UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL

TITULO:

Diagnóstico de las instalaciones eléctricas en "talleres andrade"

Informe técnico previo a la obtención del título de Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial.

AUTOR:

Ángel Apolinario Andrade Zhunaula

DIRECTOR :

Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

LOJA - ECUADOR

2014

CERTIFICACIÓN

Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA

Haber revisado el informe técnico titulado "**DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN TALLERES ANDRADE",** presentado por el señor egresado **Ángel Apolinario Andrade Zhunaula**, al respecto me permito indicar que el mismo cumple con todos los requisitos tanto de forma como de fondo requeridos por el Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables, de la Universidad Nacional de Loja; por lo que autorizo su presentación y sustentación correspondiente.

Loja abril 2014

Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo **Ángel Apolinario Andrade Zhunaula** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y declaro expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Autor: Ángel Apolinario Andrade Zhunaula

Firma:

Cedula: 1900471283

Fecha: 26 de Mayo de 2014

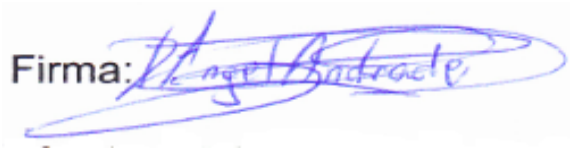
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo. **ÁNGEL APOLINARIO ANDRADE ZHUNAULA** declaro ser autor de la tesis titulada **"DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN TALLERES ANDRADE"** como requisito para optar el grado de: Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 26 días del mes de mayo del dos mil catorce, firma el autor.



Autor: Ángel Apolinario Andrade Zhunaula

Cedula: 1900471283

Dirección: Las Peñas **Correo electrónico:** angelandrade482@yahoo.com

Teléfono: **Celular:** 0993511574

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Ramiro Marcelo Espinoza Borrero.

Ing. Norman Augusto Jiménez León.

Ing. Edwin Bladimir Paccha Herrera, Mg Sc

AGRADECIMIENTO

Quiero agradeces en primer lugar a Dios por darme las fuerzas necesaria en el estudio de esta carrera, al Ing. Jorge Carrión por haberme guiado en el desarrollo de este trabajo, a todos los docentes que a lo largo de la carrera compartieron sus conocimientos para mi formación técnico académico y como ser humano, también mis más sinceros agradecimientos a todos mis hermanos que estuvieron apoyándome en todo momento, a mis compañeros que compartimos juntos durante nuestra formación, a todos mil gracias.

ÁNGEL A. ANDRADE Z.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a toda mi familia por su amor y tolerancia que han tenido conmigo y apoyarme incondicionalmente en todo momento.

ÁNGEL A. ANDRADE Z.

RESUMEN

Para realizar este trabajo se tuvo que hacer un levantamiento en el taller, viendo la instalación en cada uno de los motores, el numero de conductor que han utilizado en de cada circuito de carpintería, cerrajería, oficinas y bodegas.

Se midió toda el área de construcción, los tramos de cada circuito para calcular la caída de tensión.

Se tomó los datos de las características de cada uno de los motores, para poder calcular la carga total, que soporta el transformador actualmente.

Con todos estos datos obtenidos se realizó los cálculos correspondientes de caídas de tensión y la carga total, para comprobar si cumplen con las normas establecidas para instalaciones eléctricas por la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC).

Al realizar los cálculos se pudo comprobar que hay una caída de tensión por encima de lo establecido por las normas NEC. (Ver tabla 16, cálculo de caída de tensión actual). Estas caídas de tensión excesivas se da por que en este local cuanta con tableros de distribución ni un centro de cargas para equilibrar la energía eléctrica.

El transformador que está soportando toda estas cargas es muy pequeño porque que es de 15 KVA y en toda la carga instalada hay 47,2 KVA. Por razones que según la información del dueño del taller, cuando están encendidas todas las máquinas se desconecta el fusible del transformador.

Los calibres de conductores dan una idea de la sección o diámetro de los mismos y se designan usando el sistema norteamericano de calibre (AWG) por medio del numero al cual se hace referencia, sus otras características en mm^2 del área se debe hacer de forma independiente de la designación usada por la América Wire Gage (AWG). En nuestro caso siempre se hará referencia a los conductores de cobre.

El cálculo de las instalaciones eléctricas se efectúa por método sencillo, pero siempre respetando las disposiciones reglamentarias de las normas técnicas para instalaciones eléctricas. En este caso la elaboración de planos eléctricos es un punto de partida para realizar el proyecto, en donde se puede representar la ubicación de los puntos de carga, la longitud del conductor y el centro de carga.

SUMMARY

To make this work I had to do a survey in the workshop, seeing the installation in each of the engines, the number of drivers that have been used in each circuit carpentry, locksmith, offices and warehouses. Entire area of construction, sections of each circuit to calculate the voltage drop was measured. The data of the characteristics of each of the motors is taken, to calculate the total load, which supports the current transformer
.
With all these data the calculations of voltage drops and the total charge was made, for compliance with established standards for electrical installations Reporting Standard for Construction (NEC).

The calculations it was found that there is a voltage drop over the provisions of the NEC. (See Table 16, calculate actual voltage drop). These excessive voltage drops that occur at this location much with switchgear and load center to balance the power.

The transformer which is bearing all these burdens is very small because it is 15 KVA and all cargo 47.2 KVA installed there. For reasons that according to information from the workshop owner, when all machines are on the transformer fuse disconnects.

Wire sizes give an idea of the section or the same diameter and are designated using the American system of gauge (AWG) using the number to which reference is made, its other properties in the area mm2 must be made independently the designation used by the American Wire Gage (AWG) . In our case reference is always made to the copper conductors.

The calculation of electrical installations is carried out by simple method, but always respecting the regulations of technical standards for electrical installations. In this case the development of electrical plans is a starting point for the project, which may represent the location of the point load, the length of the conductor and the load center.

TABLA DE CONTENIDO

1 CERTIFICACIÓN ii
2 AUTORÍA iii
3 CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACION ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO. iv
4 AGRADECIMIENTO v
5 DEDICATORIA vi
6 RESUMEN vii
7 SUMARY viii
8 TABLA DE CONTENIDO ix
9 INTRODUCCIÓN 2
10 JUSTIFICACIÓN 3
11 OBJETIVOS 4
11.1 Objetivos generales 4
11.2 Objetivos específicos 4
12 METODOLOGÍA 5
13 MARCO TEÓRICO 7
13.1 Materiales usados en las instalaciones eléctricas 7
13.1.1 Conductores eléctricos 7
13.1.2 Tableros de distribución 9
13.1.3 Interruptor general. 9
13.1.4 Interruptores magnéticos (con disparo instantáneo) 10
13.2 Consideraciones por cortocircuito 10
13.3 Número de conductores en un tubo conduit. 11
13.4 Tipos de fallas en los sistemas eléctricos de potencia industrial. 11
13.4.1 Fallas trifásicas sólidas. 12
13.4.2 Fallas de fase a fase sólida. 12
13.4.3 Falla de línea (fase) a tierra sólida. 12
13.5 Canalizaciones 12
13.5.1 Tubos conduit metálicos 12
13.5.2 Canalizaciones superficiales 15

13.6 Cajas y accesorios para canalización con tubo. 15
13.6.1 Cajas eléctricas 15
13.6.2 Cajas metálicas de propósito generales.....16
13.7 Toma de tierra o Puesta a tierra 18
13.7.1 Aspectos específicos de tomas de tierra.....18
13.8 FACTOR DE DEMANDA 20
13.9 Cálculos de eléctricos ..... **¡Error! Marcador no definido.**
13.10 LUMINOTECNIA 22
13.10.1 Magnitudes usadas.....22
13.11 Sistemas de Iluminación 23
13.12 Relación del local 24
13.13 Cálculo de número de puntos de luz (N) 24
13.14 Distribucion de los puntos de luz.....25
14 DESARROLLO 27
14.1 Levantamiento del taller 27
14.1.1 Característica de los motores 28
14.1.2 Caída de tensión en el tramo A-P1 (M1)- punto de empalme 29
14.1.3 Caída de tensión en el tramo B-P1 (M2) - punto de empalme.....29
14.1.4 Caída de tensión en el tramo C-P1 (M3) - punto de empalme.....30
14.1.5 Caída de tensión en el tramo P1-Cc. 31
14.1.6 Caída de tensión en el tramo 5, (M4)- breaker 40 A 32
14.1.7 Caída de tensión en el en el circuito 3 33
14.1.8 Caída de tensión en el tramo H-Cc2 (M6)- breaker 50A este breaker soporta la soldadora S2 34
14.1.9 Caída de tensión tramo I-Cc2 (S1).....35
14.1.10 Caída de tensión en el tramo J-P2 (M7)- punto de empalme 36
14.1.11 Cálculo de caída de tensión en el circuito. 37
14.1.12 Caída de tensión en el tramo 10. (M8)- punto de empalme 38
14.1.13 Caída de tensión en el tramo 11 (M9)- punto de empalme 38
14.1.14 Caída de tensión en el tramo 12 puntos de empalme- breaker 40 A.....39
14.1.15 Caída de tensión en el tramo M-P3 42
14.1.16 Caída de tensión en el tramo N-P3 43
14.1.17 Caída de tensión en el tramo 15 44
14.1.18 Resultados de los cálculos realizados en el taller 46
14.1.19 Caída de tensión en el circuito tomacorriente e iluminación en oficinas y bodegas 47

14.1.20 TABLA DEL LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CARGAS INSTALADAS EN EL TALLER 48

14.2 REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA CORREGIR LA CAÍDA DE TENSIÓN 52

14.2.1 Cálculos de caídas de tensión en los circuitos de td1 y las cargas instaladas 53

14.2.2 Cálculos de caídas de tensión en los circuitos de Td2 y las cargas instaladas 55

14.2.3 Cálculos de caídas de tensión en los circuitos de TD3 y las cargas instaladas.....57

14.2.4 CÁLCULO DEL NIVEL LUMINOSO REQUERIDA 63

14.2.5 13.2 Cálculo de nivel luminoso requerida en el área de carpintería 64

14.2.6 Coeficiente de utilización (Cu) 64

14.2.7 13.3 Cálculo de nivel luminoso requerida en el área de bodegas 65

14.2.8 El índice del local 65

14.2.9 Coeficiente de utilización (Cu) 65

14.2.10 Coeficiente de conservación (Cd) 65

14.2.11 Flujo luminoso necesario 65

14.2.12 Tabla de resultados obtenidos mediante los cálculos para la iluminación en cada área 66

14.2.13 Tuberías utilizadas para llevar los conductores en el rediseño 67

15 PRESUPUESTO 68

16 Conclusiones 70

17 Recomendaciones 72

17.1 LIBROS 74

18 ANEXO A 76

18.1 ANEXO B 77

18.2 ANEXO C 78

18.3 ANEXO D 79

DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN “TALLERES ANDRADE”

INTRODUCCIÓN

La “Universidad Nacional de Loja”, al tener un vinculo con la colectividad, nos permite involucrarnos en las necesidades que tiene nuestra sociedad, y aportar con nuestros conocimientos científicos adquiridos durante nuestro periodo de formación profesional.

