diferentes necesidades para cada proyecto y/o demanda de energía eléctrica también hay distintas formas de cumplirlas, sin embargo, esto dependerá de las especificaciones que se pida, costo económico de la construcción y mantenimiento de la misma. Existen distintos tipos de subestaciones que han surgido debido a las necesidades que se tengan que cumplir y de acuerdo al área donde se tengan que instalar [8].

Existen subestaciones abiertas, compactas, gas y pedestal.

Subestación abierta.- Se caracteriza porque la mayoría de sus elementos se encuentran a la intemperie por lo que está sujeto a condiciones atmosféricas adversas. La configuración de los elementos de este tipo de subestación va acorde al espacio requerido y posteriores maniobras de mantenimiento preventivo y/o correctivo. Sin embargo, la principal desventaja deriva en que a medida que va aumentando la capacidad de la subestación se necesita mayor espacio [8].



Fig.2.6 *Subestación tipo abierta.*

Subestación compacta.- Este tipo de subestaciones, también denominadas unitarias es una buena alternativa para resolver las necesidades de energía eléctrica en la industria, ya que integra en un gabinete las funciones de desconexión y protección en media tensión de la instalación. Se ofrecen para servicio tanto interior como exterior. La subestación unitaria está compuesta básicamente de tres unidades. Unidad de alta tensión, unidad del transformador y unidad de baja tensión [8].

Dependiendo del servicio o la instalación, se anexa módulos o unidades adicionales de acuerdo a las necesidades específicas. Los gabinetes o módulos pueden estar en algún interior o exterior. Como su nombre lo dice, un exterior debe soportar las condiciones del ambiente mientras que el

interior tiene que estar resguardado en algún recinto. Para el caso específico de las instalaciones industriales o comerciales [8].

Subestaciones aisladas en gas.- A través del tiempo, las variables anteriores que se han mencionado en la descripción de subestaciones anteriores como son espacio, requisitos de instalación, mantenimiento, inversión, capacidad, etc., se volvieron fundamentales por lo que se realizó un nuevo diseño de subestaciones con el propósito principal de mejorar la seguridad, confiabilidad y sobre todo el espacio que requieran conocidas como subestaciones aisladas de gas.

El diseño surgió en la década de los 70's y se elabora conforme a la función final o cargas que alimentará dicha situación reduce la construcción del local donde se colocará dentro de la instalación. Se denomina así este tipo de subestación porque utiliza como aislante el gas Hexafloruro de azufre que tiene un nivel alto de aislamiento y propiedades de enfriamiento de arco; es un gas elaborado por el hombre y que es utilizado en equipos eléctricos [10].

Subestaciones tipo Pedestal.- Se le llama subestación tipo pedestal, aunque en realidad es un tipo de transformador. Tienen su aplicación en sistemas de distribución subterráneos, como son: centros comerciales, fraccionamientos, residenciales y lugares en donde la continuidad de servicio es un factor determinante. La característica principal de la subestación tipo pedestal, se encuentra en que en el recinto se incorporan todos los componentes eléctricos [10].



Fig.2.7 *Subestación tipo pedestal.*

2.4 Representación de los circuitos eléctricos

Los diferentes circuitos que componen y definen las características de una instalación eléctrica se representan sobre uno o varios planos en los que son detalladas las particularidades de los materiales y dispositivos presentes. Para la realización de la representación gráfica de dichos circuitos eléctricos se utilizan diferentes tipos de esquemas estandarizados, que básicamente se clasifican en tres grupos dependiendo de sus características, diseño y uso [10].

Pueden ser diagramas unifilares, diagramas multifilares y diagramas de principio. Al representar gráficamente cualquier instalación eléctrica, es necesario que queden debidamente representados

y reflejados todos los cuadros y armarios eléctricos presentes, así como los circuitos interiores, los conductores, la aparamenta y los receptores [10].

Diagramas unifilares.- Un diagrama unifilar es la representación gráfica de una instalación eléctrica en la que cada circuito se representa por medio de una línea, independiente del número de conductores dispuestos en la realidad. Para indicar la cantidad de conductores que discurren por cada línea del circuito se utilizan pequeños segmentos oblicuos que cruzan con la línea principal en cada tramo, uno por cada conductor [6].

Se trata de diagramas muy simples y fáciles de entender en los que se representan todos los elementos de manera unitaria. Los diagramas unifilares son idóneos para representar instalaciones eléctricas, sin embargo, no son muy utilizados para la representación de circuitos de automatismos, mando y control, dado el escaso detalle que ofrecen [6].

En general, puede decirse que los diagramas unifilares son los más utilizados por los electricistas, puesto que resultan más claros y más fáciles de realizar e interpretar. En ocasiones resulta necesario identificar en los esquemas unifilares a cada uno de los conductores que discurren por una determinada línea para evitar confusiones a la hora de llevar acabo el montaje [12].

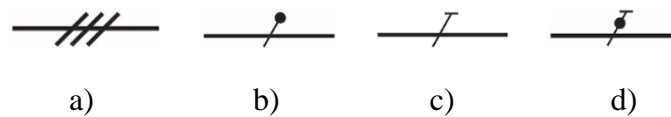


Fig.2.8 a) Representación de los conductores de fase de un sistema trifásico, b) representación del conductor neutro, c) representación del conductor de protección y d) representación del conductor neutro y el de protección unidos.

El conductor de protección también puede ir representado en el diagrama unifilar mediante una línea de trazos discontinuos paralela a la línea que representa los conductores activos, siempre que se indique expresamente su conexión con la instalación de puesta a tierra. En cada uno de los circuitos representados en un diagrama unifilar debe indicarse, generalmente en la parte inferior del mismo el elemento al que se le suministra energía [12].

Los diagramas unifilares representan todas las partes que componen a un sistema de potencia de modo gráfico, completo, tomando en cuenta las conexiones que hay entre ellos, para lograr así la forma una visualización completa del sistema de la forma más sencilla. Ya que un sistema trifásico balanceado siempre se resuelve como un circuito equivalente monofásico, o por fase, compuesto de una de las tres líneas y un neutro de retorno [12].

Muchas veces el diagrama se simplifica aún más al omitir el neutro del circuito e indicar las partes que lo componen mediante símbolos estándar en lugar de sus circuitos equivalentes. No se muestran los parámetros del circuito, y las líneas de transmisión se representan por una sola línea entre dos terminales. A este diagrama simplificado de un sistema eléctrico se le llama diagrama unifilar o de una línea. Éste indica, por una sola línea y por símbolos estándar, cómo se conectan las líneas de transmisión con los aparatos asociados de un sistema eléctrico [12].

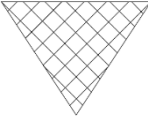
El propósito de un diagrama unifilar es el de suministrar en forma concisa información significativa acerca del sistema. La importancia de las diferentes partes de un sistema varía con el problema, y la cantidad de información que se incluye en el diagrama depende del propósito para el que se realiza. Por ejemplo, la localización de los interruptores y relevadores no es importante para un estudio de cargas. Los interruptores y relevadores no se mostrarían en el diagrama si su función primaria fuera la de proveer información para tal estudio [12].



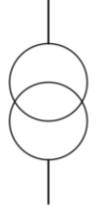




Por otro lado, la determinación de la estabilidad de un sistema bajo condiciones transitorias resultantes de una falla depende de la velocidad con la que los relevadores e interruptores operan para aislar la parte del sistema que ha fallado. Por lo tanto, la información relacionada con los interruptores puede ser de extrema importancia. Algunas veces, los diagramas unilaterales incluyen información acerca de los transformadores de corriente y de potencia que conectan los relevadores al sistema o que son instalados para medición.

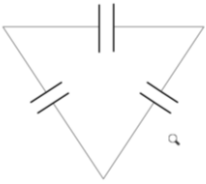

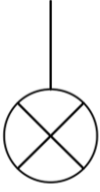

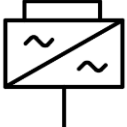


Para la correcta interpretación de los diagramas unilaterales se recurren a símbolos estandarizados por las normas americanas y europeas. Las normas DIN están incorporadas en su mayoría a los estándares de las normas europeas. Donde la IEC que por sus siglas se refiere al comité electrotécnico internacional. Para ellos ya se tiene estandarizados una serie de símbolos eléctricos que representa a los elementos eléctricos más comunes.

DIN.- El Instituto Alemán de Normalización, es una organización privada registrada como asociación sin ánimo de lucro. Sus miembros provienen de la industria, asociaciones, autoridades públicas, el comercio, los oficios y las organizaciones de investigación. Por convenio con el Gobierno Federal de Alemania, DIN es el organismo nacional de normalización reconocido que representa los intereses alemanes en los organismos de normalización europeos e internacionales.

El personal permanente de la norma DIN coordina todo el proceso de normalización a nivel nacional y son responsables de la organización de la participación alemana en las normas de trabajo a nivel europeo e internacional. A continuación se presenta la simbología de los elementos eléctricos oficiales para las norma DIN de aplicación industrial [13].

Simbología DIN	Descripción	Nomenclatura
	Red de MT	W
	Protección de MT	MVGA

Simbología DIN	Descripción	Nomenclatura
	Cable de MT	MVWD
	Cable	WD
	Transformador de MT/ BT	TA
	Protección	QA
	Protección cartucho fusible	QA
	Generador	G
	Fuente de BT	W

Simbología DIN	Descripción	Nomenclatura
	Batería de condensadores	CA
	Seccionador	QB
	Iluminación	EA
	Juego de barras BT	UC
	SAI	RB
	Carga	AA
	Carga motor	MA

3.1 Revisión de los levantamientos eléctricos con la finalidad de cotejar con los diagramas unifilares.

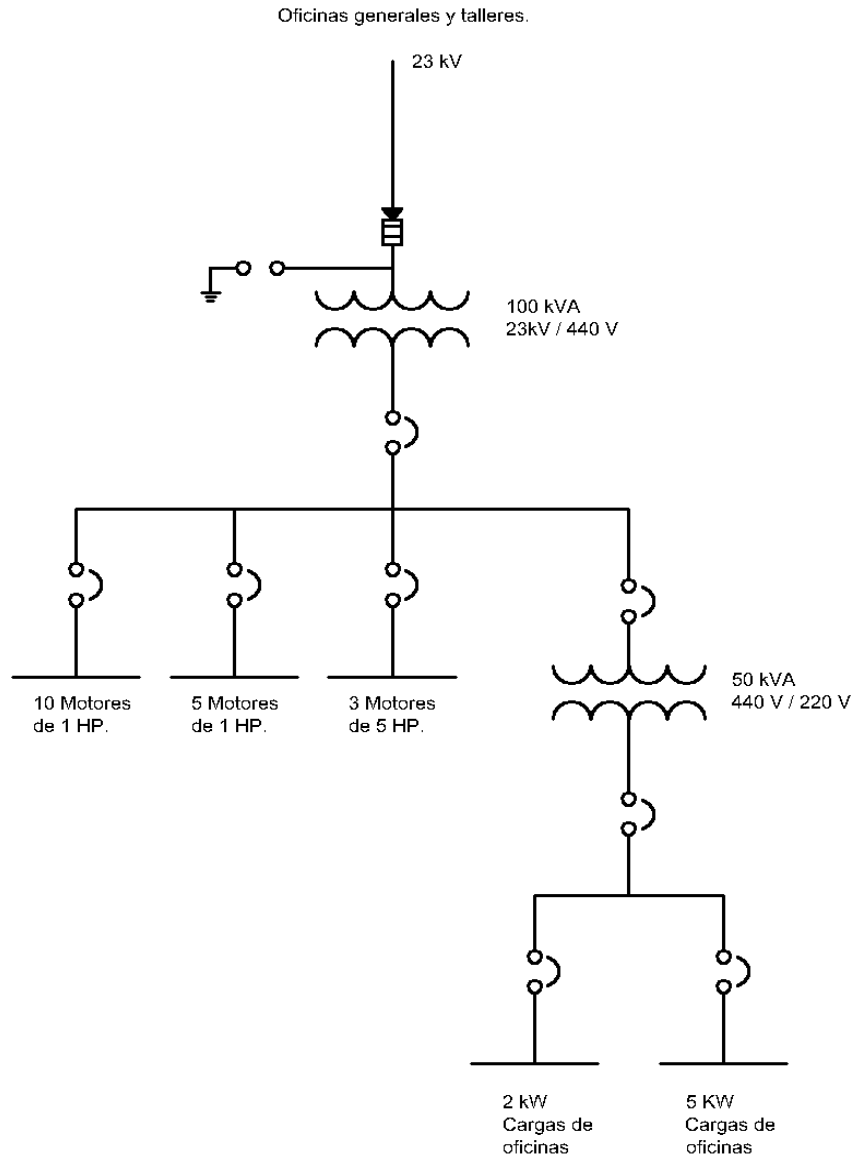


Fig.3.1.Diagrama unifilar de oficinas generales y talleres.

El diagrama unifilar de la fig.3.1 representa la distribución de las cargas eléctricas instaladas en las oficinas y talleres. Y es uno de los diagramas con los que contaba la industria y el cual se proporcionó para cotejarlo en campo y realizar la respectiva modificación si existían. Así como la de añadir más información que pudiese servir más adelante para futuras emergencias. Después de realizar ciertos trámites para cotejarlos en campo se procedió a actualizarlos.

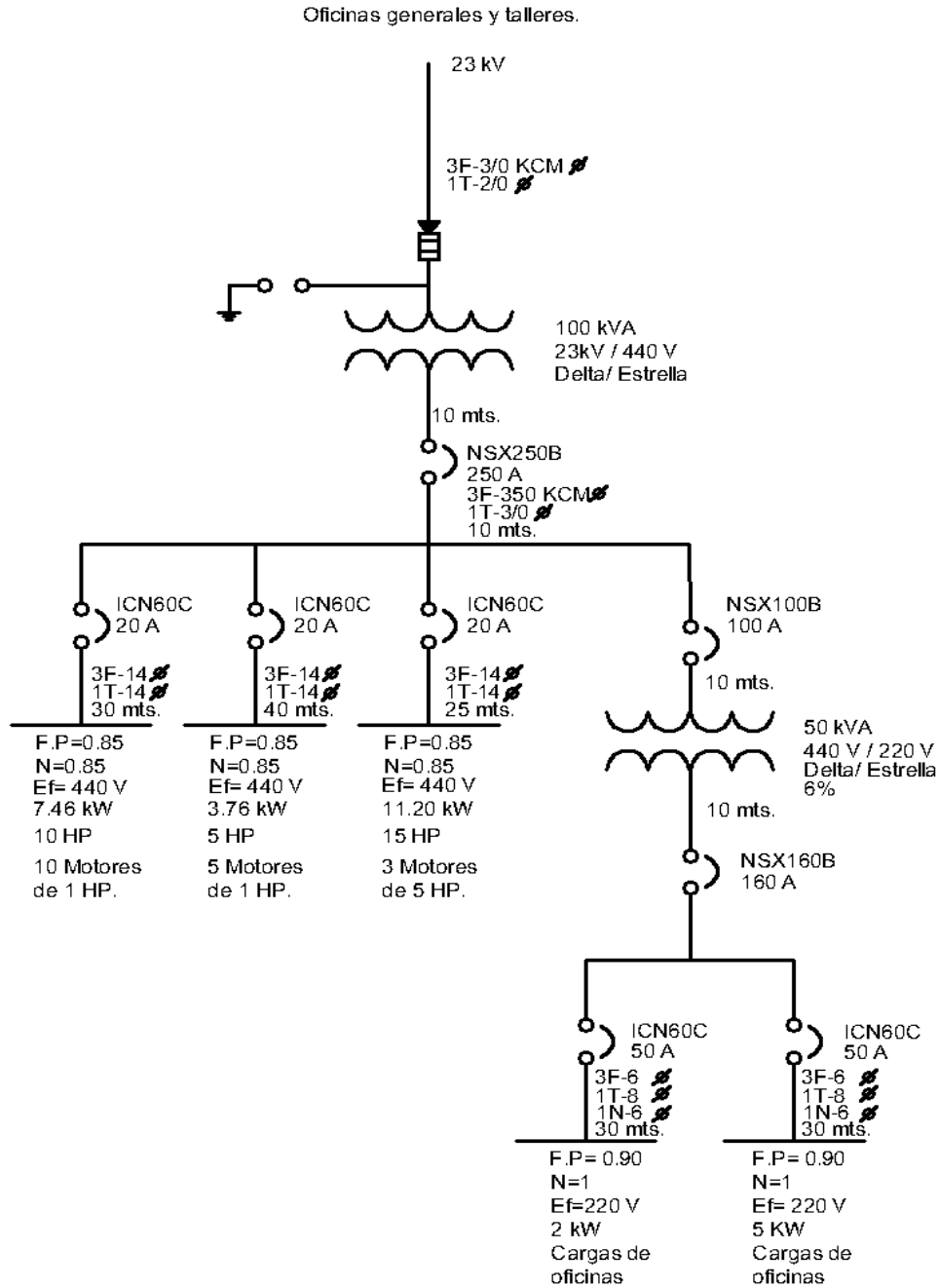


Fig.3.2. *Diagrama unifilar actualizado de oficinas generales y talleres.*

Como podemos observar en la fig.3.2 para este diagrama unifilar no se encontraron nuevas modificación lo único a lo que se procedió fue a realizar un cotejamiento el cual estaba correcto y lo único que se le añadió fueron más información, entre las que se destaca el calibre de los conductores, la capacidad de los interruptores y modelos de los interruptores automáticos. Este diagrama unifilar le corresponde al área de oficinas y talleres de la industria.