El presente proyecto está direccionado a realizar un diagnostico y rediseño de las instalaciones eléctricas en “talleres Andrade” cuyo propietario es el señor Carlos Andrade “Talleres Andrade” se encuentra ubicada en la calle Soldado Monje entre Luís Imaicela y Jorge Mosquera de la ciudad de El Pangui de la provincia de Zamora Chinchipe.

Este taller presta sus servicios a la comunidad de El Pangui en carpintería y cerrajería para lo cual dispone del servicio de energía eléctrica suministrado por la E.E.R.S.S.A.

De una primera inspección y revisión al sistema eléctrico del taller se determinó que las instalaciones eléctricas de iluminación y fuerza no cumplen las normas y especificaciones técnicas estandarizadas para el efecto.

Consecuentemente el presente trabajo está dirigido a realizar el diagnostico de las instalaciones eléctricas actuales y la propuesta idónea de las indicaciones.

El presente proyecto está enfocado a presentar una propuesta de mejora en las instalaciones eléctricas con el fin de mejorar el rendimiento de trabajo en los motores, dando un mejor uso de la energía eléctrica. Ya que nuestro objetivo es mejorar le eficiencia energética.

El calentamiento en las máquinas se debe en gran parte al esfuerzo que estas realizan al estar conectadas con un conductor muy fino con relación a la carga instalada, la distancia del breaker a la carga es otro factor que hay que considerar, cuando hay más de un motor conectado en un mismo circuito, donde no hay una caja de distribución y un solo breaker está soportando toda la carga de un grupo de motores.

Todos estos factores mencionados anteriormente producen un calentamiento en los conductores y por ende la caída de tensión aumenta considerablemente dando como resultado un consumo excesivo de energía, y el costo económico para el consumidor es alto.

JUSTIFICACIÓN

Como estudiante egresado de la Universidad Nacional de Loja, he visto conveniente hacer un diagnostico de las instalaciones eléctricas en “Talleres Andrade” luego de haber hecho un diagnostico de las instalaciones eléctricas en el mencionado taller. Tomando en cuenta que las instalaciones no cumplen con las normas estandarizadas he visto conveniente realizar una propuesta de mejora dando solución a los problemas que puedan afectar.

Una mala instalación en los talleres de carpinterías cerrajería o mecánica causan un mal rendimiento en las maquinas de trabajo, un alto costo de pago de energía a los propietarios de las fábricas, y en algunos casos se han provocado accidentes como cortocircuitos por el calentamiento de los conductores, tomacorrientes mal instalados o sin puesta a tierra, conductores mal aislados, uniones mal empalmados, provocando un riesgo para la persona que está realizando algún trabajo; muchas personas ha tenido quemaduras graves al sufrir una descarga eléctrica por contacto con cables energizados en lugares más accesibles. Todo ambiente de trabajo debe ser un lugar más considerado, especialmente donde se trabaje con energía eléctrica.

OBJETIVOS

1.1 Objetivos generales

Realizar el diagnóstico de las instalaciones eléctricas de “Talleres Andrade”.

1.2 Objetivos específicos

Determinar si las instalaciones eléctricas actuales cumplen con las normas técnicas requeridas.

Presentar una propuesta de mejora para las instalaciones de “Talleres Andrade”.

METODOLOGÍA

Para realizar este trabajo se tuvo que hacer un análisis y observación a la instalación del taller:

Se observó las cargas instaladas, el funcionamiento de las máquinas en el taller las conexiones actuales, la distribución energética en el taller, el calibre del conductor, las protecciones del motor, (en este caso no tenían), la carga total instalada la capacidad del transformador.

Se midió la longitud de los conductores, desde la acometida principal hasta la carga más lejana.

Luego se calcula la caída de tensión en los circuitos para comprobar si cumple con las normas de NEC.

MARCO TEÓRICO

MARCO TEÓRICO

1.3 Materiales usados en las instalaciones eléctricas

Una instalación eléctrica correctamente diseñada emplea normalmente materiales aprobados o certificados por las normas nacionales o internacionales en algunos casos. Estos materiales incluyen varios tipos de canalizaciones: tubos conduit, coples, niples, buses ducto, cables y conductores, cajas de conexión, dispositivos de protección (fusible, interruptores, etc.). *(Harper, 1993, P. 18)*

1.3.1 Conductores eléctricos

En general la palabra "conductor" se usa con un sentido distinto al de alambre, ya que por lo general un alambre es de sección circular, mientras que un conductor puede tener otras formas (por ejemplo barras rectangulares o circulares), sin embargo es común que a los alambres se les designe como conductores, por lo que en caso de medicinar algún conductor de forma o característica distintas a los alambres, se designa específicamente con el nombre que se conozca.

La mayor parte de los conductores usados en las instalaciones eléctricas son de cobre (Cu) o aluminio (Al) debido a su buena conductividad y que comercialmente no tienen un costo alto ya que hay otros que tienen un costo elevado que hacen antieconómica su utilización en instalaciones eléctricas, aun cuando tiene mejor conductividad.

Comparativamente el aluminio es aproximadamente un 16% menos conductor que el cobre, pero al ser mucho más liviano que este, resulta un poco más económico cuando se hacen estudios comparativos, con el mismo se tiene hasta cuatro veces más conductor que el cobre. Como se mencionó antes, para instalaciones eléctricas se fabrican de sección circular de material solido o como cables dependiendo la cantidad de corriente por conducir (ampacidad) y su utilización, aunque en algunos casos se fabrican en secciones rectangulares o tubulares para altas corrientes. Desde el punto de vista de las normas, los conductores se han identificado por un numero que corresponden a lo que comúnmente se conoce como el calibre y que normalmente se sigue el sistema americano de designación AWG (American Wire Gage) siendo el más grueso el numero 4/0, siguiendo en orden descendente del área del conductor los números 3/0. 2/0, 1/0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 20 que es el más delgado usado en instalaciones eléctricas. Para conductores con un área mayor del designado como 4/0, se hace una designación que está en función de su área en pulgadas, para lo cual se emplea una unidad denominada circular mil siendo así como un conductor de 250 corresponderá a aquel cuya sección sea de 250.000 C. M. y así sucesivamente. Se denomina

Circular Mil a la sección de un circular lo que tiene un diámetro de un milésimo de pulgada (0,001 plg.).

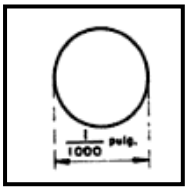


Figura 1: sección del conductor circular

(Harper, 1993, P. 67-68.)

1.3.1.1 Calibres de conductores

Los calibres de conductores dan una idea de la sección o diámetro de los mismos y se designan usando el sistema americano de calibre (AWG) por medio de un numero al cual se hace referencia para sus otras características como son diámetro, área, resistencia, etc., la equivalencia mm^2 del área se debe hacer en forma independiente de la designación usada por la American Wire Gage (AWG). En nuestro caso siempre se hará referencia a los conductores de cobre.

Es conveniente notar que en el sistema de designación de los calibres conductores usado por la AWG, a medida que el numero de designación es mas la sección es menor.

En la figura siguiente se da idea de los tamaños de los conductores sin aislamientos.

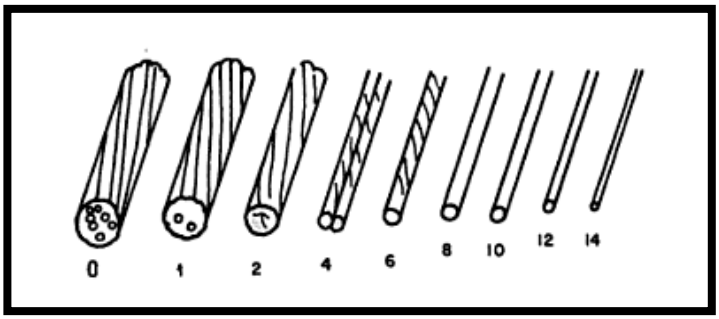


Figura 2: Calibre de conductores desnudos designación AWG

(Harper, 1993, p. 68".)

1.3.1.2 Sección de calibres de conductores para instalaciones eléctricas de baja tensión.

Los conductores usados en las instalaciones eléctricas deben cumplir con ciertos requisitos para su aplicación como son:

- Limite de tensión de aplicación, en el caso de las instalaciones residenciales es 1000V.

- Capacidad de conducción de corriente (ampacidad) que representa la máxima corriente que puede conducir un conductor para un calibre dado y que está afectada principalmente por los siguientes factores:

  a. Temperatura.
  b. Capacidad de disipación del calor producido por la perdidas en función del medio en que se encuentre el conductor, es decir, aire o en tubo conduit.

Máxima caída de voltaje permisible, de acuerdo con el calibre del conductor y la corriente que conducirá, se debe respetar la máxima caída de voltaje permisible recomendado por el de obras e instalaciones eléctricas, que es del 3% del punto de alimentación al punto más distante de la instalación. (Harper, 2004, *P.24.)*

1.3.2 Tableros de distribución

Para los tableros de distribución y derivación, se debe calcular la corriente de cortocircuito permisible para determinar la capacidad de interrupción de las protecciones, así como la corriente de carga máxima que puede soportar. Se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Por cada cinco salidas de una fase se dejara una salida de reserva.
- Toda fase activa que salga del tablero deberá pasar necesariamente por un dispositivo de protección.
- Para circuitos monofásicos a 3 hilos y trifásicos a 3 o 4 hilos, en especial cuando se trate de motores, el dispositivo de protección deberá tener enclavamiento mecánico.
- Los tableros deberán colocarse lo más cerca posible del centro de carga y además, se procurará que estos se encuentren en un sitio de fácil acceso y maniobra para personal calificado: además deban estar situados en lugares permanentemente secos y en los que la probabilidad de daños de los equipos se reduzca al mínimo.
- La distancia de seguridad desde cualquier techo combustible se de 1m
- El número de circuitos de derivación de un tablero no debe ser mayor a 42.

En los tableros las cargas de las fases debe tratar de equilibrarse, de tal manera de no exceder de 5% de diferencia sobre fases, sin que importe el número de fases o sistema.