El siguiente diagrama correspondía a la zona de embarcamiento. Y este es el plano antes de realizar el cotejamiento en el área de campo. Para este diagrama unifilar nos indicaba la presencia de un transformador con una capacidad de 300 kVA, el cual suministraba energía para motores. Estos motores según lo indicado funcionan a una tensión de 440 V.

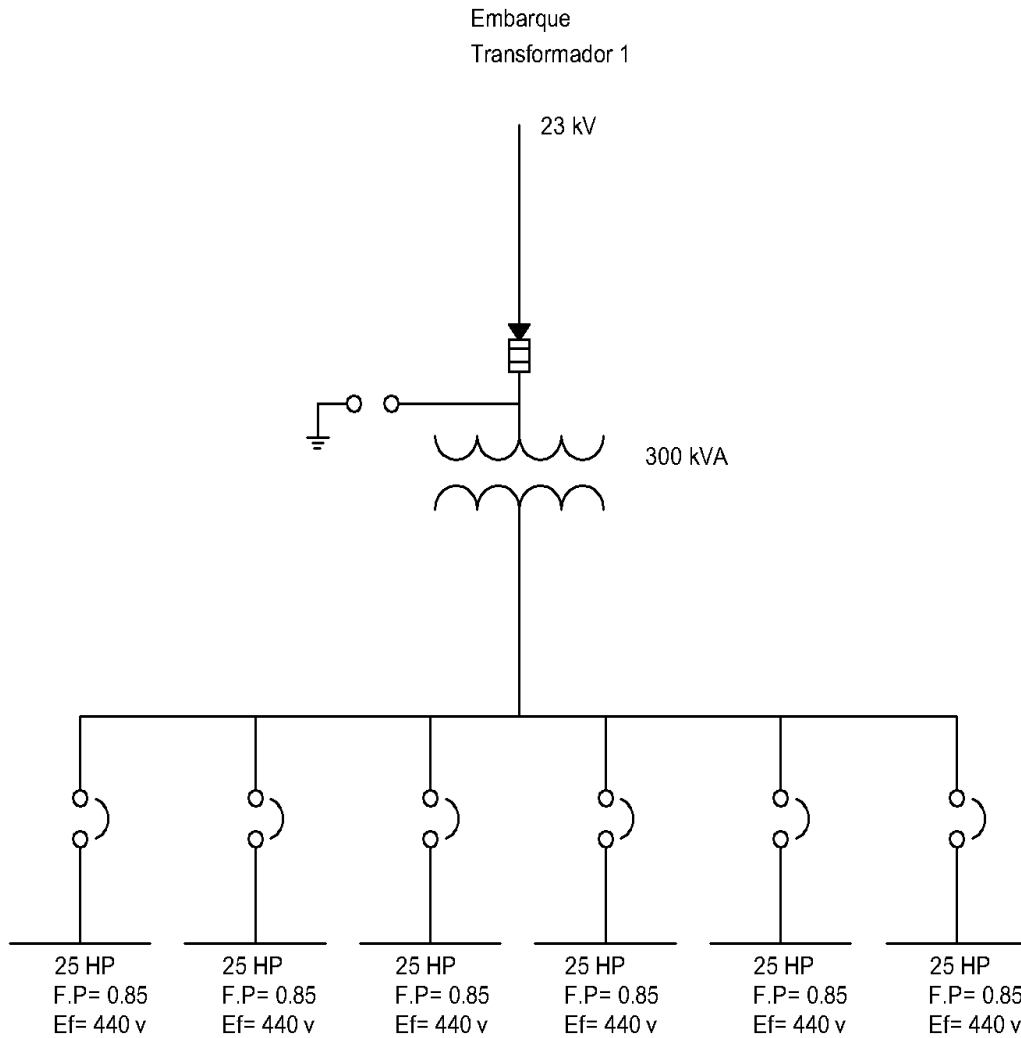


Fig.3.3.Diagrama unifilar de zona de embarcamiento

Realizado el cotejamiento en campo se detectaron algunas instalaciones las cuales se habían modificado para suministrar energía a nuevas cargas, en el diagrama siguiente podemos observar que se realizó una ampliación instalando un transformador para proveer de energía eléctrica a una tensión de 220 V para las necesidades del área de embarcamiento en el transformador 1, con una capacidad de 25 KVA el cual se encarga de alimentar tanto cargas monofásicas como trifásicas.

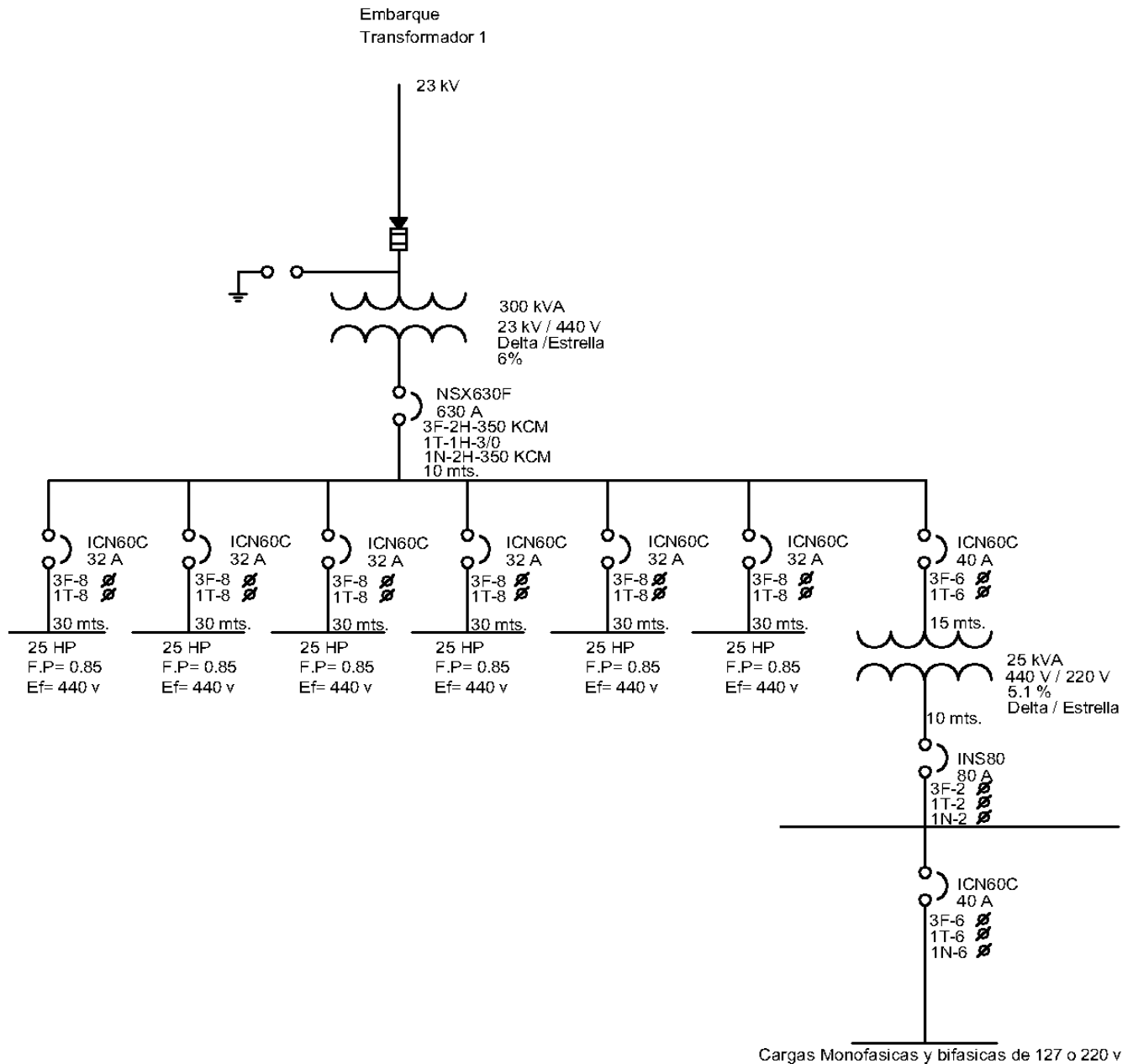


Fig.3.4. Diagrama unifilar actualizado de zona de embarcamiento.

Dentro del cotejamiento se encontró que los 6 derivados en donde se consumen 25 H.P. hace referencia a 6 bombas las cuales consumen 25 HP cada uno según la información técnica de la placa de los motores, los cuales son del mismo modelo y marca. Así como que cuenta con un transformador de 300 KVA en el cual se reduce la tensión de 23 KV a una tensión de utilización de 440 V.

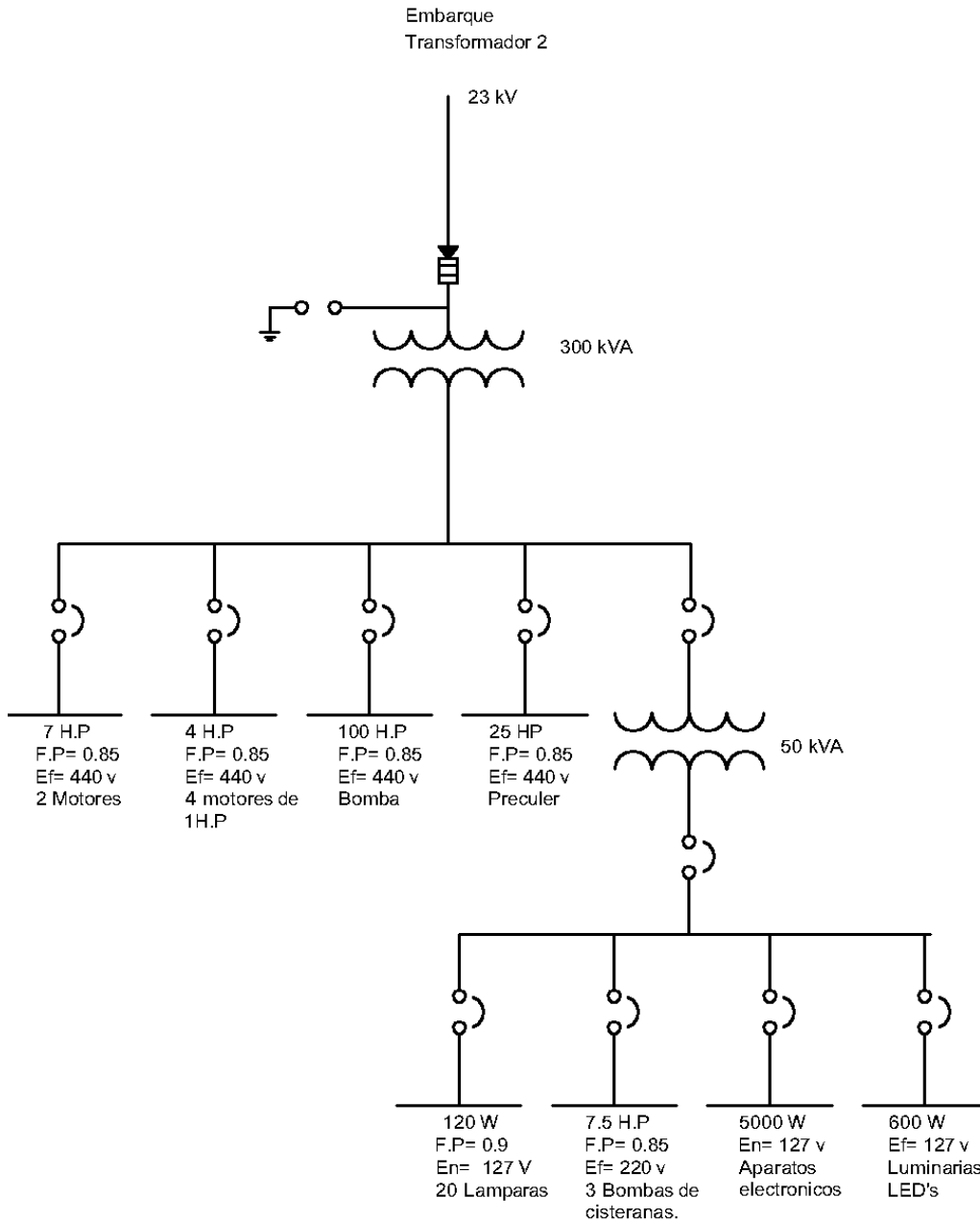


Fig.3.5.Diagrama unifilar de la zona de embarcamiento transformador 2.

El diagrama unifilar de la fig.3.5 hace referencia a la zona de embarcamiento del transformador 2. Recientemente este diagrama había sido actualizado y por ese motivo no se encontró cambios grandes. Por lo que se recurrió a la recolección de información como en los anteriores diagramas unifilares, pues le faltaba más información técnica. Los datos capturados en los levantamientos

fueron plasmados en el siguiente diagrama unifilar indicado como fig.3.6 el cual ya ha sido nuevamente actualizado.

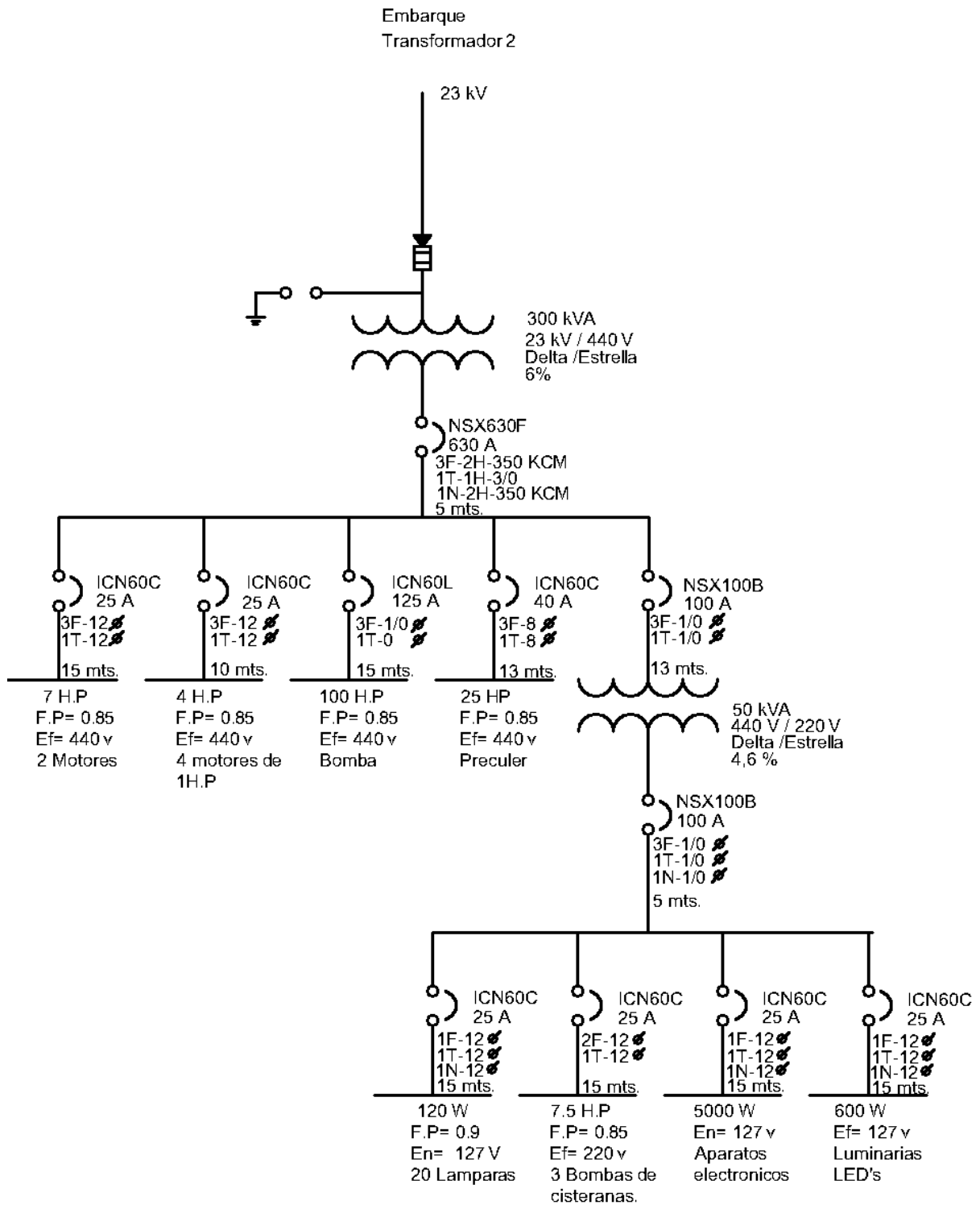


Fig.3.6. Diagrama unifilar actualizado de la zona de embarcamiento transformador 2.

En la Figura 3.6, se muestra el transformador número 2 de la Zona de embarque, el cual mantiene el suministro eléctrico de dos motores de 7 hp, cuatro más de 1 hp, una bomba sumergibles de 100 hp y el preculer un sistema de refrigeración de 25 hp. Además en el diagrama se muestra un transformador seco, conectado en delta estrella de 50 kVA, en éste se encuentran conectadas la iluminación de la zona de embarque, tres bombas de 5 hp y computadoras.

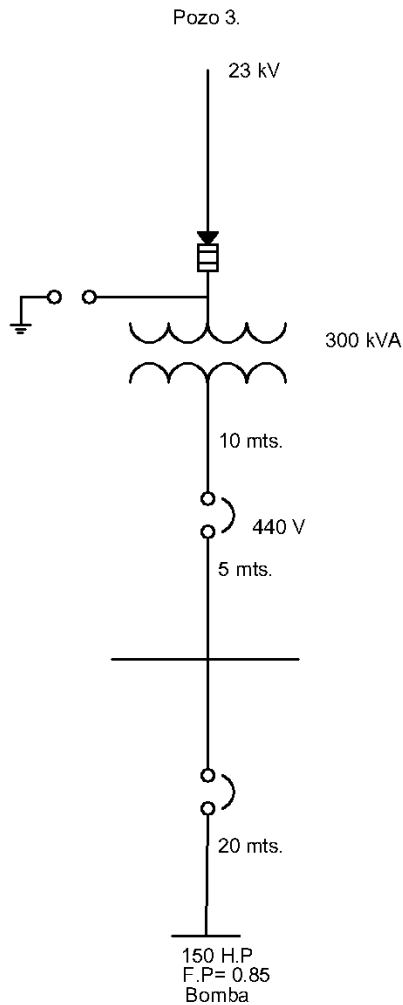


Fig.3.7.Diagrama unifilar del pozo 3.

La fig.3.7, corresponde al área del pozo 3 en el que según los planos entregados corresponden a una sola bomba sumergible con capacidad de 150 H.P. Comparando el anterior diagrama unifilar con las instalaciones existentes se encontraron ciertos cambios los cuales fueron añadidos al respectivo diagrama actualizado, incorporando como en los anteriores diagramas información técnica de los equipos y elementos eléctricos.

La fig.3.8 corresponde al diagrama unifilar actualizado para el pozo 3 en que las cargas a las que les suministra energía eléctrica son principalmente motores y bombas.

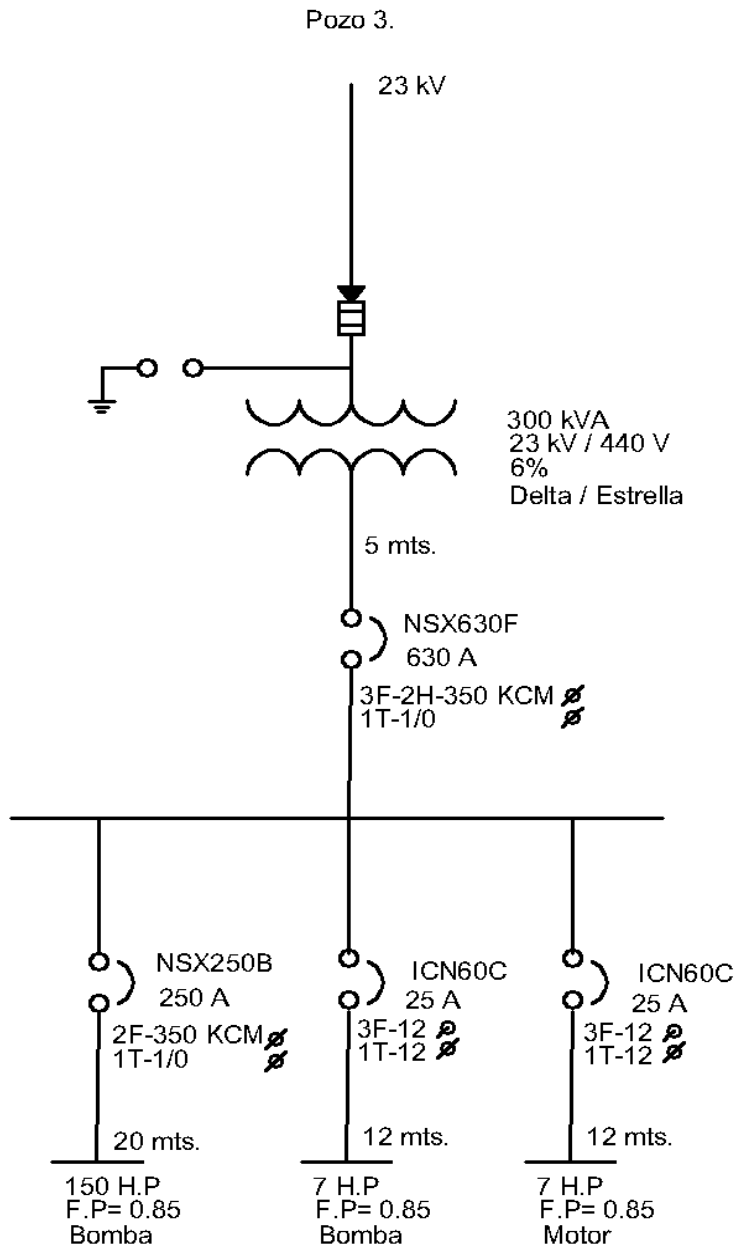


Fig.3.8.Diagrama unifilar actualizado del pozo 3.

Actualmente la zona del pozo 3 cuenta con una bomba sumergible de 150 H.P, una bomba de 7 H.P y un motor de 7 H.P. Ahora se incluye más información técnica.

Siguiendo con el proceso ahora toca actualizar la información técnica para el diagrama unifilar de la zona A el cual está representado por la fig.3.9, para este diagrama nos indicaba que suministraba energía a 80 motores de 3/ 4 de H.P, con un factor de potencia de 0.80 indicados en las placas de cada motor, así como que se alimentaban a una tensión de 440 V.

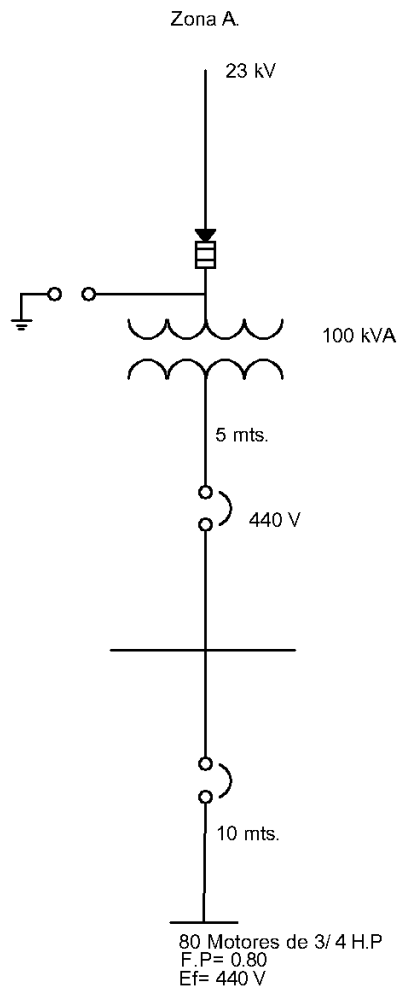


Fig.3.9.Diagrama unifilar de la zona A.

Como en los anteriores diagramas se realizó un respectivo levantamiento en el cual se apuntaron datos técnicos e información sobre las cargas que se alimentaba del transformador, ya que en campo se encontraron grandes cambios los cuales se plasmaron en el diagrama que está indicado como la fig.3.10.

En el podemos apreciar que se instalaron nuevos motores, así como se instalaron luminarias debido a que hubieron ajustes para laborar en esa zona por lo que era importante suministrarle energía eléctrica a una tensión de 220 para alimentar cargas monofásicas y trifásicas, por el momento no se encontró ninguna carga que se le suministrara una tensión de 220 V.

Además se concluye que dentro de la ampliación estuvo presente la instalación de un transformador con una capacidad de 50 KVA, mientras que el transformador principal de la subestación se mantuvo sin que se le hiciera modificaciones.

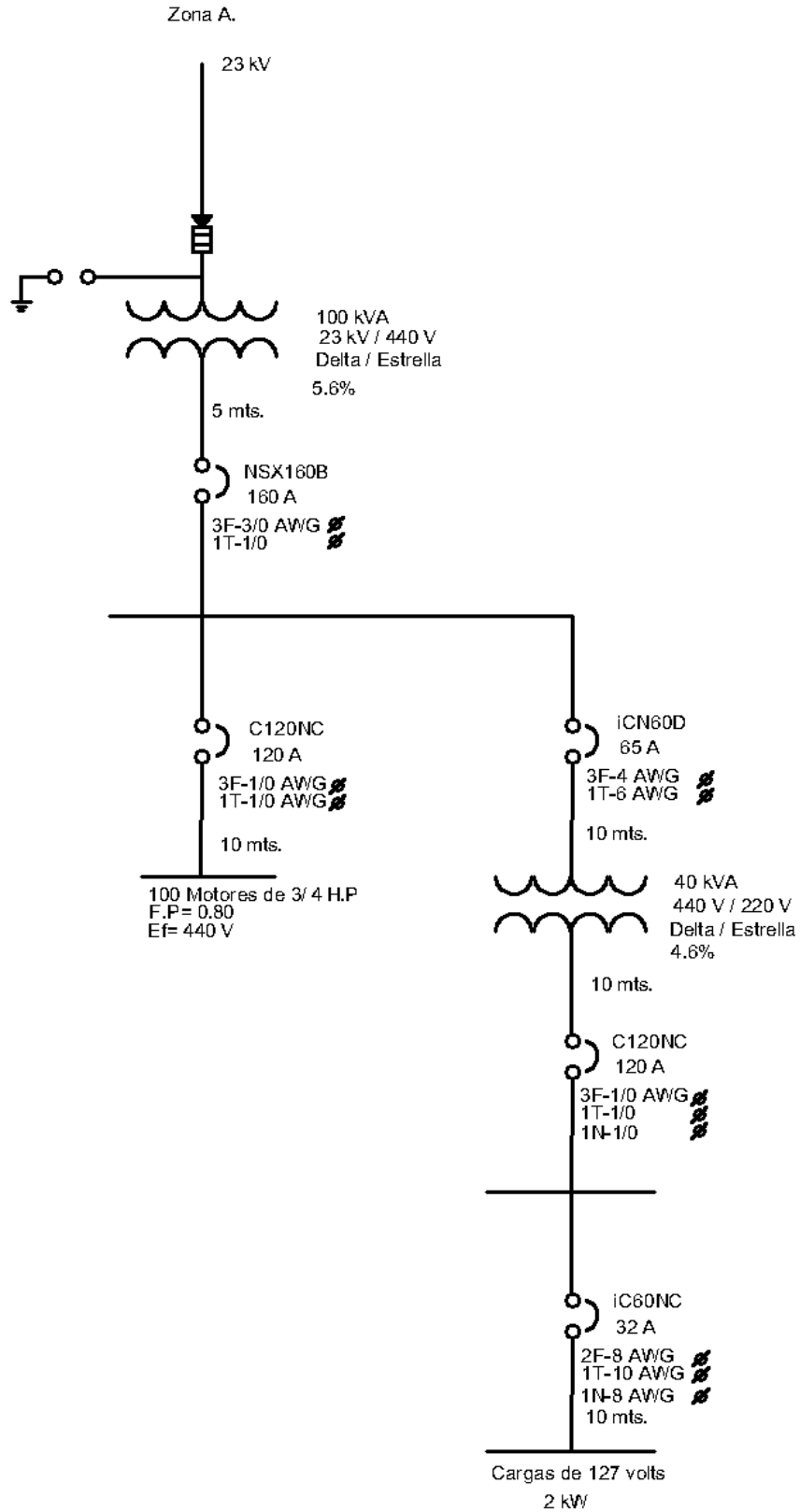


Fig.3.10.Diagrama unifilar actualizado de la zona A.

En la Figura 3.11 se muestra el unifilar del comedor norte, el cual tiene un transformador principal de 100 kVA de aquí se toma energía para 40 motores de 0,63 kW de la zona “C” y 30 motores de 0.63 kW de la Zona “B”, también se observa un segundo transformador de 40 kVA éste sirve para la distribución en el comedor y la iluminación, entre otras cargas.

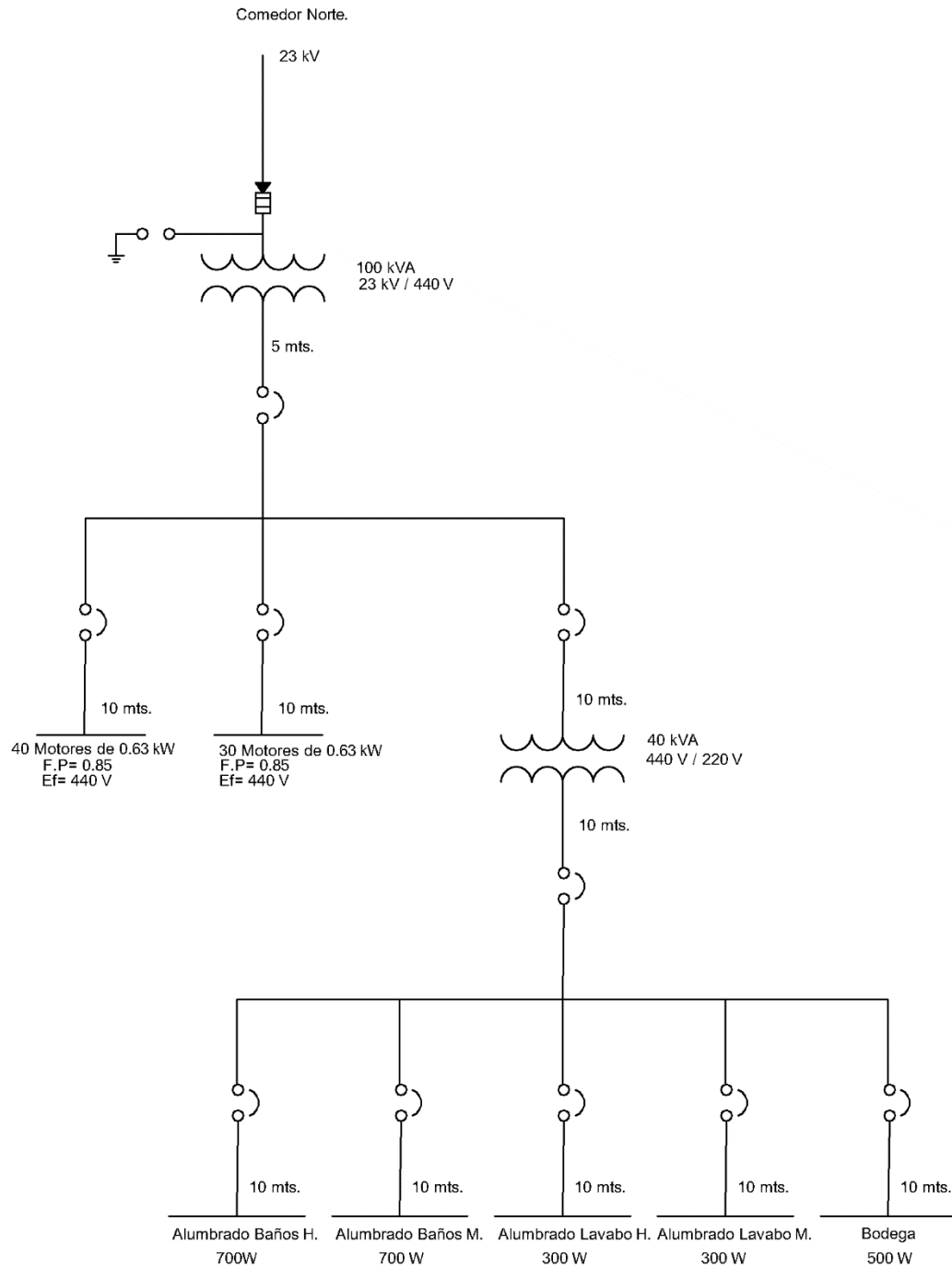


Fig.3.11. *Diagrama unifilar del comedor norte.*

Una vez realizado el cotejamiento en campo para el diagrama unifilar se actualizo como se muestra en la Fig.3.12.