(http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/261/10/Capitulo_4.pdf)

1.3.3 Interruptor general.

Cualquier edificación servida por una red eléctrica, debe poseer un interruptor general junto al punto en que la línea penetra en el edificio. Este interruptor, con sus accesorios, facilita el medio de conectar y desconectar la instalación

entera, de medir la energía y de proteger la instalación contra las sobre tenciones y cortocircuito.

En todo establecimiento que exija mucha demanda de energía, por lo general a tensión elevada, el interruptor de entrada (seccionador) y muchas veces los interruptores de las líneas del cuadro general de distribución (interruptores termo magnéticos) deben ser más grandes y mas reforzados, con el fin de que resistan eléctrica y mecánicamente las tenciones provocadas por las interrupciones automáticas a sobrecargas o cortocircuito.

1.3.4 Interruptores magnéticos (con disparo instantáneo)

Estos interruptores pueden ser del tipo magnético. Sin elemento térmico, responden a valores instantáneos de corriente, producto del arranque de motores o de corriente de cortocircuito o tierra, No están equipados con protección térmica. Disparan a un valor de aproximadamente tres veces a su valor de ajuste bajo hasta diez veces en su ajuste alto. Algunos interruptores de disparo instantáneo tienen valores ajustables de disparo.

Los ajustes de circuito de disparo instantáneo son modificados para permitir la corriente de arranque de motores, se usan por lo general cuando los fusibles con retardo de tiempo ajustados a cinco (5) veces la corriente nominal o el valor bajo del ajuste del interruptor a tres (3) veces, no soportan la corriente de arranque del motor.

1.4 Consideraciones por cortocircuito

El corto circuito puede tener un efecto de deterioro en los cables aislados, de igual forma que cualquier otro componente de la instalación eléctrica.

En la operación normal de un circuito, el flujo de corriente está limitado por impedancia del circuito. El nivel de energía disipado en los componentes del sistema, tales como los cables, es proporcional al cuadrado del flujo de la corriente, por supuesto que la tendencia es a tener perdidas I^2a tan pequeñas como sea posible y también minimizar la caída de voltaje. Como resultado de esto, la impedancia de los cables solo resulta una parte pequeña de la impedancia total. La impedancia de la carga puede ser varias veces mayor que la del cable. Bajo condiciones de corto circuito, las impedancias de la carga son reemplazadas por otras de valor menor y la corriente resultante es entonces varias veces mayor, y estas corrientes que circulan, pueden producir efectos térmicos tremendos en el aislamiento del conductor.

Afortunadamente, los dispositivos de protección contra sobrecorriente pueden reducir el tiempo de circulación de esta corriente a unos pocos ciclos, dependiendo del dispositivo de que se trate (interruptor o fusible).

Se han desarrollado técnicas para determinar la capacidad de soporte al corto circuito en cables aislados, basados en las limitaciones térmicas del aislamiento, la conducción de la corriente y las características del material conductor. En las ecuaciones siguientes se da la relación entre la máxima

corriente de falla asimétrica y la máxima temperatura del cobre por cortocircuito y también para el aluminio. *(Harper, 2004, P.19-20)*

1.5 Número de conductores en un tubo conduit.

Normalmente los conductores en las instalaciones eléctricas se encuentran alojados, y sea en tubos conduit o en otros tipos de canalizaciones. Como mencionado, los conductores están limitados en su capacidad de corriente por el calentamiento, debido a las limitaciones que se tienen en la disipación de calor y a que el aislamiento mismo presenta también limitaciones de tipo térmico.

Debido a estas restricciones térmicas, el número de conductores dentro de un tubo conduit se limita de manera tal que permita un arreglo físico de conductores, de acuerdo a la sección del tubo conduit o de la canalización, facilitando el alojamiento del aire necesario para disipar el calor. Se debe establecer la relación adecuada entre la sección del tubo y la de los conductores, para esto, se puede proceder en la forma siguiente:

Si A es el área interior del tubo en mm^2 o $pulg^2$ y Ac el área total de los conductores, el factor de relleno es:

$f = \frac{Ac}{A}$ Este factor de relleno tiene los siguientes valores establecidos para instalaciones en tubo conduit

$$F = \begin{cases} 53\% \text{ para un conductor.} \\ 51\% \text{ para dos conductores.} \\ 43\% \text{ para tres conductores.} \\ 40\% \text{ para cuatro conductores} \end{cases}$$

Este factor tiene su mayor utilidad en instalaciones en conductores de distinta sección o de denominación en un mismo tubo conduit, donde se podría incurrir en algún error al no considerar el espacio necesario para la disipación de calor el espacio requerido generalmente es implícita. *(Harper, 2004, P. 25)*

1.6 Tipos de fallas en los sistemas eléctricos de potencia industrial.

Las fallas o cortocircuitos, puedes ocurrir en un sistema eléctrico de potencia trifásico en distintas formas. El dispositivo de protección o equipo debe tener la capacidad de interrumpir o de soportar cualquier tipo de fallas que se pueda presentar. Para la determinación de las características de quipo de interrupción, se considera la falla trifásica, aun cuando la probabilidad de ocurrencia de esta sea baja o casi siempre sea causada por motivos

accidentales. Las fallas que se pueden presentar, son las que se indican a continuación: *(Harper, 2003, P. 63)*

1.6.1 Fallas trifásicas sólidas.

Una falla trifásica sólida describe la condición en que los tres conductores, se decir las tres fases, se unen físicamente con un valor de cero impedancias entre ellos como si se soldaran o atornillaran físicamente.

Aun cuando este tipo de condiciones de fallas no es el más frecuente en ocurrencia, resulta por lo general el de mayor valor y, por esta razón, resulta el cálculo básico para las instalaciones industriales y comerciales. *(Harper, 2003, P 63)*

1.6.2 Fallas de fase a fase sólida.

En la mayoría de los sistemas trifásicos, los niveles de falla sólida de fase a fase son de aproximadamente el 87% de la corriente de fallas trifásica, debido a esto, el cálculo de esta falla no siempre se requiere, ya que no representa el máximo valor. *(Harper, 2003, P 63)*

1.6.3 Falla de línea (fase) a tierra sólida.

En sistemas con la neutra sólidamente conectado a tierra, la falla sólida de esta fase a tierra es por lo general igual o ligeramente menor que la falla sólida trifásica, excepto cuando se conectan los neutros a tierra a través de un valor elevado de impedancia, donde el valor de corriente es significativamente menor.

El cálculo de fallas de línea a tierra, es necesario en las instalaciones comerciales e industriales que tiene el neutro sólidamente aterrizado en el lado de bajo voltaje. *(Harper, 2003, P 63)*

1.7 Canalizaciones

Una canalización es un conducto cerrado diseñado para contener alambres, cables o buses- ductos, puede ser metálica o no metálico.

1.7.1 Tubos conduit metálicos

Los tubos conduit metálicos, dependiendo del tipo usado, se pueden instalar en exteriores e interiores, en áreas secas o húmedas, dan una excelente protección a los conductores. Los tubos conduit rígidos constituyen de hecho el sistema de canalización más comúnmente usado, ya que prácticamente se puede usar en todo tipo de atmósferas y para todas las aplicaciones.

En los ambientes corrosivos adicionalmente se debe tener cuidado de proteger los tubos con pintura anticorrosiva, ya que la presentación normal de estos tubos, es galvanizada. Los tipos más usados son:

De pared gruesa (tipo rígido)

De pared delgada.

Tipo metálico flexible (greenfield)

1.7.1.1 Tubo conduit metálico rígido (pared gruesa)

Este tubo conduit se suministra en tramos de 3,05 (10 pies) de longitud en acero o aluminio y se encuentra disponible en diámetros de ½ pulg (13mm), hasta 6 pulg (152.4mm), cada extremo del tubo se proporciona con rosca y uno de ellos tiene un cople. El tubo metálico de acero normalmente, es galvanizado y además, como se indico entes tiene un recubrimiento especial cuando se usa en aéreas corrosivas.

El tubo conduit rígido puede quedar embebido en las construcciones de concreto (muros o losas), o bien puede ir montado superficialmente con soportes especiales. También puede ir apoyado en bandas de tuberías. Algunas recomendaciones generales para su aplicación, son las siguientes:

El número de dobleces en la trayectoria total de un conduit, no debe exceder a 360°.

Siempre que sea posible, y para evitar el efecto de la acción galvánica; las cajas y conectores usados con los tubos metálicos, deben ser del mismo material.

Los tubos se deben soportar cada 3,05m (10 pies) y dentro de 90cm (3 pies) entre cada sólida.

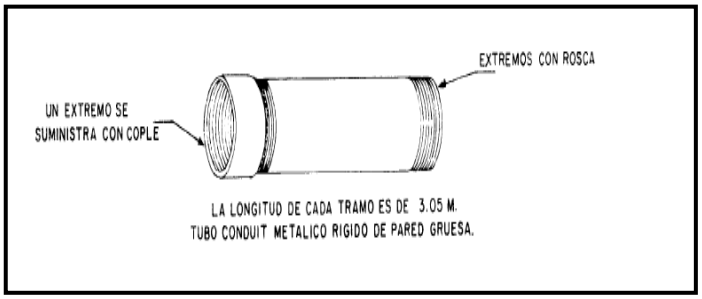


Figura numero: 3 tubo conduit metalico

Se fabrican en diámetros de ½ plg. A 6plg. El interior debe ser listo para no dañar los conductores. *(Harper, 1993, P. 19-20".)*

1.7.1.2 Tubo conduit metálico intermedio o semipesado

Se fabrican en diámetros de hasta 4 plg. (120mm) su constitución es similar al tubo conduit rígido de pared gruesa, pero tiene las paredes más delgadas, por lo que tiene mayor espacio interior disponible. Se debe tener mayor cuidado con el doblado de estos tubos, ya que tienden a deformarse, tienen roscados los extremos igual que el de pared gruesa y de hacho sus aplicaciones son similares.

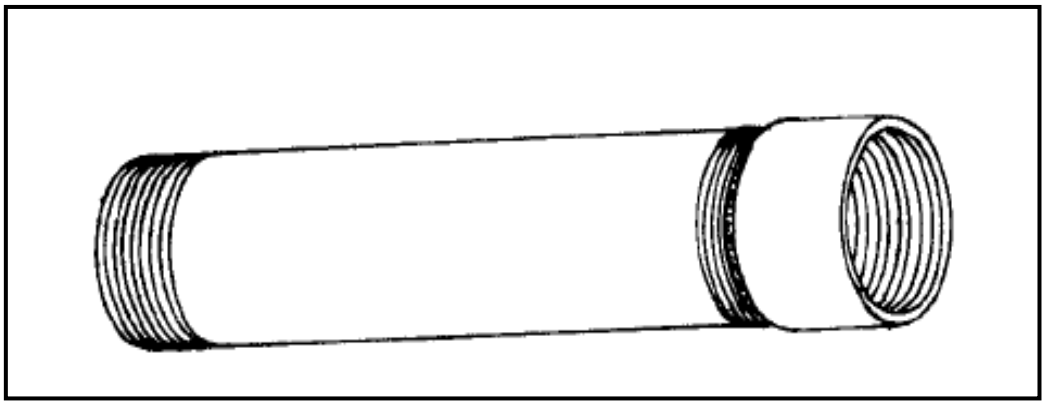


Fig. 4: Tubo conduit intermedio semipesado

1.7.1.3 Tubo conduit metálico de pared delgada rígido (rígido ligero)

Estos tubos son similares a los de pared gruesa, pero tienen su pared interna mucho más delgada, se fabrican en diámetros hasta de 4 plg. (102mm), se puede usar en instalaciones visibles u ocultas, embebido en concreto o embutido en mampostería, pero en lugares secos no expuesto a humedad o ambiente corrosivo. Estos tubos no tienen sus extremos roscados y tampoco usan los mismos conectores que los tubos metálicos rígidos de pared gruesa, de hecho usan sus propios conectores de tipo atornillado.

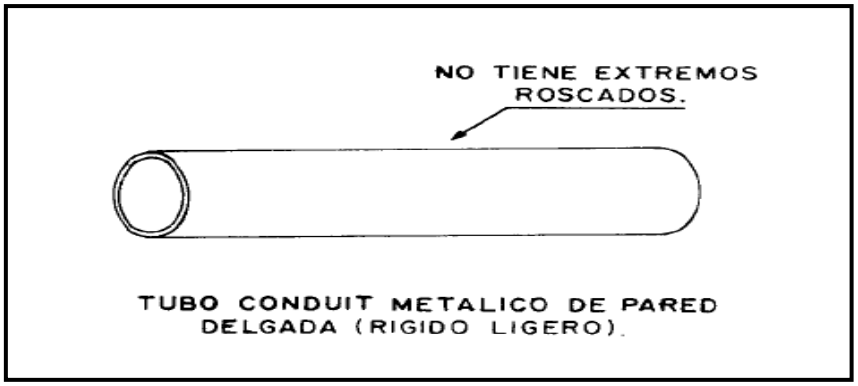


Figura numero 5: Tubo conduit metálico de pared delgada

(Harper, 1993, P. 21.)

1.7.1.4 Tubo conduit metálico flexible

Este es un tubo hecho de cinta metálica engargolada (en forma helicoidal), sin ningún recubrimiento. Hay otros tubos metálicos que tiene una cubierta exterior de un material no metálico para que sea hermético a los líquidos. Este tipo de tubo conduit es útil cuando se hacen instalaciones en aéreas donde se dificultan los dobleces con tubo conduit metálico, o bien, en lugares en donde existen vibraciones mecánicas que puedan afectar las uniones rígidas de las instalaciones. Este tubo se fabrica con un diámetro mínimo de 13mm (1/2 plg) y un diámetro máximo de 102mm (4plg)

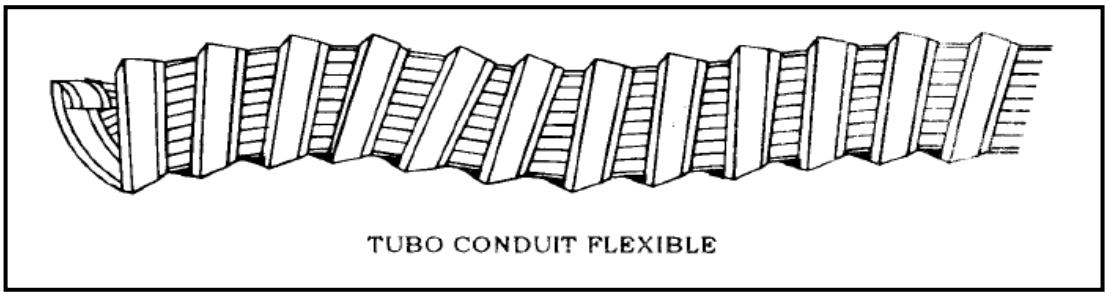


Fig. 6 tubo conduit metálico flexible

(Harper, 1993, P. 30.)

1.7.2 Canalizaciones superficiales

Las canalizaciones superficiales, se fabrican en distintas formas en el tipo metálico y no metálico. Se usan generalmente en lugares secos, no expuestos a la humedad y tiene conectores y herrajes de distintos tipos para dar prácticamente todas las formas deseables de las instalaciones eléctricas.

Su aplicación, se recomienda en aquellos casos de que los tubos conduit embebidos, no se justifiquen por costo o ser imprácticos. Se puede montar en pared, techo o piso, según sea la humedad.

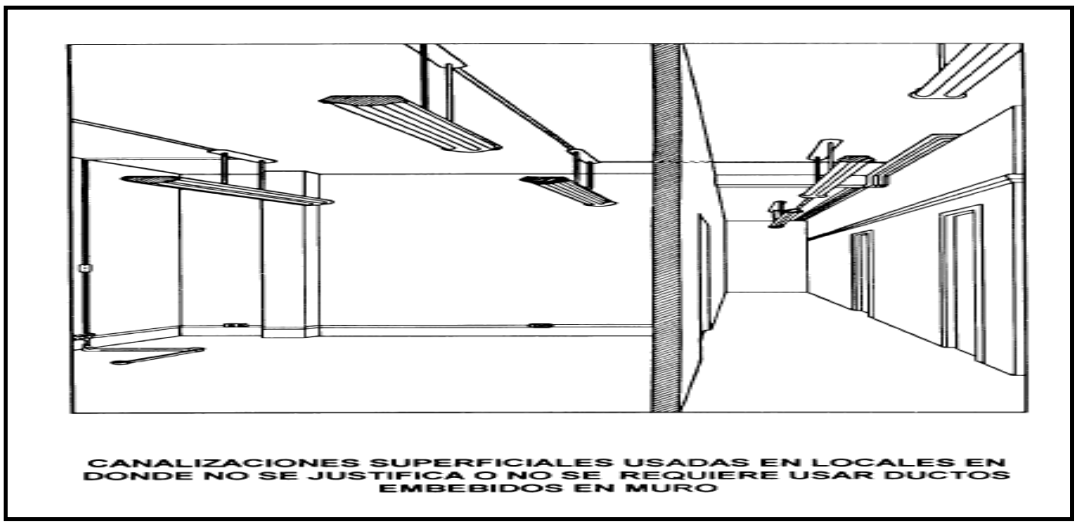


Fig. 8: canalizaciones superficiales

(Harper, 1993, P. 59.)

1.8 Cajas y accesorios para canalización con tubo.

1.8.1 Cajas eléctricas

Las cajas eléctricas, la terminación que permite acomodar las llegadas de los distintos tipos de tubos conduit, cables armados, o tubos no metálicos; con el propósito de empalmar cables y proporcionar salidas para contactos, apagadores, salidas para lamparas y luminarias en general. Estas cajas, se han diseñado en distintos tipos y dimensiones; asi como los accesorios para su montaje para dar la versatilidad quelas construcciones eléctricas requieren.

Las cajas, se identifican por sus nombres, pero en general so funcionalmente intercambiables con algunas pocas excepciones. Esto significa que si se aplican en forma conveniente, prácticamente cualquier tipo de caja, se puede usar para distintos propósitos. Se fabrican metálicas y no metálicas, básicamente la selección de una caja depende de lo siguiente:

- Número de conductores que entran.
- El tipo y número de dispositivos que se conectan a la caja.
- El método de alambrado usado.

1.8.2 Cajas metálicas de propósito generales

Estas cajas de propósito generales se clasifican de cualquiera de los tres tipos de categorías siguientes:

- Cajas para apagadores
- Cajas octagonales
- Cajas cuadradas

Estas cajas (y sus accesorios), se fabrican con material metálico, aun cuando en forma reciente, se tiene algunas formas de materiales no metálicos.

Las cajas tipo apagador, se usan para alojar apagadores o contactos, algunas de hecho, se usan para alojar más de un apagador o dispositivo.

Las cajas octagonales o cuadradas se usan principalmente para salidas de la instalación eléctrica, ya sea para lamparas o luminarias o para montar otros dispositivos (usando la cubierta apropiada).

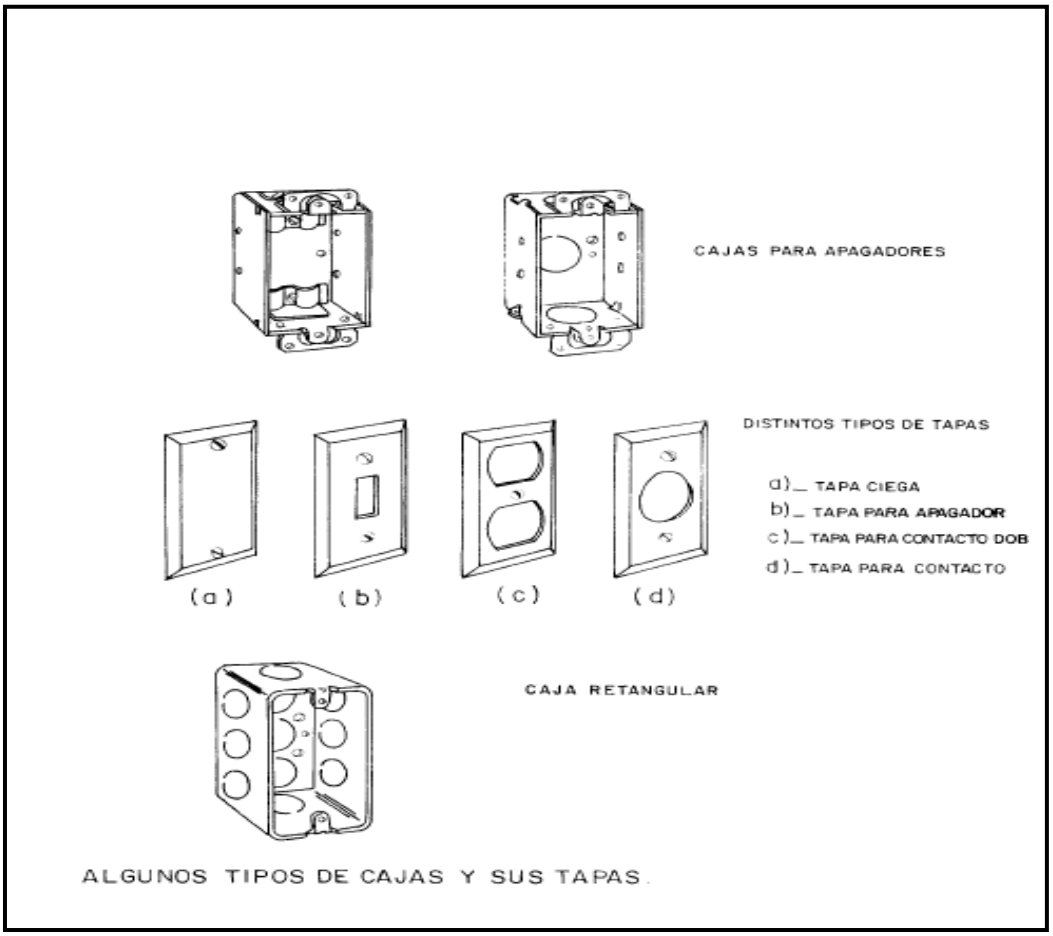


Fig. 7: tipos de cajas y sus tapas

(Harper, 1993, P. 35.