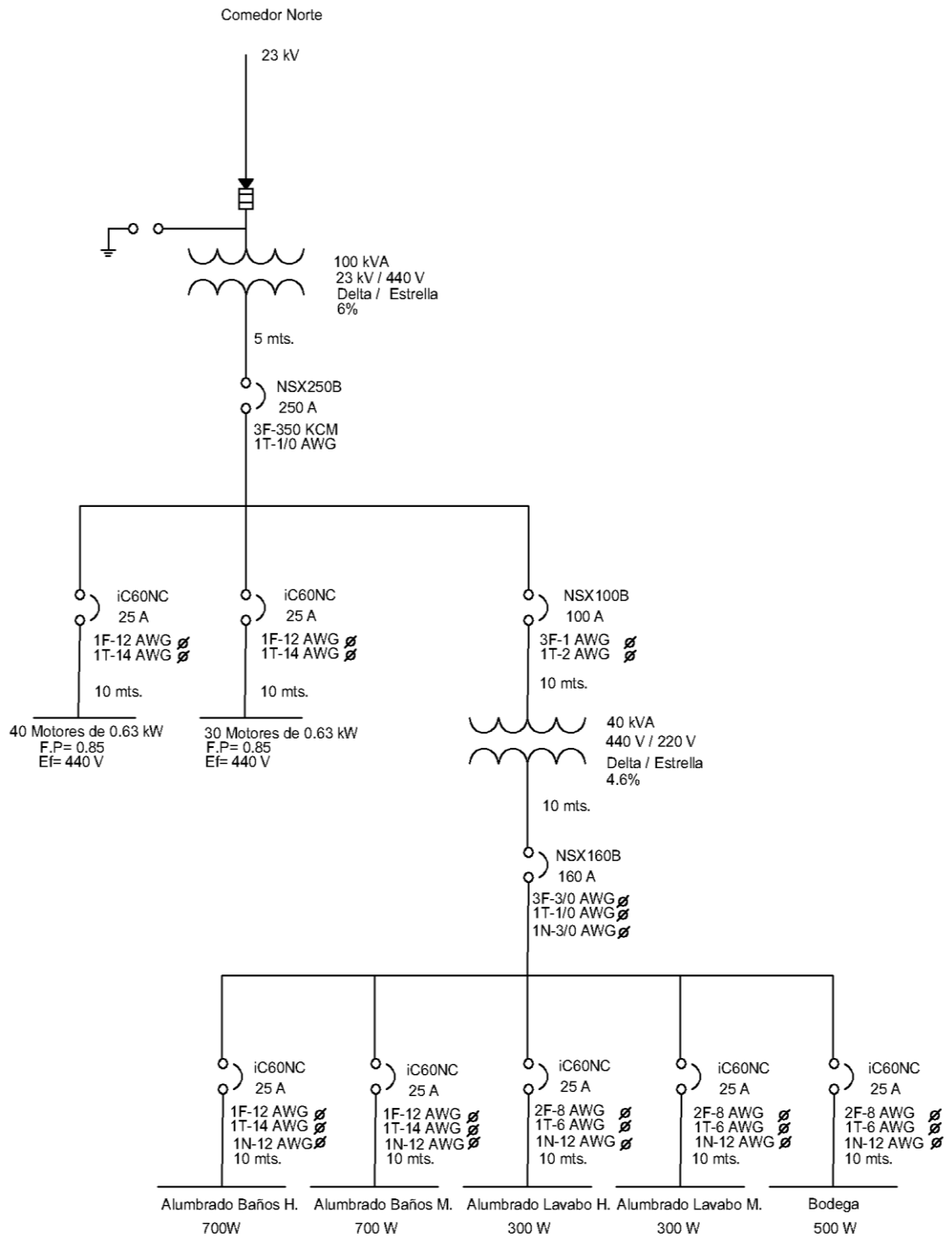


Fig.3.12. Diagrama unifilar actualizado del comedor norte.

Además del comedor norte existen los comedores F y E los cuales se indican la fig.13 y el alimenta cargas a una tensión de 220 hasta 127 v, tienen cargas instaladas para fuerza y luminaria, por ser el área de comedores en él se pueden encontrar desde luminarias, computadoras, bombas, motores, así como aires acondicionados. Los cuales proveerán de aire frio al área del comedor. A continuación el diagrama que se nos proporciona para el cotejamiento en campo.

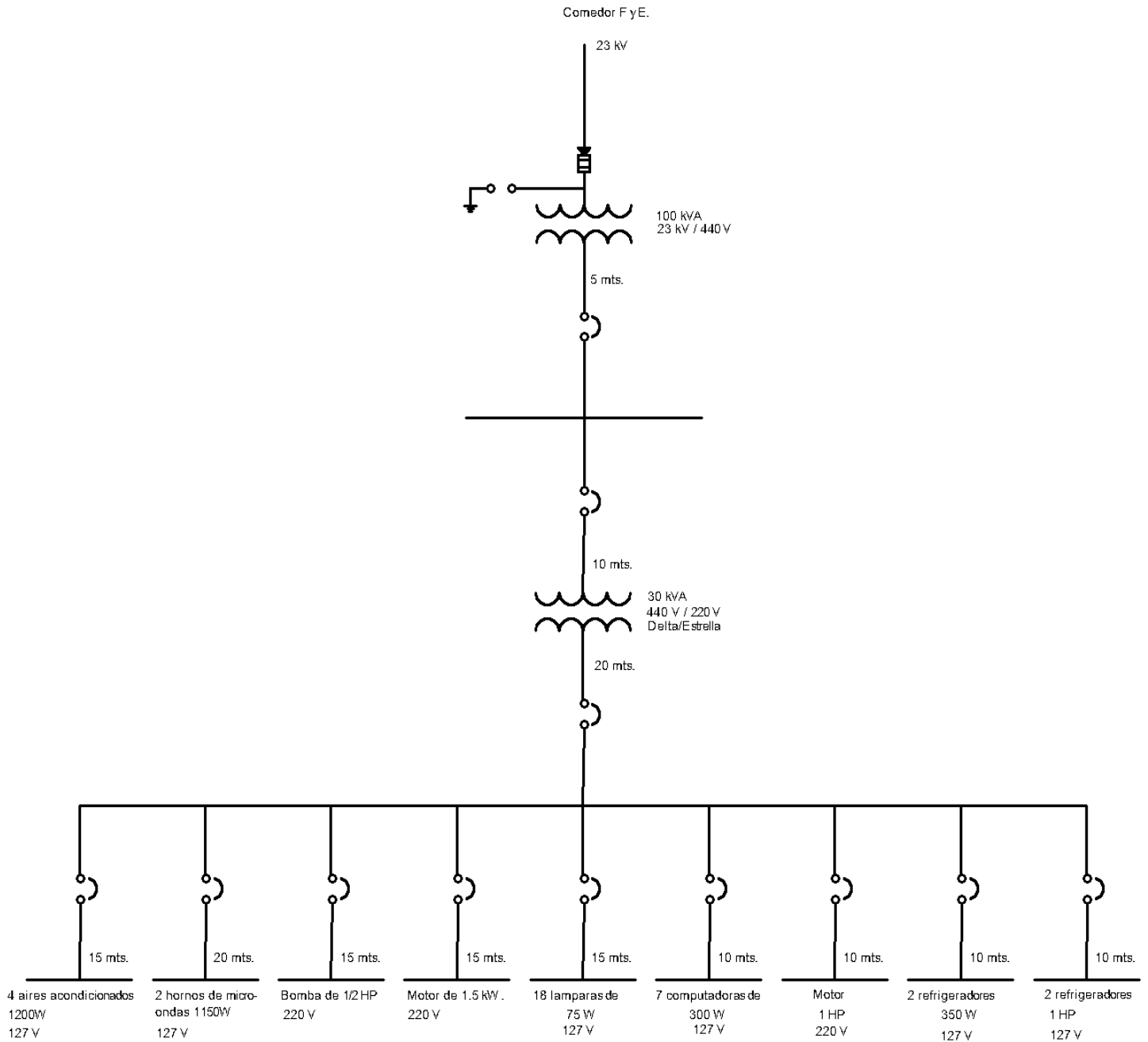


Fig.3.13.Diagrama unifilar del comedor F y E.

Una vez realizado el cotejamiento en campo no se encontraron desviaciones o cambios circunstanciales, por lo que el diagrama unifilar del comedor E y F queda actualizado de la siguiente manera. En este observamos que se le ha añadido más información técnica para futuros estudios de ingeniería.

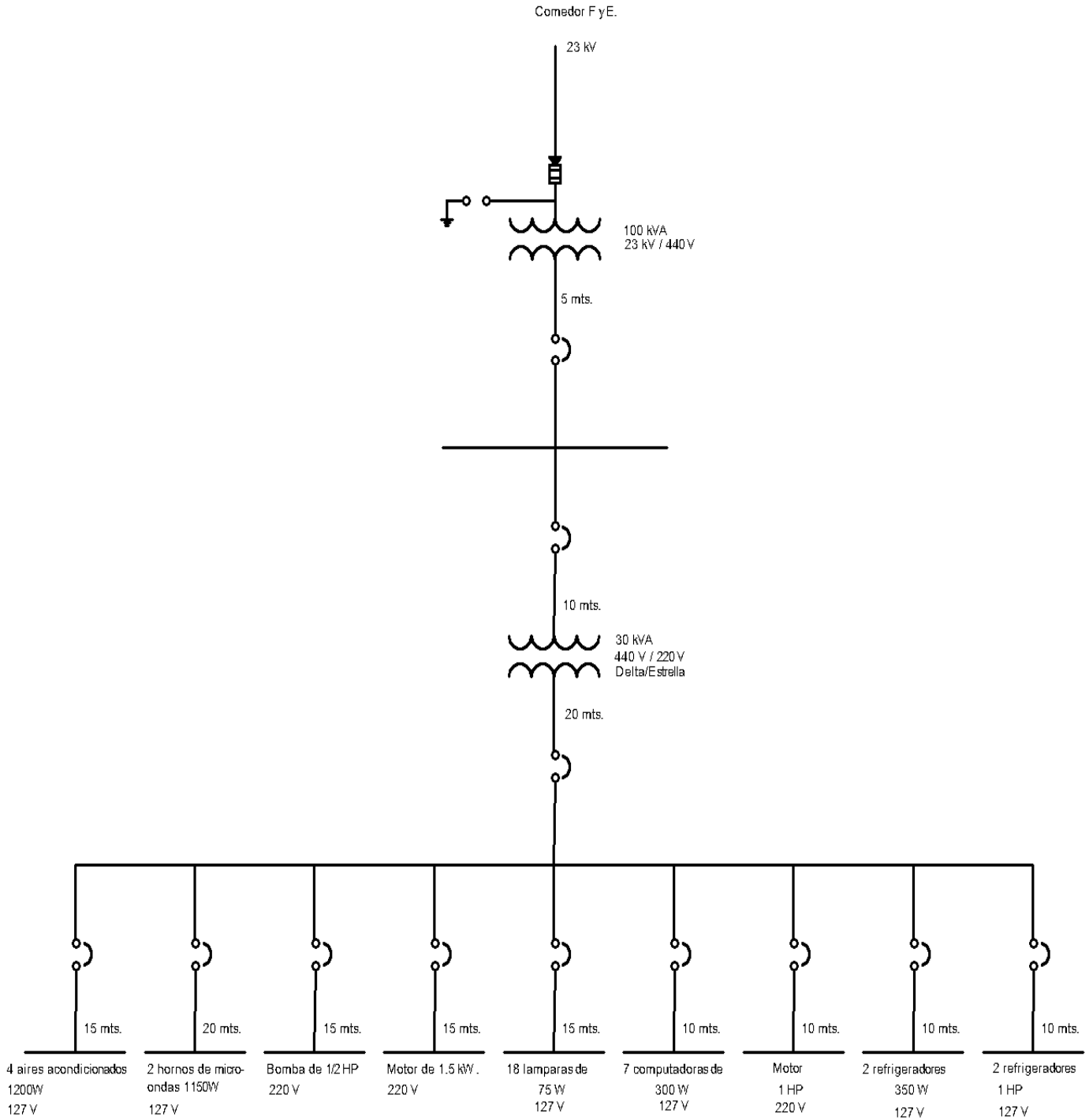


Fig.3.14.Diagrama unifilar actualizado del comedor F y E.

3.2 Actualizar los diagramas unifilares basándose en los criterios de las normas aplicables para la industria.

Con el propósito de cumplir con la norma DIN se tuvo que sustituir los símbolos de cada uno de los dispositivos o elementos eléctricos que se encontraran presentes en los diagramas unifilares, para ellos se utilizaran los símbolos que se mostraron con anterioridad y los cuales representan a los mismos elementos pero con la características de estar sujetos a la norma DIN. Otra de las características fue la manera en que se presentó dando un formato con datos técnicos en el idioma inglés.