1.9 Toma de tierra o Puesta a tierra

La función más importante de la puesta a tierra es la protección de las personas contra posibles contactos con elementos que estén energizados. El pasó de corriente eléctrica a través del cuerpo humano supone grandes riesgos, desde una leve sensación de cosquilleo, hasta contracciones musculares, quemaduras e incluso la muerte, dependiendo de la intensidad de la corriente: hasta 10 mA puede provocar contracciones musculares; entre 20 y 30 mA es posible que ocasione un paro respiratorio; entre 70 y 100 mA causa fibrilación ventricular; por encima de 1 A normalmente se producirá paro cardiaco.

El uso de las tuberías de agua para la de puesta a tierra, actualmente no es la más recomendable, por cuanto estas no pueden ser metálicas en toda su trayectoria, sino tener tramos de PVC.

Una de las normas más importantes es que la puesta a tierra nunca debe llevar fusibles, y debe tener una resistencia máxima de 25 Ω.

(Leiva, 2007, P. 117.)

1.9.1 Aspectos específicos de tomas de tierra

Además de estos aspectos generales, encontramos algunos aspectos específicos tanto en el RETIE, como en la NTC 2050, que consignamos a continuación:

- La puesta a tierra se realiza usando como electrodos varillas de cobre, conocidas como varillas copperwell.
- El fabricante de estos electrodos debe garantizar una duración mínima de 15 años, a partir de su instalación, frente a los años de corrosión.
- El electrodo debe tener mínimo 2.4 m de longitud y 12.7 mm de diámetro (5/8” por 8”).
- Debe estar identificado con el nombre del fabricante, que se colocará dentro de los 30 cm desde la parte superior del electrodo.
- Los electrodos deben quedar enterrados en su totalidad, para poder tener humedad natural permanente. Cuando esta no exista debe crearse una humedad artificial que garantice permanentemente la puesta a tierra.
- Cuando se encuentra fondo rocoso a menos de 1.20 m, el electrodo debe enterrarse en una zanja horizontal, mínimo a 75 cm de profundidad.
- En lugar de la varilla de copperwell puede emplearse una lámina de cobre que tenga un área de 20000 mm^2 y un espesor de 1.5 mm.
- El punto de unión entre el conductor y el electrodo debe ser fácilmente accesible y hacerse con soldadura exotérmica, o con conectores de tipo mecánico certificados para este uso, de tal manera que la puesta a tierra

por ningún motivo se interrumpa, garantizándose esta permanentemente.

- La parte superior del electrodo enterrado debe quedar mínimo a 15 cm de la superficie.
- Los conductores del sistema de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión, y cuando se empalmen, estas uniones deben estar certificadas.
- El conductor de puesta a tierra de los equipos debe acompañar los conductores activos, a lo largo de todo su recorrido y por la misma canalización.
- Queda absolutamente prohibido que el mismo conductor sea neutro y puesta a tierra.
- En toda instalación de uso final, el conductor neutro y el conductor de puesta a tierra de un circuito deben ir aislados entre sí, solo deben unirse con un puente equipotencial en el origen de la instalación y lo más cerca posible de la acometida.
- La corriente máxima admisible en los conductores del sistema de puesta a tierra, en condiciones de operación normal, no debe sobrepasar los siguientes valores:
  - 500 mA, si el circuito ramal es exclusivo para cargas electrónicas y es atendido solo por personas calificadas;
  - 25 mA, si el circuito ramal no tiene cargas electrónicas.
  - Estos valores deben entenderse como asociados a corrientes inevitables y no bajo condiciones de funcionamiento anormal, causadas por instalaciones defectuosas.
- Los conductores de cobre que se usan para la puesta a tierra deben tener las siguientes características:
  - El calibre del conductor del electro de puesta a tierra para baja tensión, cuando la sección del mayor conductor de la acometida es N° 2 AWG o menor, el conductor para puesta a tierra será N° 8 AWG; si es N° 1/0 AWG, el de puesta a tierra será N° 6 AWG, pero si el de acometida es N° 2/0 AWG o N° 3/0 AWG, el de puesta a tierra N° 4 AWG.
  - El calibre del conductor de puesta a tierra usado para conectar a los equipos en función de la I nominal que absorben: N° 14 AWG para 15 A, N° 12 AWG para 20 A, N° 10 AWG para 30, 40 y 60 A, N° 8 AWG para 100 A, N° 6 AWG para 200 A.
  - El aislamiento de los conductores de puesta a tierra debe ser de color verde con rallas amarillas o identificado con marcas verdes en los puntos de inspección y en los extremos.
- Antes de efectuar trabajos de conexión o desconexión en los sistemas de puesta a tierra se debe verificar que el valor de la corriente sea 0.

La conexión exotérmica, que se realiza por reacción química es posiblemente el sistema más confiable, el cual garantiza una conexión equipotencial, pero

debe ser aplicada por personal que este convenientemente capacitado y entrenado. *(Leiva, 2007, P. 118)*

1.10 FACTOR DE DEMANDA

Se define como la relación entre la demanda máxima que se establece a un mismo tiempo y la carga instalada de un sistema o instalación eléctrica, es decir:

$$FD = \frac{demanda\ \ maxima}{carga\ \ instalada} = \frac{DM}{CI}$$

Por lo general FD es menor a uno, salvo cuando se trata con circuito especial que puede ser igual a uno.

Durante el funcionamiento de la instalación debe tenerse en cuenta que exista la posibilidad de que no se conecte toda la potencia simultáneamente, en general para instalaciones pequeñas puede tomarse ese factor igual a uno, dado que es probable que puedan llegar a conectarse todos los artefactos en forma simultánea, pero a medida que el tamaño de la instalación aumenta esta factor decrece; a no ser que se trate de cargas especiales que funcione a la vez.

(Webhttp://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/261/10/Capitulo_4.pdf)

1.11 Cálculos eléctricos

Para realiza los cálculos eléctricos tomaremos las siguientes ecuaciones representadas en el siguiente cuadro.

Tabla 1: Ecuaciones eléctricas en corriente alterna

	CORRIENTE CONTINUA	CORRIENTE ALTERNA		
		UNA FASE	DOS FASES	TRES FASES
Amperes Conociendo H.P.	$I = \frac{H.P. \times 746}{E \times N}$	$I = \frac{H.P. \times 746}{E \times N \times f.p.}$	$I = \frac{H.P. \times 746}{2 \times E \times N \times f.p.}$	$I = \frac{H.P. \times 746}{1.732 \times E \times N \times f.p.}$
Amperes Conociendo K.W.	$I = \frac{K.W. \times 1000}{E}$	$I = \frac{K.W. \times 1000}{E \times f.p.}$	$I = \frac{K.W. \times 1000}{2 \times E \times f.p.}$	$I = \frac{K.W. \times 1000}{1.732 \times E \times f.p.}$
Amperes Conociendo K.V.A.		$I = \frac{K.V.A. \times 1000}{E}$	$I = \frac{K.V.A. \times 1000}{2 \times E}$	$I = \frac{K.V.A. \times 1000}{1.732 \times E}$
K.W.	$K.W. = \frac{I \times E}{1000}$	$K.W. = \frac{I \times E \times f.p.}{1000}$	$K.W. = \frac{I \times E \times f.p. \times 2}{1000}$	$K.W. = \frac{I \times E \times f.p. \times 1.732}{1000}$
K.V.A.		$K.V.A. = \frac{I \times E}{1000}$	$K.V.A. = \frac{I \times E \times 2}{1000}$	$K.V.A. = \frac{I \times E \times 1.732}{1000}$
Potencia en la Flecha H.P.	$H.P. = \frac{I \times E \times N}{746}$	$H.P. = \frac{I \times E \times N \times f.p.}{746}$	$H.P. = \frac{I \times E \times 2 \times N \times f.p.}{746}$	$H.P. = \frac{I \times E \times 1.732 \times N \times f.p.}{746}$
Factor de Potencia	Unitario	$f.p. = \frac{W}{E \times 1}$	$f.p. = \frac{W}{2 \times E \times I}$	$f.p. = \frac{W}{1.732 \times E \times I}$

Donde:

I = corriente en Amperes
E= tensión entre fases en volts
N= Eficiencias expresada en decimales (porciento)

H.P. = potencia en caballos (Horse Power)
f.p. = factor de potencia
kW. = potencia en Kilowatts
K.V.A. = potencia aparente en kilo volt amperes
W= potencia en watts
RPM= revoluciones pote minuto
F= frecuencia
P= numero de polos

(Harper, 2003.)

Dado que un motor puede producir un consumo en W (P=watts) pero para que funcione el motor se necesita un suministro en VA (S=volt amperes) por la línea.

Por eso utilizaremos la siguiente ecuación.

$$S = \frac{P}{cos\varphi} \qquad \text{(Ecuación 26)}$$

Pero al no tener P (potencia en Watts) y contamos con Hp (potencia en Horse power) o CV (potencia en Caballos de vapor) obtendremos la siguiente ecuación.

$$P = Hp \times 746 \qquad \text{(Ecuación 27)}$$

$$P = Cv \times 736 \qquad \text{(Ecuación 28)}$$

Para calcular la caída de tensión, calculamos mediante las siguientes expresiones:

$$\Delta V = I \times 2L \times Rc \qquad \text{(Ecuación 29)}$$

$$\Delta V = R_L\ I \cos\phi \qquad \text{(Ecuación 30)}$$

Al conocer los calibre y la longitud de los conductores se puede aplicar las siguientes ecuaciones.

Primero calcularemos K es una constante de caída de tensión se calcula tomando en cuenta la resistencia y la reactancia del conductor

$$\mathrm{K} = \frac{Rcos\phi + XLsen\,\phi}{5xKV^2} \qquad \text{(Ecuación 31)}$$

Para calcular el KVA- M se puede deducir la siguiente ecuación

Con la ecuación 26 podemos obtener el KVA-M de la siguiente manera

$$\mathrm{KVA-M} = \left(\frac{P}{cos\,\phi}\right) x0{,}001x\ L \qquad \text{(Ecuación 32)}$$

De esta manera la caída de tensión será:

$$\Delta V\ (\%) = (KVA\text{-}M) \times K \qquad \text{(Ecuación 33)}$$

(Alcalde, III Edición, P. 131,133)

En la tabla número: 1. Ecuaciones eléctricas en corriente alterna, tenemos las ecuaciones para calcular las intensidades en las cargas pero en la carga de los motores se tiene que sobredimensionar la corriente un 125% más. Par esto aplicaremos la siguiente ecuación:

$I = I_c \times 1.25$ (Ecuación 34)

Con intensidad de corriente que obtenemos aplicando esa ecuación podemos dimensionar los breakers para los motores.

(Harper, 2003)

Para calcular la corriente máxima total en un circuito donde se encuentran instalados más de un motor sumamos las intensidades de cada motor, la intensidad mayor multiplicamos para 1.25

$I_t = Im1 + I_{m2}\,(1{,}25) + I_{m3}$ (Ecuación 35)

Con la potencia aparente usaremos la siguiente ecuación

$$\boldsymbol{I} = \frac{\boldsymbol{S}}{\boldsymbol{V\ X\ COS\ \varphi}}$$ (Ecuación 36)

1.12 LUMINOTECNIA

Es la ciencia que estudia las distintas formas de producir luz, así como su control y aplicaciones

1.12.1 Magnitudes usadas

1.12.1.1 Flujo Luminoso (ϕ)

Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en un segundo, en todas direcciones (potencia luminosa). Unidad: Lumen (Lm)

1.12.1.2 Intensidad Luminosa (I)

Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en determinada dirección (forma en que se distribuye la luz). Unidad: Candela (Cd)

1.12.1.3 Nivel de Iluminación (E)

Iluminancia o intensidad de iluminación: magnitud característica del objeto iluminado, por cuanto indica la cantidad de luz que incide sobre una unidad de superficie del objeto iluminado. Unidad: Lux (Lx) = Lumen/m^2

Factores de los cuales depende el nivel luminoso (E)

Del flujo luminoso (ϕ)

Del tipo del reflector que se utiliza en la lámpara

Del color del techo, muros y piso

De la altura y espaciamiento de las lámparas luminosas.

(Leiva, 2007, P. 145-146)

1.13 Sistemas de Iluminación

Directa: La mayor parte del flujo luminoso se envía hacia la superficie que se quiere Iluminar.

- **Semidirecta:** Una pequeña parte del flujo luminoso llega a la superficie por iluminar por reflexión en paredes y techo.

- **Difusa:** Un 50% es directa y un 50% por reflexión. Iluminación suave que reduce el deslumbramiento y elimina sombras.
- **Semiindirecta:** La mayor parte del flujo luminoso llega por reflexión y una pequeña parte por iluminación directa.

- **Indirecta:** La mayor parte del flujo luminoso llega a la superficie a iluminar solamente por reflexión.

En todos los casos el flujo útil estará dado por la suma del flujo directo más el flujo reflejado.

Coeficiente de Utilización (Cu)

Esta expresada por un determinado valor numérico, que es la relación entre el nivel de iluminación (E), en un determinado plano, y la luz emitida por las lámparas o flujo luminoso total

$$Cu = \frac{E}{\Phi} \qquad \text{(Ecuación 37)}$$

Este coeficiente depende de determinados factores como:

Eficacia de las luminarias

Distribución luminosa

Índice del local

Relación del local (dada por la longitud, ancho y altura del espacio útil)

Coeficiente de reflexión de paredes, techo y piso.

Coeficiente de depreciación o Conservación (Cd)

Una instalación varía sus características luminosas de acuerdo a:

Pérdidas de flujo luminoso de las lámparas por envejecimiento, polvo o suciedad depositada en ella.

Pérdida de la reflexión.

Por estas razones el cálculo del coeficiente se hace teniendo en cuenta la clase de luminarias y lámparas, cantidad de polvo en el ambiente, número de limpieza, sistema de reposición, etc.

Generalmente los valores oscilan entre 0.50 y 0.80, correspondiendo este último a los lugares limpios, con luminarias cerradas y lámparas de baja depreciación y limpieza frecuente. *(Leiva, 2007, P. 146)*

1.14 Relación del local

Para iluminación directa y difusa:

$$K = \frac{l\ x\ a}{h(l+a)} \qquad \text{(Ecuación 38)}$$

Donde:

K = Relación del local

L = Longitud del local

a = Ancho del local

h = Altura que hay entre la luminaria y el plano de utilización (altura de trabajo)

Para iluminación indirecta, semiindirecta

$$K = \frac{3\ x\ l\ x\ a}{2h(l+a)} \qquad \text{(Ecuación 39)}$$

Cálculo del flujo luminoso (ϕ)

El flujo luminoso se calcula mediante la siguiente expresión matemática:

$$\Phi = \frac{SxEmed}{Cu\ x\ Cd} \qquad \text{(Ecuación 40)}$$

ϕ = Flujo luminoso total necesario para obtener el nivel medio de iluminación

Emed = Nivel medio de iluminación previsto, dado en Lux

Cu = Coeficiente de utilización

Cd = Coeficiente de conservación o depreciación

S = Superficie a iluminar dado en m^2

(Leiva, 2007, P.148)

1.15 Cálculo de número de puntos de luz (N)

El número de puntos de luz se calcula mediante la siguiente expresión

$$N = \frac{\Phi t}{\Phi p}$$ (Ecuacion 41)

N = número de puntos de luz o luminarias

ϕt = flujo luminoso total necesario

ϕp = flujo nominal de las lámparas contenidas en cada luminaria

(Leiva, 2007, P. 148)

1.16 Distribucion de los puntos de luz

Se recomienda que en los posibles la separación entre puntos de luz extremo y las paredes sea la mitad de la separacion existente entre puntos continuo.

(*Leiva, 2007, P.* 148)

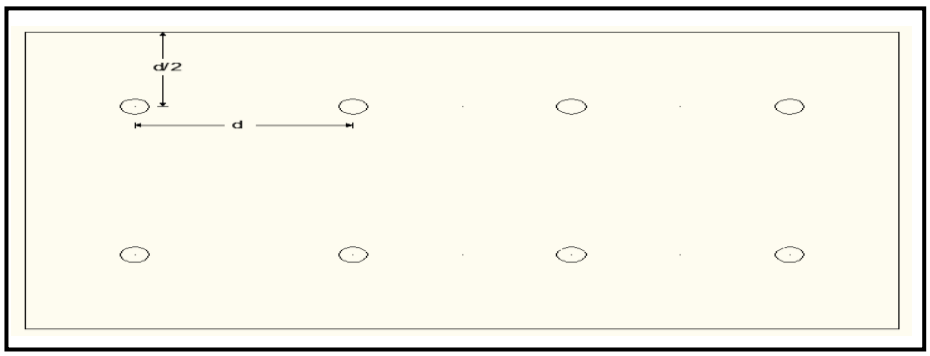


Fig. 8: distribución de los puntos de luz

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

DESARROLLO

1.17 Levantamiento del taller

A continuación se muestra como se encuentran distribuidas las máquinas dentro del taller donde se divide en varios ambientes como son:

Taller de carpintería.

Taller mecánico.

Cuarto de materiales de construcción.

Bodegas.

Almacén de muebles.

Oficina.

Baño.

En la figura 1 continuación se muestra la ubicación de los motores

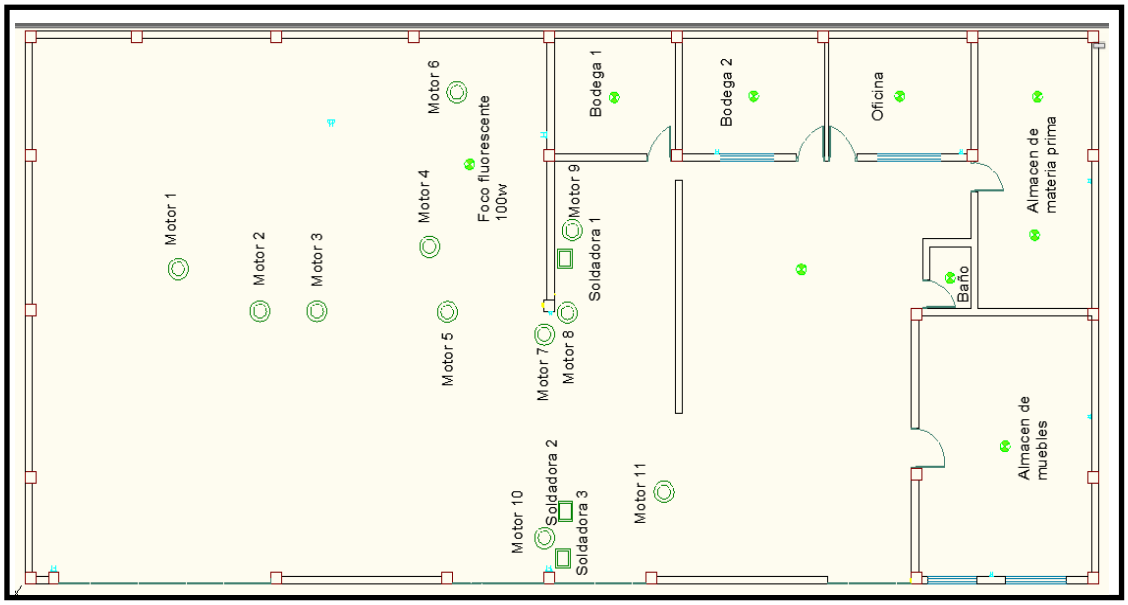


Figura 1: ubicación de los motores en el plano
Autor: Ángel Andrade

En este local se encuentran instalados once motores eléctricos, de los cuales ocho motores funcionan a 120V, tres a 220V además existen tres soldadoras, más otras herramientas de potencias considerables como son: amoladoras, tupís manuales, pulidoras, taladros e ingleteadoras.

En el diagrama siguiente (figura 2) se muestra que están conectados tres motores en un solo circuito, el M1 y M3 funcionan a 220V, el M2 funcionan a 110V estos tres motores funcionan al mismo tiempo.

El cálculo de la caída de tensión se realiza por separado tomando en cuenta las distancias desde el punto de empalme hasta cada uno de los motores, ya que los tres funcionan al mismo tiempo, pero los motores M1 y M3 son a 220V

y a CV. (Caballos de vapor) y el motor M2 es de 110 y a Hp. (Caballos de fuerza).