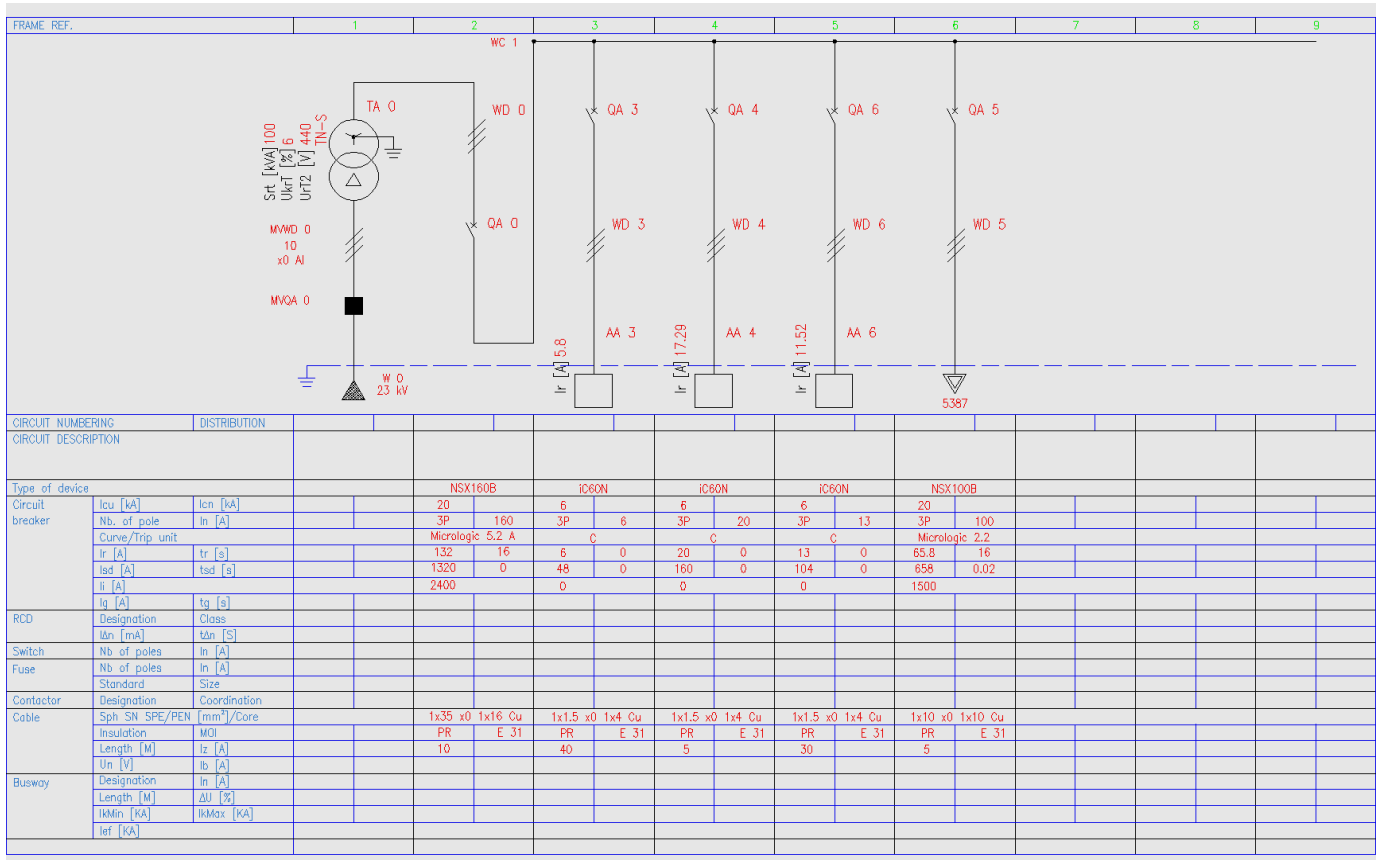


Fig.3.15. Diagrama unifilar formato DIN de las oficinas y talleres sección 1.

Como podemos observar en la fig.3.15 se tiene presente ya la actualización del diagrama unifilar de las oficinas y talleres siguiendo los criterios de las normas DIN. La forma de como presentarlos fue decisión del personal, y el cual tuvo como criterio estandarizar los formatos de la representación de los diagramas unifilares en él se decidió incluir la mayor información que se haya obtenido en campo y dichos datos complementarlos con los catálogos que se pudieran encontrar en el la bases de datos de las marcas proveedoras de elementos eléctricos.

El formato cuenta con descripciones y secciones en inglés, tales como el tipo de dispositivo, equipo de seccionamiento, características del conductor, y si cuenta con buses. Así como que la manera con la cual se va avanzando las referencias las forman las líneas, las cuales cada casilla o rectángulo provee de la información del dispositivo que está dentro del rectángulo. En algunos diagramas debido al tamaño se optó por presentarlo en más de una hoja de especificaciones y la cual se le ha denominado como sección x.

Para el diagrama de las oficinas y talleres se optó por realizar dos hojas de especificaciones en los cuales están presente por secciones el diagrama unifilar de esa área.

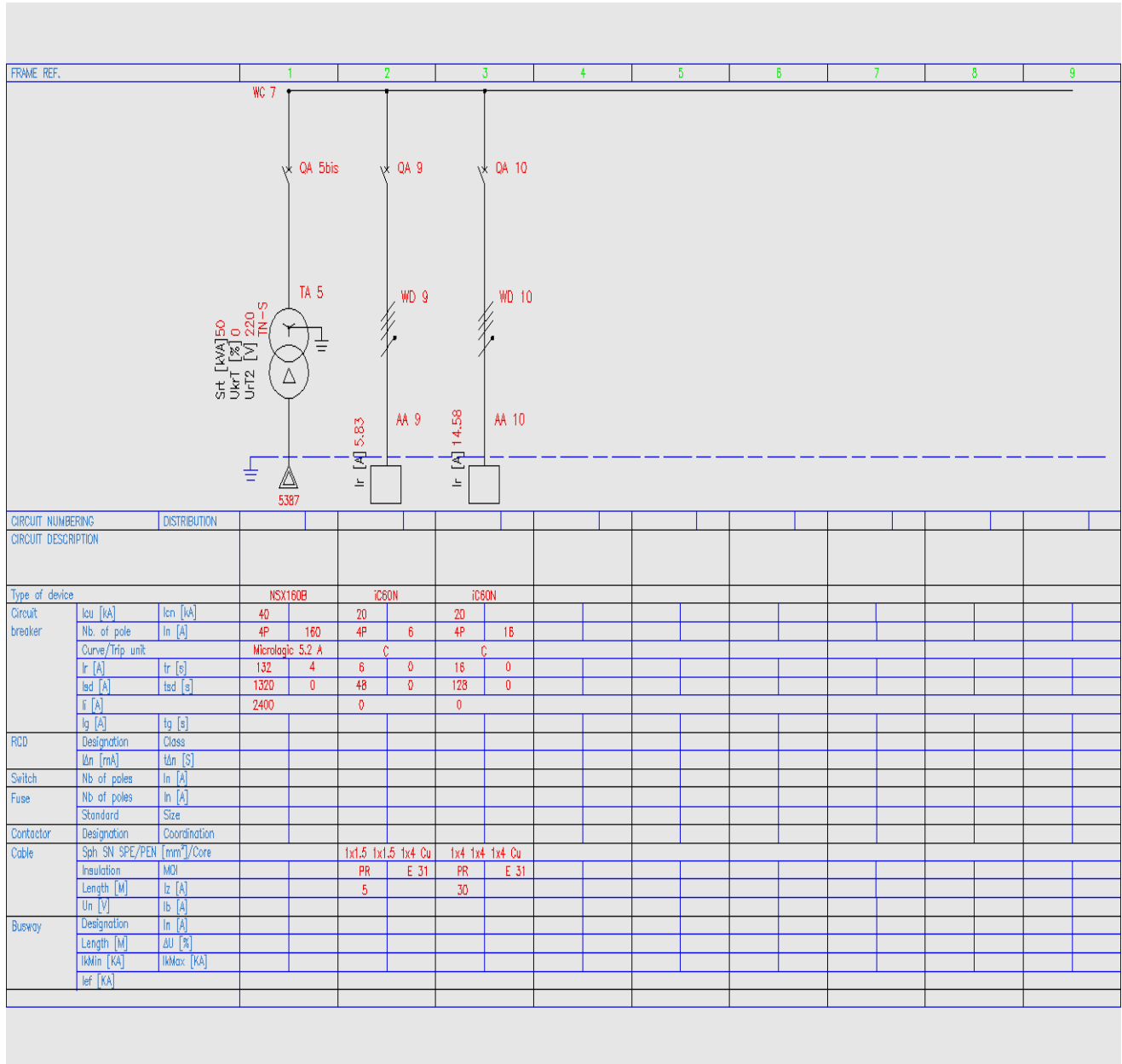
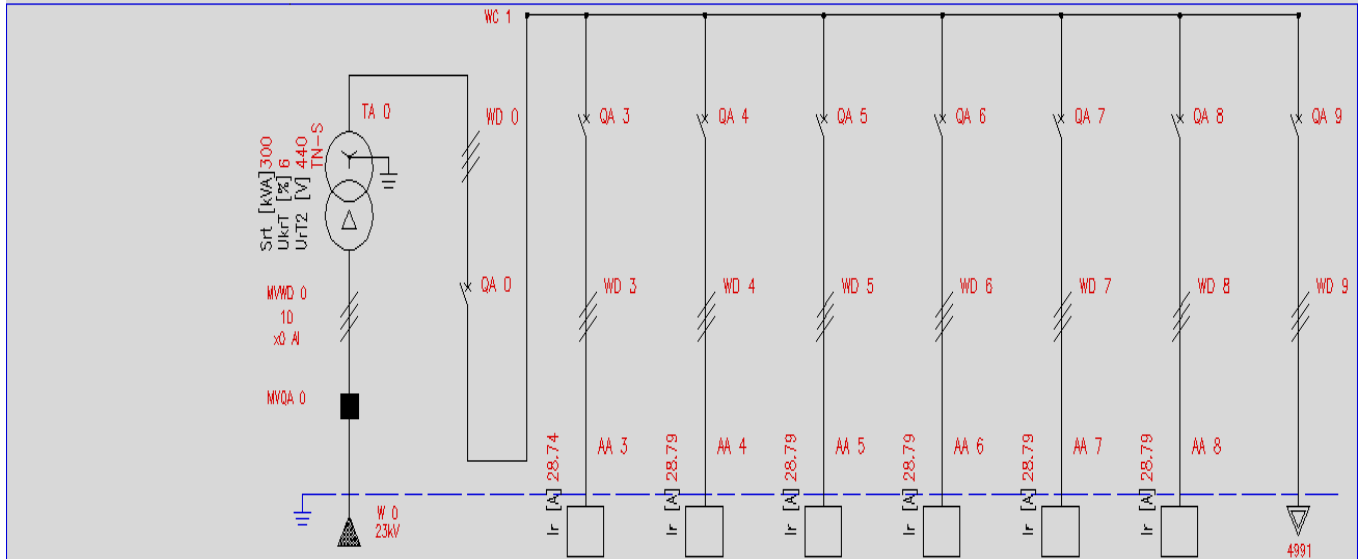


Fig.3.15.Diagrama unifilar formato DIN de las oficinas y talleres sección 2.



CIRCUIT NUMBERING		DISTRIBUTION															
CIRCUIT DESCRIPTION																	
Type of device				NSX630F		IC60N		IC60N		IC60N		IC60N		IC60N			
Circuit breaker	Icu [kA]	Icn [kA]		30	630	6	32	6	32	6	32	6	32	6	40		
	Nb. of pole	In [A]		3P	630	3P	32	3P	32	3P	32	3P	32	3P	40		
	Curve/Trip unit			Micrologic 5.3 A		C		C		C		C		C			
	Ir [A]	tr [s]		414	16	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	40	0
	Itd [A]	tsd [s]		2070	0	256	0	256	0	256	0	256	0	256	0	480	0
	Ii [A]			4095		0		0		0		0		0		0	
Ig [A]	Ig [s]																
RCD	Designation	Class															
	IΔn [mA]	tΔn [s]															
Switch	Nb. of poles	In [A]															
Fuse	Nb. of poles	In [A]															
	Standard	Size															
Contactor	Designation	Coordination															
Cable	Sph. SN. SPE/PEN	(mm ²)/Core		1x185 x0 1x95 Cu		1x4 x0 1x4 Cu		1x4 x0 1x4 Cu		1x4 x0 1x4 Cu		1x4 x0 1x4 Cu		1x4 x0 1x4 Cu		1x4 x0 1x4 Cu	
	Insulation	MOI		PR E 31		PR E 31		PR E 31		PR E 31		PR E 31		PR E 31		PR E 31	
	Length [M]	Iz [A]		10		30		30		30		30		30		15	
	Un [V]	Ib [A]															
Busway	Designation	In [A]															
	Length [M]	ΔU [%]															
	IikMin [kA]	IikMax [kA]															
	Ief [kA]																

Fig.3.16. Diagrama unifilar formato DIN del embarque transformador 1 de la sección 1.

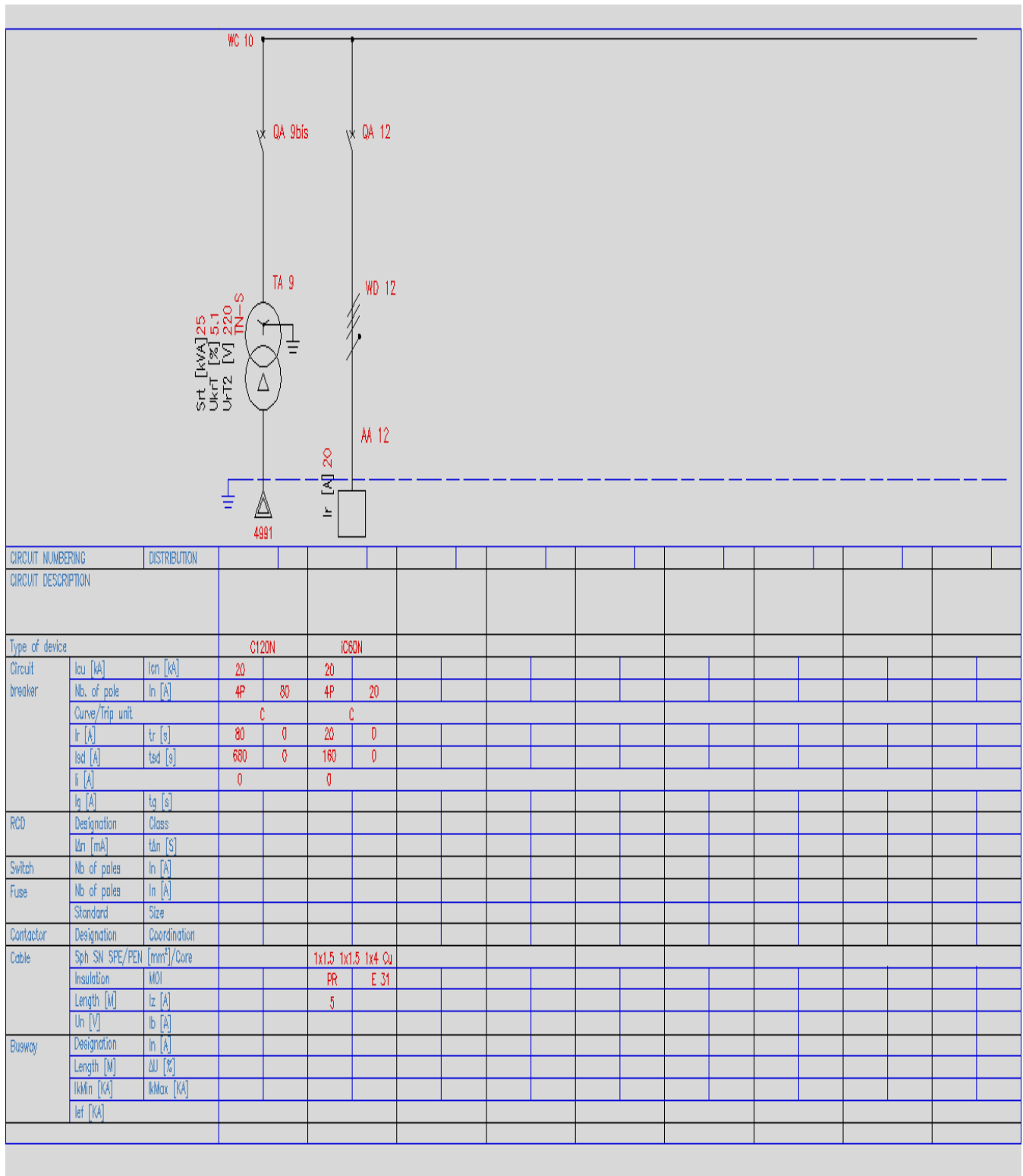


Fig.3.17.Diagrama unifilar formato DIN del embarque transformador 1 de la sección 2.

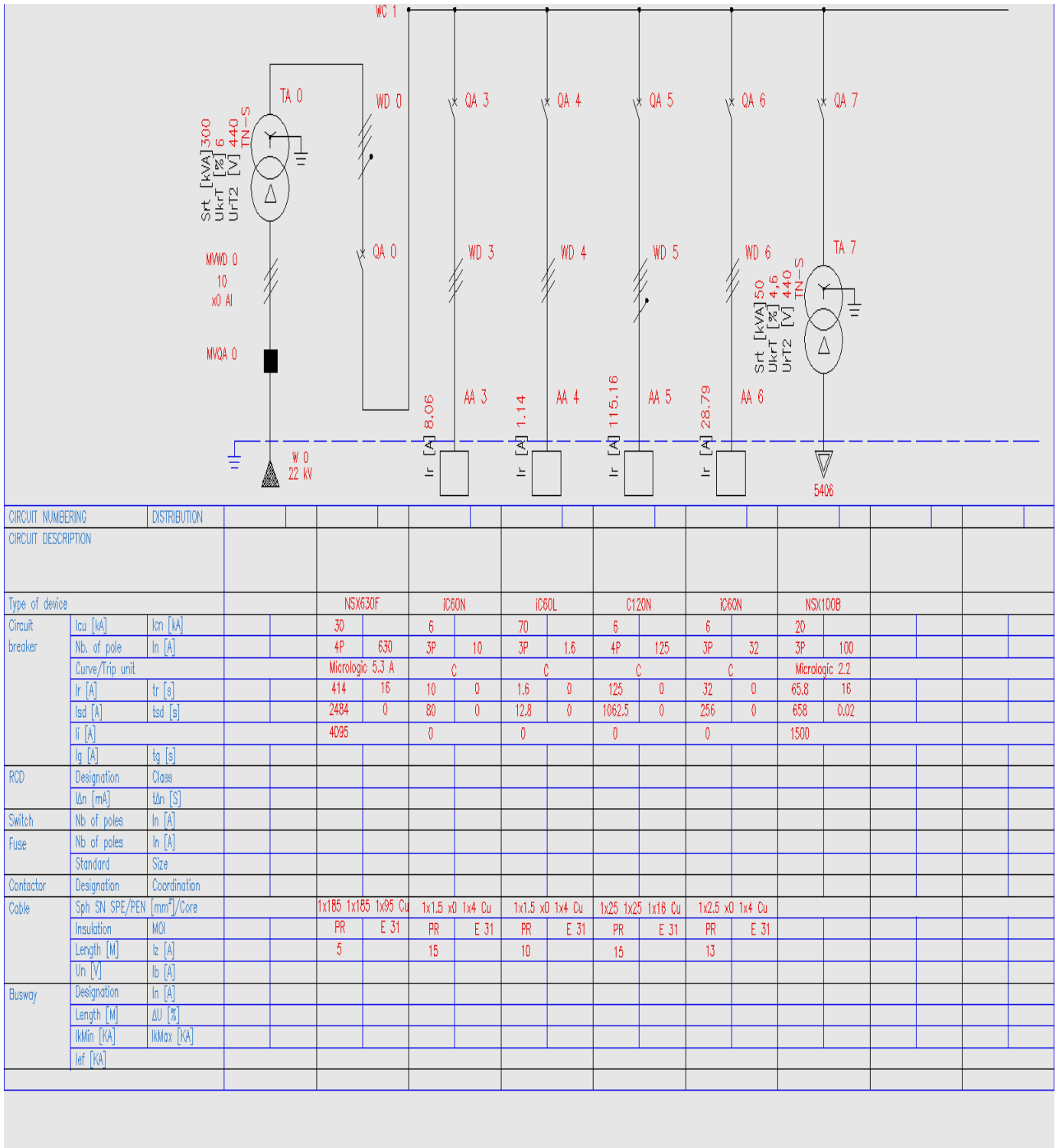
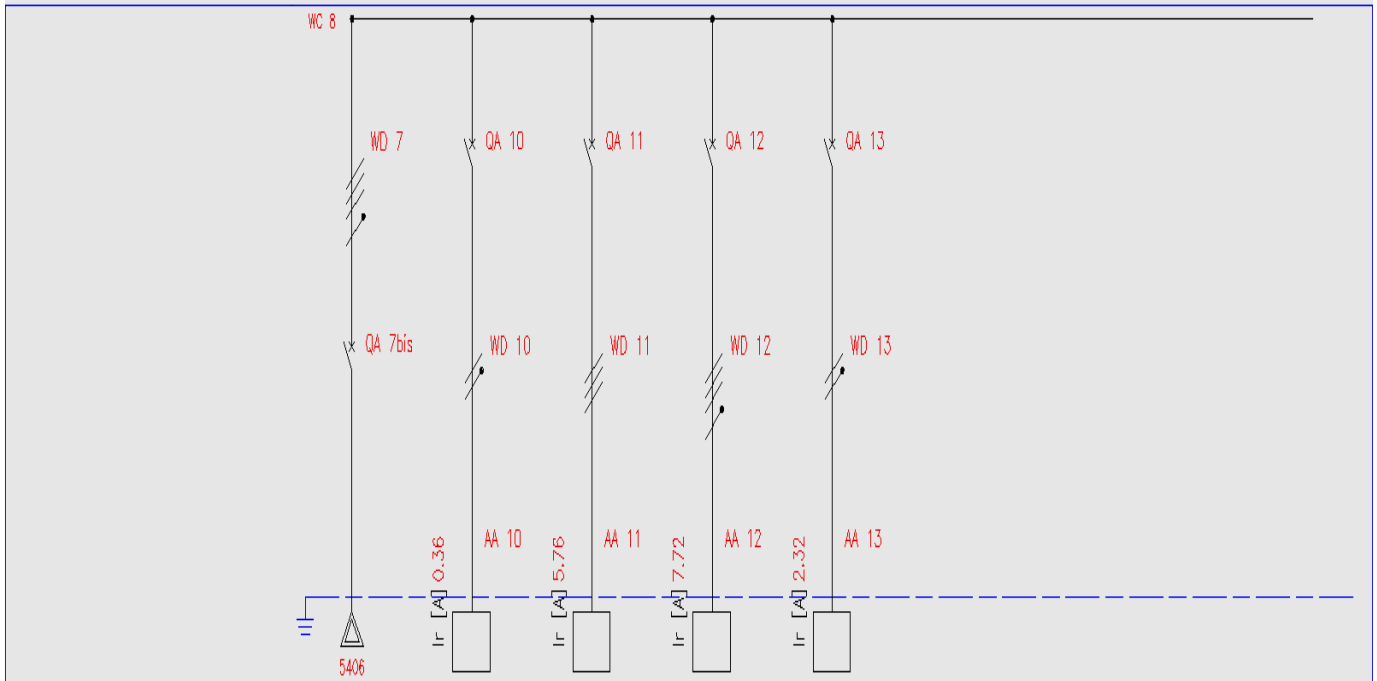


Fig.3.18.Diagrama unifilar formato DIN del embarque transformador 2 de la sección 1.



CIRCUIT NUMBERING		DISTRIBUTION													
CIRCUIT DESCRIPTION															
Type of device		C120N		iC60N		iC60N		iC60N		iC60N					
Circuit breaker	Icu [kA]	6		50		6		6		50					
	Nb. of pole	4P		2P		3P		4P		2P					
	Curve/Trip unit	C		C		C		C		C					
	Ir [A]	80		0.5		6		10		3					
	Itd [A]	680		4		48		80		24					
	Ii [A]	0		0		0		0		0					
RCD	Designation	Class													
	IΔn [mA]	tΔn [s]													
Switch	Nb of poles	In [A]													
Fuse	Nb of poles	In [A]													
	Standard	Size													
Contactor	Designation	Coordination													
Cable	Sph SN SPE/PEN (mm ²)/Core	1x16 1x16 1x16 Cu		1x1.5 1x1.5 1x4 Cu		1x1.5 x0 1x4 Cu		1x1.5 1x1.5 1x4 Cu		1x1.5 1x1.5 1x4 Cu					
	Insulation	MDI		PR E 31		PR E 31		PR E 31		PR E 31					
	Length [M]	Iz [A]		10		10		10		20					
	Un [V]	Ib [A]													
Busway	Designation	In [A]													
	Length [M]	ΔU [%]													
	IkMin [kA]	IkMax [kA]													
	Ief [kA]														

Fig.3.19.Diagrama unifilar formato DIN del embarque transformador 2 de la sección 2.

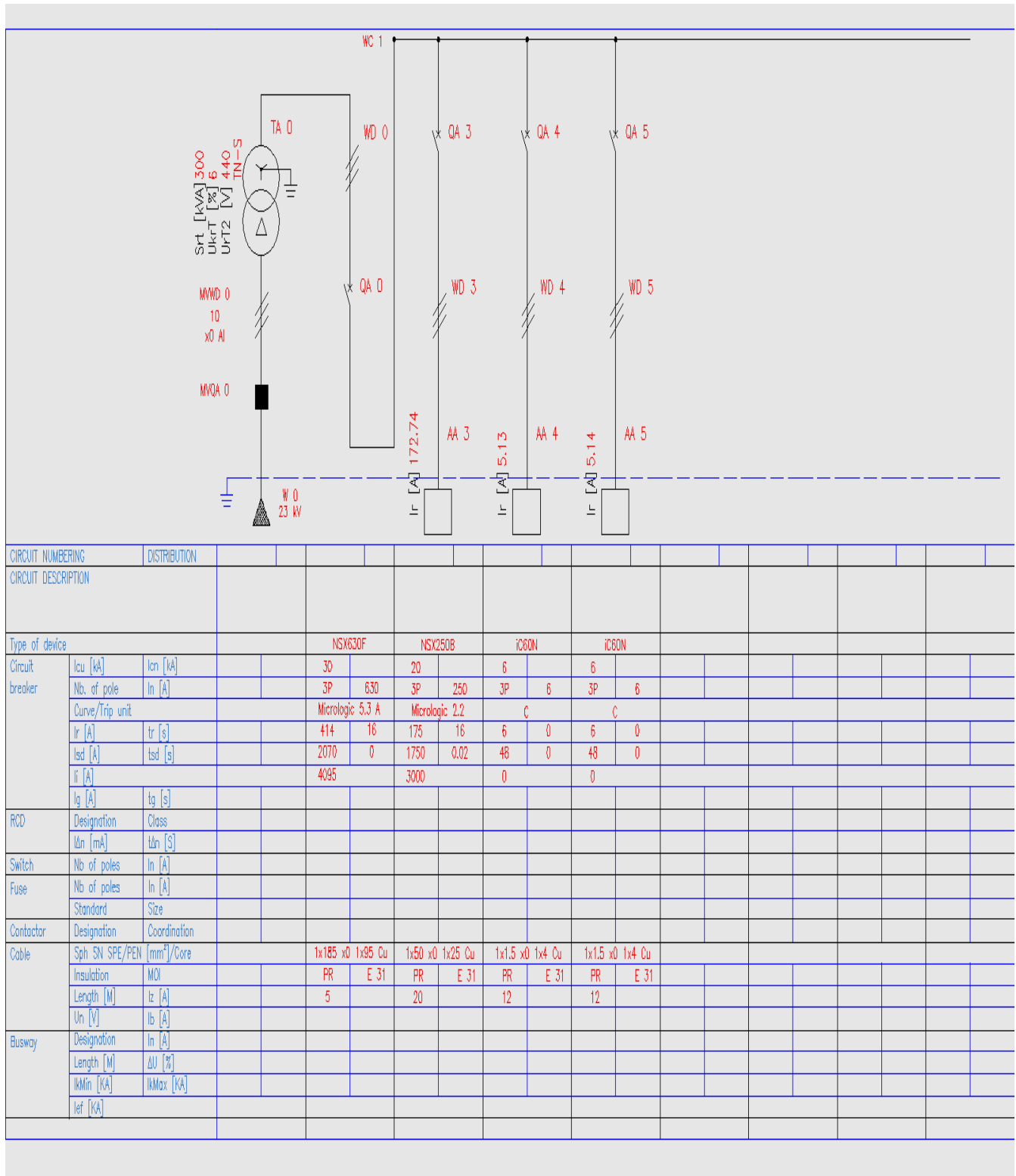


Fig.3.20.Diagrama unifilar formato DIN del pozo 3.

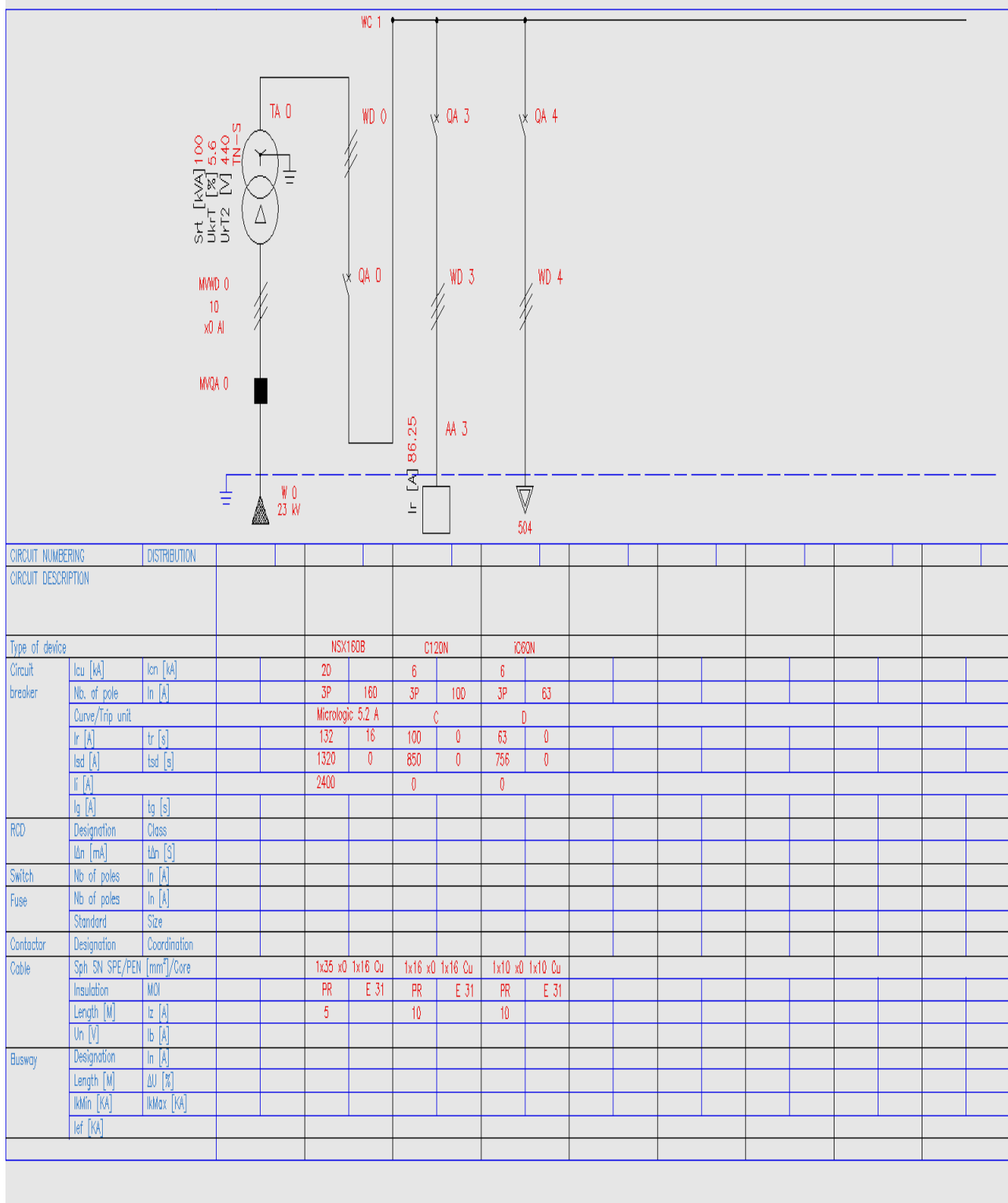
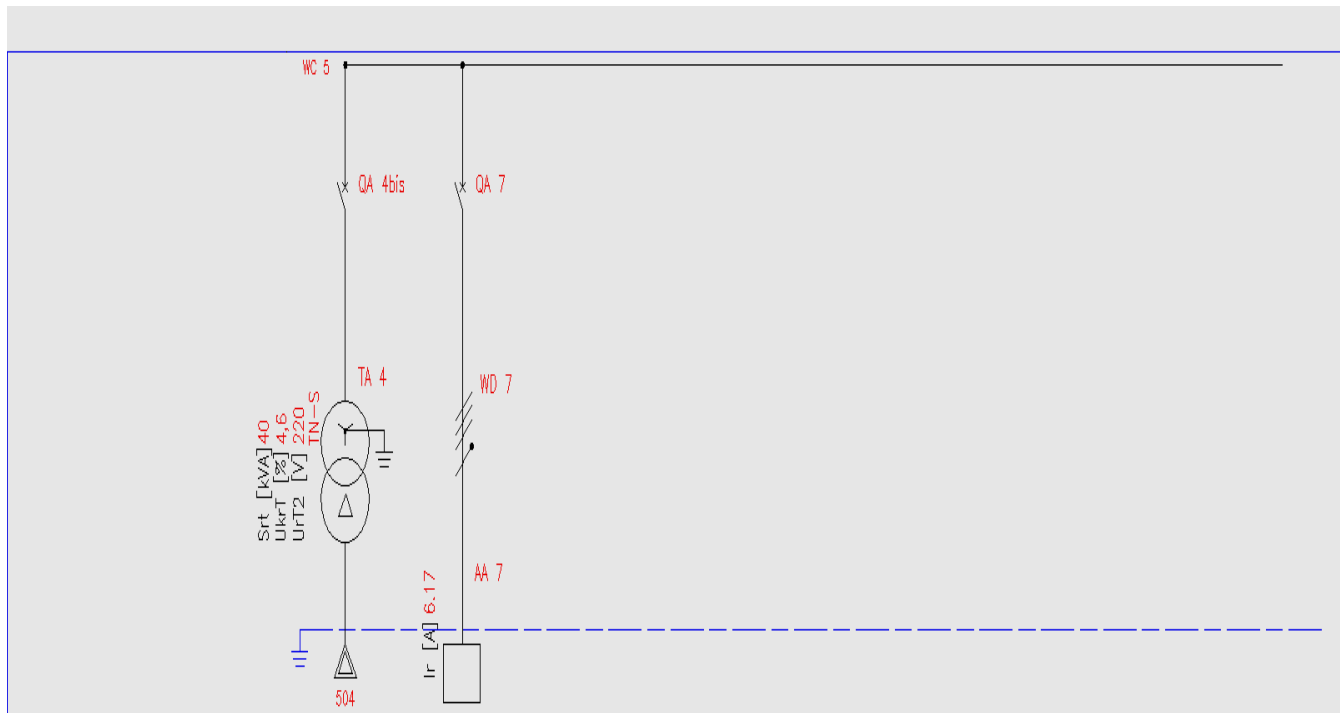


Fig.3.21.Diagrama unifilar formato DIN de la zona A sección 1.