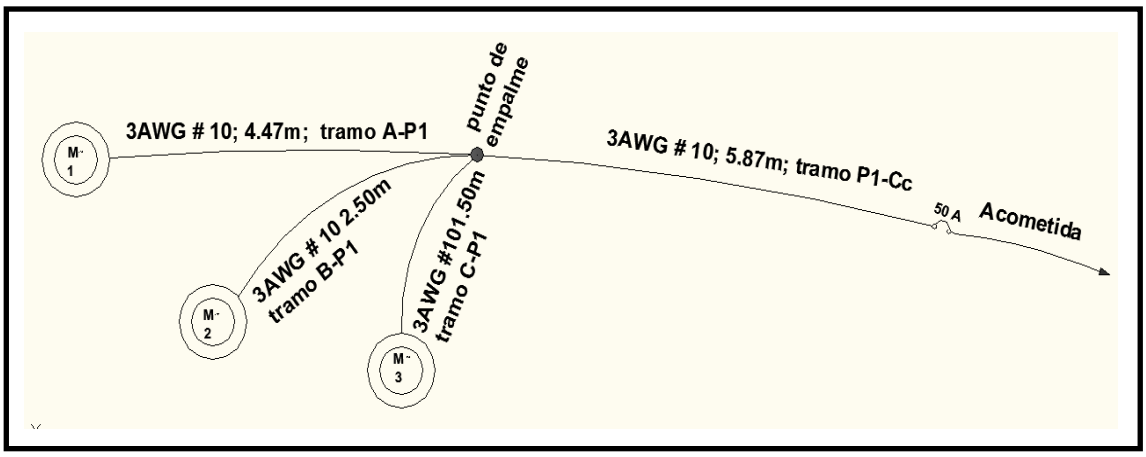


Figura 2: diagrama del circuito 1
Autor: Ángel Andrade

1.17.1 Característica de los motores

1.17.1.1 Cepilladora para madera.

Sirve para cepillar madera pesada

Fig. 3: foto de motor 1
Autor: Ángel Andrade

MOTOR 1			
WEG			
RPM	1730	P	(Kw-Cv) 5.5(71/2)
V	220/440	CosØ	0.86
ISOLF	Δt 80k	MAX	AMB 40°C
f	6OHz	IP/IN	7.0A
	35.5/17.5ª	Fs.	1.15
		CAP	540-648µF 110V

Tabla número: 1. características de motor 1

1.17.1.2 Canteadora

Sirve para cepillar los filos de los bloques grandes de madera.

Figura 3: foto de motor 2
Autor: Ángel Andrade

MOTOR 2			
WEG			
RPM	1741	P	Kw(Hp-Cv) 2,20(3.0)
V	120/220	CosØ	0.80
ISOLF	Δt 80k	IP	22
f	6OHz	IP/IN	6.70
	38.40/19.20A	FS	1.25
		CAP	540-648µF 110V

Tablas número: 2. características de motor 2

1.17.1.3 Sierra 1

Está en una sierra de cortar madera pesada

Figura 4: foto de motor 3
Autor: Ángel Andrade

MOTOR 3			
WEG			
RPM	1730	P	(Kw-Cv) 5.5(7 1/2)
V	220/440	Cos Ø	0.86
ISOLF	Δt 80k	MAX	AMB 40°C
F	6OHz	IP/IN	7.0A
	35.5/17.5A	Fs.	1.15
		CAP	540-648µF 110V

Tabla número: 3. características de motor 3

1.17.2 Caída de tensión en el tramo A-P1 (M1)- punto de empalme

El factor K es una constante de caída de tensión se calcula tomando en cuenta la resistencia y la reactancia del conductor cuyos valores se toman de la tabla 1 anexo B

Potencia kW

P = CV x 736 (Ecuación 28)

P = 7, 5 CV x 736 = 5520W

Potencia en KVA

$S = \frac{P}{cos\,\phi} = \frac{5520}{0{,}86} = 6419VA$ (Ecuación 26)

$S = \frac{6419\ VA}{1000} = 6{,}419KVA$

Para la intensidad tomaremos

La ecuación de la tabla numero 1

$\mathrm{I} = \frac{CVx736}{VxNxfP}$

$\mathrm{I} = \frac{7{,}5x736}{220x0.8x0{,}86}$

I= 36 A

In = I (1, 25) (Ecuación 34)

In= 45,58 A

KVA-M = S (D)

KVA-M = 6,42 (4,47m)

KVA-M = 28, 70

Constante

$\mathrm{K} = \frac{Rcos\,\phi + XLsen\,\phi}{5xKV^2}$ (Ecuación 31)

$\mathrm{K} = \frac{3.9(0.86)+0.164(0.51)}{5x(220/1000)^2}$

$K = \frac{3.43}{0.242}$

K= 0.0142

Caída de tensión

ΔV (%) = (KVA-M) x K (Ecuación 33)

ΔV (%) = (28,70) x 0,0142

ΔV (%) = 0, 41

1.17.3 Caída de tensión en el tramo B-P1 (M2) - punto de empalme

Potencia kW

Potencia en KVA

P = Hp x 746 (Ecuación 27) $S = \frac{P}{cos\phi} = \frac{3730}{0,80} = 4663VA$ (Ecuación 26)

P = 5 Hp x 746 = 3730W $S = \frac{4663\ VA}{1000} = 4,663KVA$

Para la intensidad tomaremos Constante
La ecuación de la tabla numero 1

$I = \frac{Hpx746}{VxNxfP}$ $K = \frac{Rcos\phi + XLsen\phi}{5xKV^2}$ (Ecuación 31)

$I = \frac{5x746}{110x0.8x0,8}$ $K = \frac{3.9(0.8)+0.164(0.6)}{5x(110/1000)^2}$

I= 53 A $K = \frac{3.22}{0.0605}$

In = I (1,25) (Ecuación 34) K= 0,0532

In= 66,23 A **Caída de tensión**

KVA-M = S (D) ΔV (%) = (KVA-M) x K (Ecuación 33)

KVA-M = 4,663(2,50m) ΔV (%) = (11,63) x 0,0532

KVA-M = 11, 63 ΔV (%) = 0,62

1.17.4 Caída de tensión en el tramo C-P1 (M3) - punto de empalme

Potencia kW Potencia en KVA

P = CV x 736 (Ecuación 28) $S = \frac{P}{cos\phi} = \frac{5520}{0,86} = 6419VA$ (Ecuación 26)

P = 7, 5 CV x 736 = 5520W $S = \frac{6419\ VA}{1000} = 6,419KVA$

Para la intensidad tomaremos Constante
La ecuación de la tabla numero 1

$I = \frac{CVx736}{VxNxfP}$ $K = \frac{Rcos\phi + XLsen\phi}{5xKV^2}$ (Ecuación 31)

$I = \frac{7,5x736}{220x0.8x0,86}$ $K = \frac{3.9(0.86) + 0.164(0.51)}{5x(220/1000)^2}$

I= 36 A $K = \frac{3.43}{0.242}$

In = I (1, 25) (Ecuación 34) K= 0.0142

In= 45,58 A **Caída de tensión**

KVA-M = S (D) ΔV (%) = (KVA-M) x K (Ecuación 33)

KVA-M = 6,419 (1.50m) ΔV (%) = (9,63) x 0,0142

KVA-M = 9,63 ΔV (%) = 0,14

1.17.5 Caída de tensión en el tramo P1-Cc.

$I_t = Im1 + I_{m2}\ (1{,}25) + I_{m3}$ (Ecuación 35)

$I_n = 36\ A + 53\ A\ (1{,}25) + 36\ A = 138{,}25\ A$

$\Delta V = I \times 2L \times Rc$ (Ecuación 29)

$\Delta V = 125 \times 2(5{,}87) \times 0{,}0039$

$\Delta V = 6{,}33$

$\Delta V\ (\%) = 2{,}88$

La figura 3 es un motor que está instalada a un tupí que sirve para sacar moldura en madera, a continuación las siguientes características:

1.17.5.1 Tupí

Figura 5: foto de motor 4
Autor: Ángel Andrade

MOTOR 4			
WEG			
RPM	3680	P	Hp(Kw) 3.00(2.20)
V	110/220	MAX	AMB 40°C
SR	1	A	30.80/15.40ª
f	6OHz		

Tabla número: 4. características de motor 4

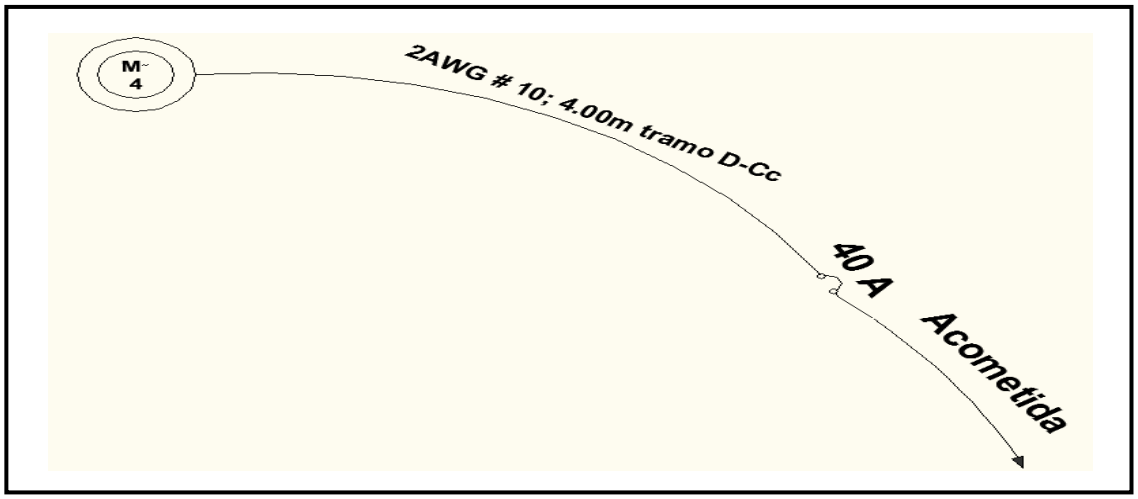


Fig. 6: diagrama del circuito 2
Autor: Ángel Andrade

1.17.6 Caída de tensión en el tramo 5, (M4)- breaker 40 A

Potencia kW

P = Hp x 746 (Ecuación 27)

P = 3Hp x 746 = 2238W

Para la intensidad tomaremos
La ecuación de la tabla numero 1

$$I = \frac{Hpx746}{VxNxfP}$$

$$I = \frac{5x746}{110x0.8x1}$$

I= 25,43A

In = I (1,25) (Ecuación 34)

In= 66,23 A

KVA-M = S (D)

KVA-M = 2,238(4m)

KVA-M = 8.952

Potencia en KVA

$$S = \frac{P}{cos\phi} = \frac{3730}{0,80} = 4663VA$$ (Ecuación 26)

$$S = \frac{4663\ VA}{1000} = 4,663KVA$$

Constante

$$K = \frac{3.9(0.86) + 0.164(0.51)}{5x(220/1000)^2}$$ (Ecuación 31)

$$K = \frac{3.9(0.8)+0.164(0.6)}{5x(110/1000)^2}$$

$$K = \frac{3.9}{0.0605}$$

K= 0,0645

Caída de tensión

ΔV (%) = (KVA-M) x K (Ecuación 33)

ΔV (%) = (8,952) x 0,0645

ΔV (%) = 0,57

La figura 5 representa el diagrama del circuito 4 donde se encuentran instalados dos tomacorrientes y un motor que está instalada a una pulidora para madera, a continuación las siguientes características del motor.