CIRCUIT NUMBERING		DISTRIBUTION																		
CIRCUIT DESCRIPTION																				
Type of device		C120N				i060N														
Circuit breaker	Icu [kA]	Icn [kA]	20	20																
	Nb. of pole	In [A]	4P	125	4P	10														
	Curve/Trip unit		C		C															
	Ir [A]	tr [s]	125	0	10	0														
	Itd [A]	tsd [s]	1062.5	0	80	0														
	Ii [A]		0	0																
	Ig [A]	tg [s]																		
RCD	Designation	Class																		
	IΔn [mA]	tΔn [S]																		
Switch	Nb of poles	In [A]																		
Fuse	Nb of poles	In [A]																		
	Standard	Size																		
Contactor	Designation	Coordination																		
Cable	Sph SN SPE/PEN	[mm ²]/Core	1x1.5		1x1.5		1x4		Cu											
	Insulation	MOI	FR		E 31															
	Length [M]	Iz [A]	5																	
	Un [V]	Ib [A]																		
Busway	Designation	In [A]																		
	Length [M]	ΔU [%]																		
	IKMin [kA]	IKMax [kA]																		
	Ief [kA]																			

Fig.3.21.Diagrama unifilar formato DIN de la zona A sección 2.

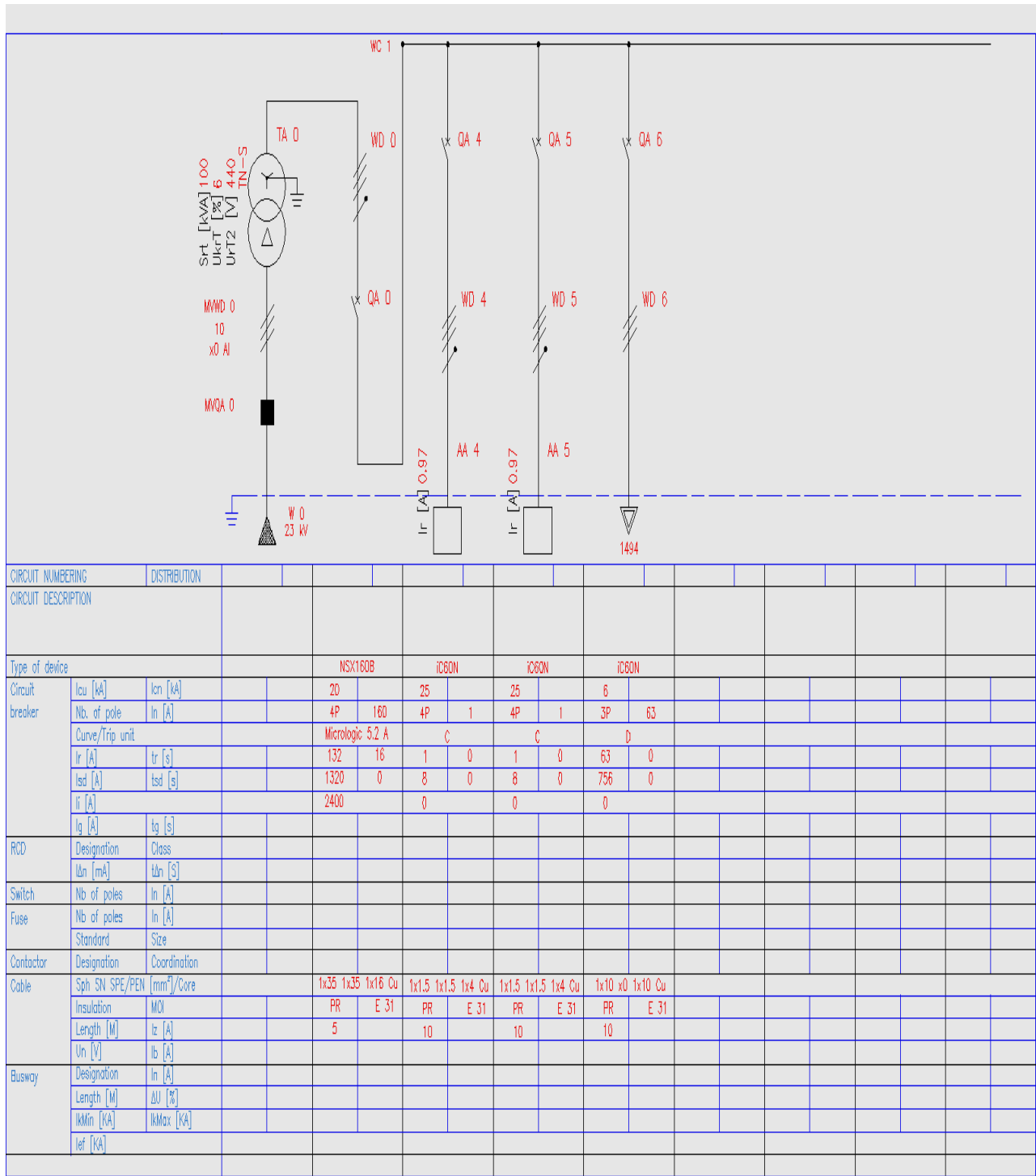


Fig.3.22.Diagrama unifilar formato DIN del comedor norte sección 1.

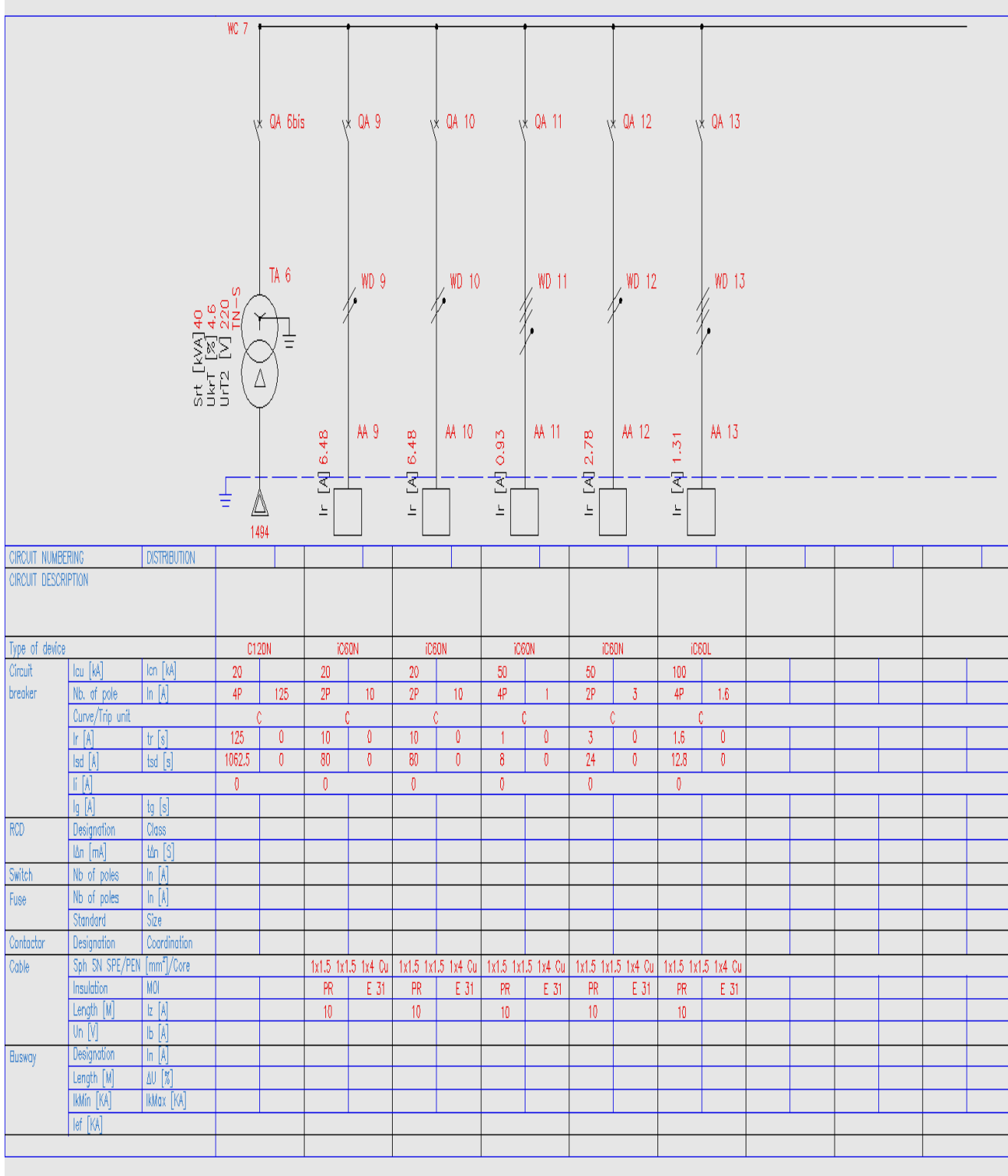


Fig.3.23. Diagrama unifilar formato DIN del comedor norte sección 2.

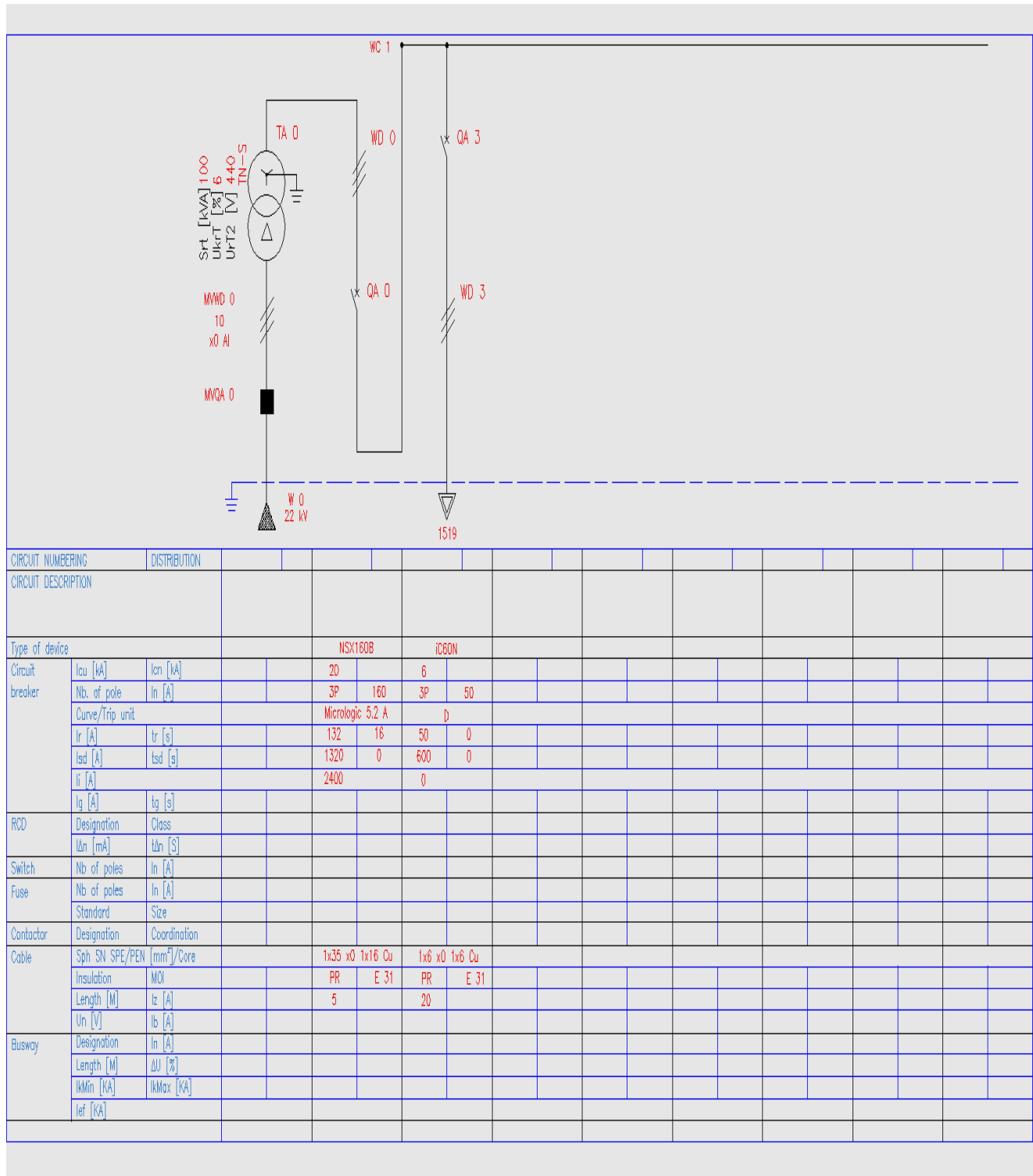


Fig.3.24.Diagrama unifilar formato DIN del comedor F y E sección 1.

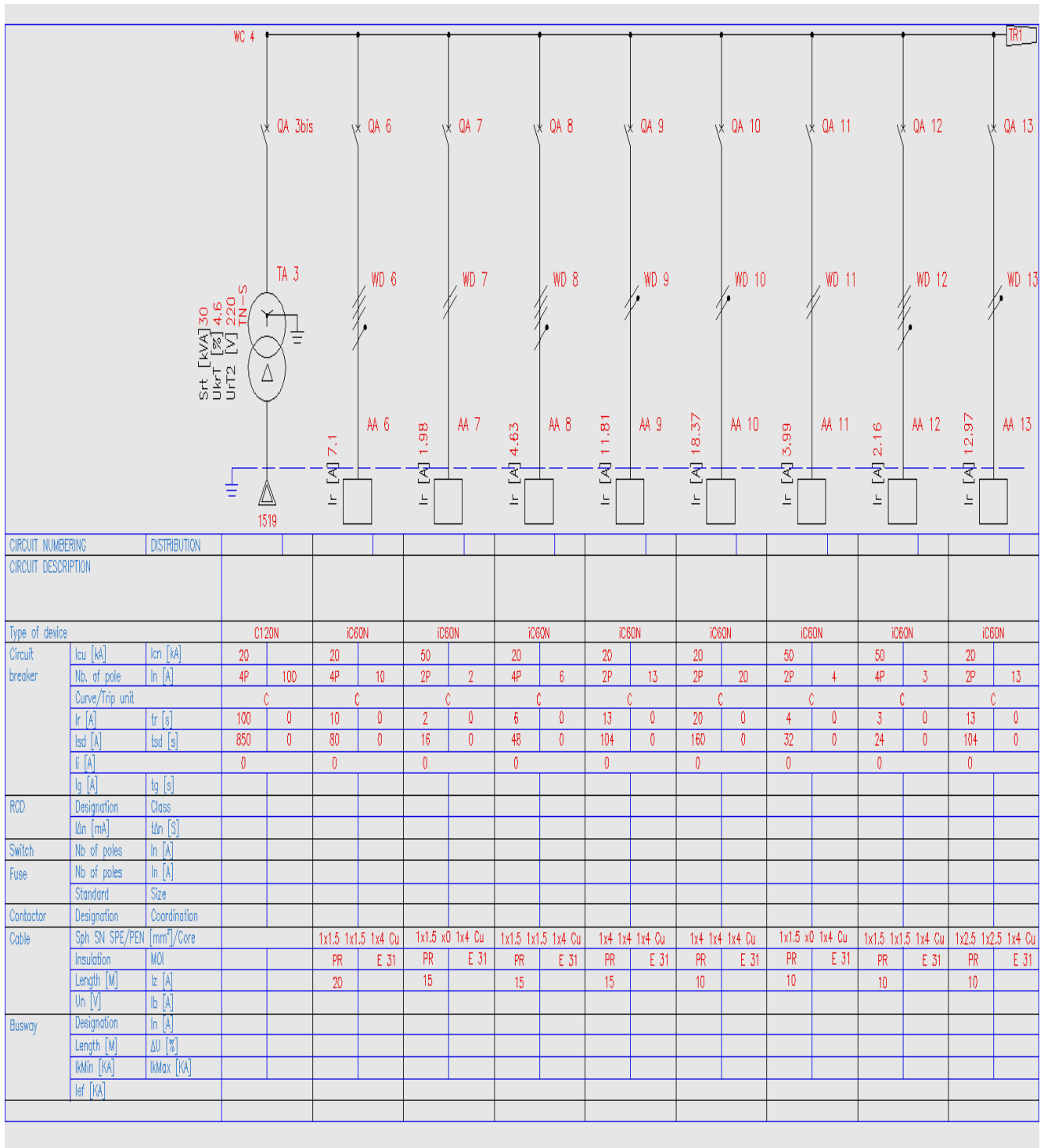


Fig.3.25.Diagrama unifilar formato DIN del comedor F y E sección 2.

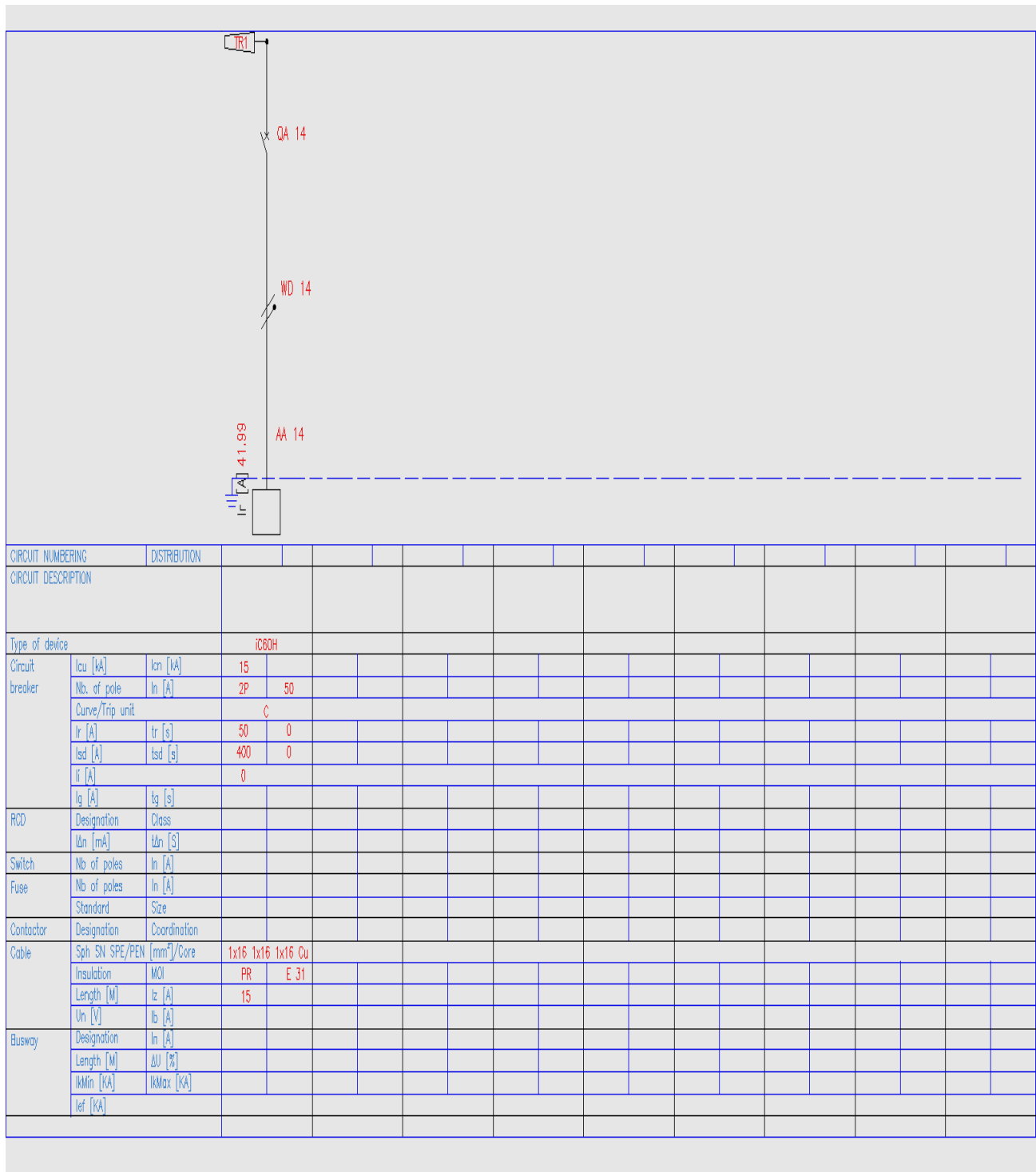


Fig.3.26.Diagrama unifilar formato DIN del comedor F y E sección 3.

4. Resultados y Conclusiones

Los resultados obtenidos fueron una serie de diagramas unifilares actualizados con forme a las normas oficiales aplicables para las industrias. Fue una labor tediosa debido a que la simbología es muy diferente a las aplicables por ejemplo en CFE. Dentro los beneficios que trajeron los dos nuevos formatos obtenidos fue que se capturo la mayoría de la información de los datos técnicos de los dispositivos de seccionamiento y demás equipos eléctricos de protección, con la finalidad de que en momentos de emergencia se puedan conseguir repuestos lo más rápido posible.

Con el desarrollo de este proyecto los encargados del mantenimiento eléctrico contarán con la información correcta para realizar los mantenimientos con mayor seguridad y certeza. La información obtenida puede ser levemente modificada para cumplir con las normas que impone la secretaria del trabajo y prevención social por sus siglas STPS y obtener la aprobación de los verificadores oficiales.

Con el formato estándar desarrollado se facilita la comprensión de los diagramas unifilares ya que dentro de la industria el idioma oficial es el inglés y por lo tanto cualquier persona con los conocimientos básicos puede entender o intuir la información planteada en los diagramas. Así como que se desarrollaron manuales de trabajo estándar para entender mejor los diagramas y evitar confusiones.

El contar con diagramas actualizados es de gran importancia en cualquier industria pues permite llevar un control de los mantenimientos, programar mantenimientos predictivo, preventivos y correctivos que permitan a la industria reducir los tiempos de paros de energía y reducir los gastos por fallas de los elementos de protección.

Hubo lugares en donde fue requerida una capacitación especial por parte del departamento de seguridad de la industria en la que debíamos estar capacitados, por lo que se tomó una capacitación en seguridad, mantenimiento y operaciones eléctricas para poder cotejar los diagramas en los denominados espacios confinados.

Referencias Bibliográficas

- [1] Fernández Domínguez, A. O., “Explicando las exportaciones mexicanas de la industria automotriz”, Tesis Maestría en Economía. Departamento de Economía, Escuela de Ciencias Sociales, Universidad de las Américas Puebla., pp.6-14, Junio 2005.
- [2] Juan Manuel Acevedo Sánchez, “La industria automotriz y su impacto en la industria metal-mecánica en el municipio de san Luis Potosí”, Tesis Licenciado en Comercio Exterior, San Luis Potosí, pp. 5-30, Abril de 2008.
- [3] Alardhi, M. and Hannam, R.G. (2007), “Preventive maintenance scheduling for multigeneration plants with production constraints”, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 13 No. 3, pp. 276-92.
- [4] Eti, M.C.; Ogaji, S.; Probert, S. (2006a). Reducing the cost of preventive maintenance (PM) through adopting a proactive reliability-focused culture. *Applied Energy* 83 (2006). pp 1235-1248.
- [5] Luis Rubén Rico Rebelo (2013), “Tendido eléctrico en una subestación eléctrica, desarrollado por mitei (mexicana de ingeniería total y equipos industriales).”, Tesis Ingeniero Mecánico Electricista, pp.8-21.
- [6] Enríquez Harper, Gilberto. “Elementos de diseño en subestaciones eléctricas (2ª ed)”. Ed: Limusa., pp.14-55, México, 2002.
- [7] Naranjo A., “Proyecto del sistema de distribución eléctrico, 1 Ed., Venezuela: Equinoccio, 2008, pp.7-217.
- [8] Raull Martín, José. “Diseño de subestaciones eléctricas (2ª ed.)” Ed: Facultad de Ingeniería, UNAM. México, 2000, pp. 60-80.
- [9] González Fernández, F:J. (2003). *Mantenimiento industrial avanzado*, Ed. Fundación Confemetal, pp. 306-390.
- [10] Enríquez H. G, “El ABC de las instalaciones eléctricas industriales”, 1 Ed. México, Limusa, pp.15-69.
- [11] Foley P., Joseh. “Fundamentos de instalaciones eléctricas”. Ed: Mc. Graw Hill. 1983, pp-230-260.

[12] Julián Rodríguez, Luis Miguel Cerda, Roberto Bezos, Automatismos industriales, pp. 85-95.

[13] Schneider Electric, Ecodial Advance Calculation 4.4 INT, 2015.

[14] Schneider Electric, “Manual de distribución de energía en baja tensión”, pp.1-44.

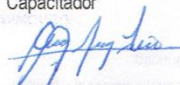


**FORMATO DC-3
CONSTANCIA DE HABILIDADES LABORALES**

DATOS DEL TRABAJADOR	
Nombre (Anotar apellido paterno, apellido materno y nombre (s))	
CAMACHO CRUZ ELIASIN	
Clave Única de Registro de Población	Ocupación específica (Catálogo Nacional de Ocupaciones) 1/
C A C E 9 4 0 8 2 3 H C S M R L 1 8	

DATOS DE LA EMPRESA	
Nombre o razón social (En caso de persona física, anotar apellido paterno, apellido materno y nombre(s))	
Registro Federal de Contribuyentes con homoclave (SHCP)	Registro patronal ante el I.M.S.S. (Una letra o número y 10 dígitos)
Actividad o giro principal	

DATOS DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO	
Nombre del curso	
SEGURIDAD ELECTRICA	
Duración en horas 16	Periodo de ejecución
	De 2 0 1 6 1 1 2 5 a 2 0 1 6 1 1 2 6
Área temática del curso 2/	
Seguridad	
Agente capacitador (Externo o interno, según corresponda)	
Estrategias Ecológicas Seguras, S. de R.L. de C.V.	

<p>Los datos se asientan en esta constancia bajo protesta de decir verdad, apercibidos de la responsabilidad en que incurre todo aquel que no se conduce con verdad.</p>		
Capacitador  IQI. José Luis Arreguin Castillo Nombre y firma	Representantes de la Comisión Mixta de Capacitación y Adiestramiento Por la empresa Nombre y firma	Representantes de la Comisión Mixta de Capacitación y Adiestramiento Por los trabajadores Nombre y firma

INSTRUCCIONES

- Llenar a máquina o con letra de molde.
- Deberá entregarse al trabajador dentro de los veinte días hábiles siguientes al término del curso de capacitación aprobado.
- 1/ Las áreas y subáreas ocupacionales del Catálogo Nacional de Ocupaciones se encuentran disponibles en el reverso de este formato y en la página www.stps.gob.mx
- 2/ Las áreas temáticas de los cursos se encuentran disponibles en el reverso de este formato y en la página www.stps.gob.mx

DC-3
ANVERSO




FORMATO DC-3 CONSTANCIA DE HABILIDADES LABORALES

DATOS DEL TRABAJADOR	
Nombre (Anotar apellido paterno, apellido materno y nombre (s))	
CAMACHO CRUZ ELIASIN	
Clave Única de Registro de Población	Ocupación específica (Catálogo Nacional de Ocupaciones) 1/
C A C E 9 4 0 8 2 3 H C S M R L 1 8	

DATOS DE LA EMPRESA	
Nombre o razón social (En caso de persona física, anotar apellido paterno, apellido materno y nombre(s))	
Registro Federal de Contribuyentes con homoclave (SHCP)	Registro patronal ante el I.M.S.S. (Una letra o número y 10 dígitos)
Actividad o giro principal	

DATOS DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO																										
Nombre del curso																										
MANTENIMIENTO Y OPERACIONES ELECTRICAS																										
Duración en horas 6	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Periodo de ejecución</td> <td style="width: 10%;">De</td> <td style="width: 10%;">2</td> <td style="width: 10%;">Año</td> <td style="width: 10%;">0</td> <td style="width: 10%;">1</td> <td style="width: 10%;">6</td> <td style="width: 10%;">Mes</td> <td style="width: 10%;">1</td> <td style="width: 10%;">1</td> <td style="width: 10%;">Día</td> <td style="width: 10%;">2</td> <td style="width: 10%;">4</td> <td style="width: 10%;">a</td> <td style="width: 10%;">2</td> <td style="width: 10%;">Año</td> <td style="width: 10%;">0</td> <td style="width: 10%;">1</td> <td style="width: 10%;">6</td> <td style="width: 10%;">Mes</td> <td style="width: 10%;">1</td> <td style="width: 10%;">1</td> <td style="width: 10%;">Día</td> <td style="width: 10%;">2</td> <td style="width: 10%;">4</td> </tr> </table>	Periodo de ejecución	De	2	Año	0	1	6	Mes	1	1	Día	2	4	a	2	Año	0	1	6	Mes	1	1	Día	2	4
Periodo de ejecución	De	2	Año	0	1	6	Mes	1	1	Día	2	4	a	2	Año	0	1	6	Mes	1	1	Día	2	4		
Área temática del curso 2/																										
Seguridad																										
Agente capacitador (Externo o interno, según corresponda) Estrategias Ecológicas Seguras, S. de R.L. de C.V.																										

Los datos se asientan en esta constancia bajo protesta de decir verdad, apercibidos de la responsabilidad en que incurre todo aquel que no se conduce con verdad.		
Capacitador  IQI. José Luis Arreguin Castillo _____ Nombre y firma	Representantes de la Comisión Mixta de Capacitación y Adiestramiento Por la empresa _____ Nombre y firma	Por los trabajadores _____ Nombre y firma

INSTRUCCIONES

- Llenar a máquina o con letra de molde.
- Deberá entregarse al trabajador dentro de los veinte días hábiles siguientes al término del curso de capacitación aprobado.
- 1/ Las áreas y subáreas ocupacionales del Catálogo Nacional de Ocupaciones se encuentran disponibles en el reverso de este formato y en la página www.stps.gob.mx
- 2/ Las áreas temáticas de los cursos se encuentran disponibles en el reverso de este formato y en la página www.stps.gob.mx

DC-3
ANVERSO