1.17.6.1 Pulidora de madera

Fig. 7: foto de motor 5
Autor: Ángel Andrade

MOTOR 5			
SINGLE PHASE INDUCTION MOTOR			
V	220/120V	Hp	3/4
A	4.4/8.8 A	F	6OHz

Tabla número: 5. características de motor 5

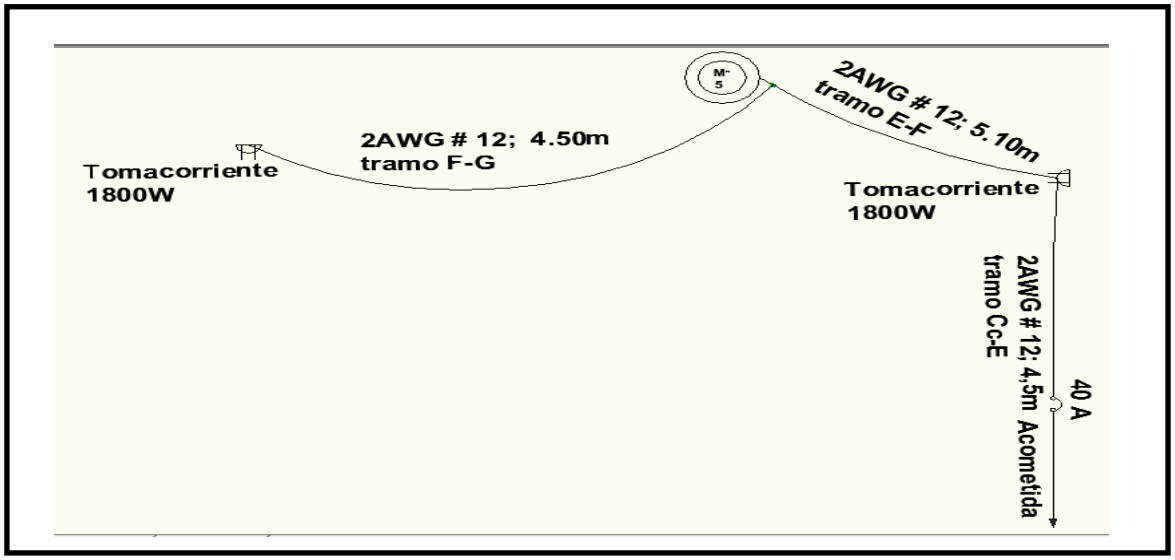


Fig.8: diagrama del circuito 3
Autor: Ángel Andrade

1.17.7 Caída de tensión en el en el circuito 3

Motor 5

Potencia kW

P = Hp x 746 (Ecuación 27)

P = 3/4Hp x 746 = 559,5W

Pt=P1 +P2+P3= 559, 5 +1800+1800

Pt= 3655,9

$$I = \frac{Pt}{VxNxfP}$$

$$I = \frac{3655,9}{110x0.8x1}$$

I= 41,54 A

KVA-M = S (L)

KVA-M = 1800 X 4,5 = 9,00

KVA-M = 552 X 5,1 = 2,82

KVA-M = 1800 X 4, 5 = 9, 00

KVA-M TOTAL = 20,82

Potencia en KVA

$$S = \frac{P}{cos\,\phi} = \frac{559,5}{1} = 559,5VA$$ (Ecuación 26)

$$S = \frac{559,5\,VA}{1000} = 0,5595KVA$$

$$K = \frac{Rcos\,\phi + XLsen\,\phi}{5xKV^2}$$ (Ecuación 31)

$$K = \frac{6,6(1)+0.177(0,017)}{5x(110/1000)^2}$$

$$K = \frac{6,6}{0.0605}$$

K= 0,1091

Caída de tensión

ΔV (%) = (KVA-M) x K (Ecuación 33)

ΔV (%) = (20,82) x 0, 1091

ΔV (%) = 2,27

1.17.8 Caída de tensión en el tramo H-Cc2 (M6)- breaker 50A este breaker soporta la soldadora S2

La figura 4 es un motor que está instalada a la cierra 2 que sirve para partir madera liviana madera, a continuación las siguientes características.

1.17.8.1 Cierra 2 para madera liviana

Figura 9: foto de motor 6
Autor: Ángel Andrade

MOTOR 6			
WEG			
RPM	1745	P	Kw(Hp) 3.70(5.00)
V	220/440	IP	22 A
SF	1.15	A	22.80/11.30A
f	6OHz	IP/IN	6.00A

Tabla número: 6. características de motor 6

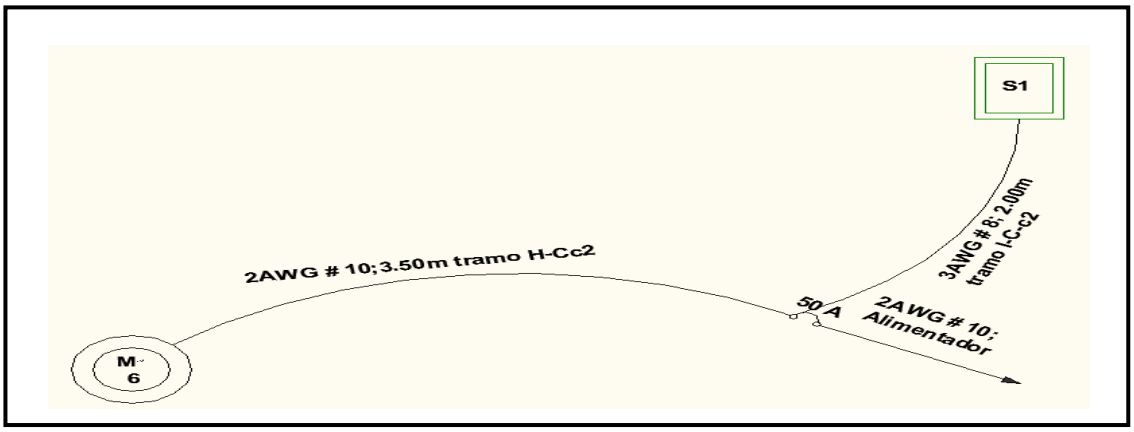


Fig. 10: diagrama del circuito 4.
Autor: Ángel Andrade

Potencia kW

P = Hp x 746 (Ecuación 27)

P = 5Hp x 746 = 3730W

Para la intensidad tomaremos
La ecuación de la tabla numero 1

$$I = \frac{Hpx746}{VxNxfP}$$

$$I = \frac{5x746}{220x0.8x1}$$

I= 21, 19 A

In = I (1, 25) (Ecuación 34)

In= 26,49A

Potencia en KVA

$$S = \frac{P}{cos\phi} = \frac{2238}{1} 3730VA$$ (Ecuación 26)

$$S = \frac{2238\ VA}{1000} = 3{,}730KVA$$

Constante

$$K = \frac{Rcos\phi + XLsen\phi}{5xKV^2}$$ (Ecuación 31)

$$K = \frac{3{,}9(1)+0.164(0)}{5x(220/1000)^2}$$

$$K = \frac{3{,}9}{0.242}$$

K=0, 0161

Caída de tensión

KVA-M = S (D)

KVA-M = 3,730(3,50m)

KVA-M = 13,055

ΔV (%) = (KVA-M) x K (Ecuación)

ΔV (%) = (13,055) x 0,0161

ΔV (%) = 0,21

1.17.9 Caída de tensión tramo I-Cc2 (S1)

1.17.9.1 SOLDADORA 1

Figura 11: foto de soldadora 1
Autor: Ángel Andrade

Producto Taype				ESTÁNDAR		GB 15579-1995 GB/TBI18-1995
		80A/23,2V-400A/36V				
		U o (A) 60	X	35%	60%	100%
			I2 (A)	400	305	236
			U2 (V)	36	32,2	29,4
		50/60 Hz	I1 (A)	1.17	89	56
insulation class			S1 (KVA)	25,8	19,7	15,3
GOLING	forced cooling AIR		COUER PROTECCTION CLASS	FP 21 S		

Tabla número: 7. características de soldadora 1

Potencia kW

P = 25800W

Potencia en KVA

$S = 25{,}8$ KVA

Intensidad

$$I = \frac{P}{VxNxfP}$$

$$I = \frac{25800}{220x1x1}$$

I= 117, 27 A

In = I (1, 25) (Ecuación 34)

In= 146,59A

Constante

$$K = \frac{Rcos\,\phi + XLsen\,\phi}{5xKV^2}$$ (Ecuación)

$$K = \frac{3{,}9(1) + 0.164(0)}{5x(220/1000)^2}$$

$$K = \frac{3{,}9}{0.242}$$

K= 0, 0161

Caída de tensión

KVA-M = S (D)

KVA-M = 25,8 (2)

KVA-M = 51,6

ΔV (%) = (KVA-M) x K (Ecuación 33)

ΔV (%) = (51.6) x 0,0161

ΔV (%) = 0,83

1.17.10 Caída de tensión en el tramo J-P2 (M7)- punto de empalme

La figura 15 representa el diagrama del circuito 5 donde se encuentran instalados tres motores con las siguientes características

1.17.10.1 Torno para madera

Fig. 12: foto de motor 7
Autor: Ángel Andrade

MOTOR 7			
WEG			
RPM	1730	P	Hp(Kw) ¾ (1.0)
V	110/220	IP	21 A
f	6OHz		

Tabla número: 8. características del motor 7

1.17.10.2 Taladro pedestal

Fig. 13: foto de motor 8
Autor: Ángel Andrade

MOTOR 8			
INDUCTOR MOTOR			
RPM	1700	Hp	¾
V	220/110	F	6Ohz

Tabla número: 9. características del motor 8

1.17.10.3 Compresor 1

Fig.14: foto de motor 9
Autor: Ángel Andrade

MOTOR 9			
WEG			
RPM	3525	P	Hp(Kw) 2.00(1.50)
V	110/220	IP	22 A
SF	1.15	A	22.90/11.45A
f	6OHz	MAX	AMB 40°C

Tabla número: 10. Características del motor 9

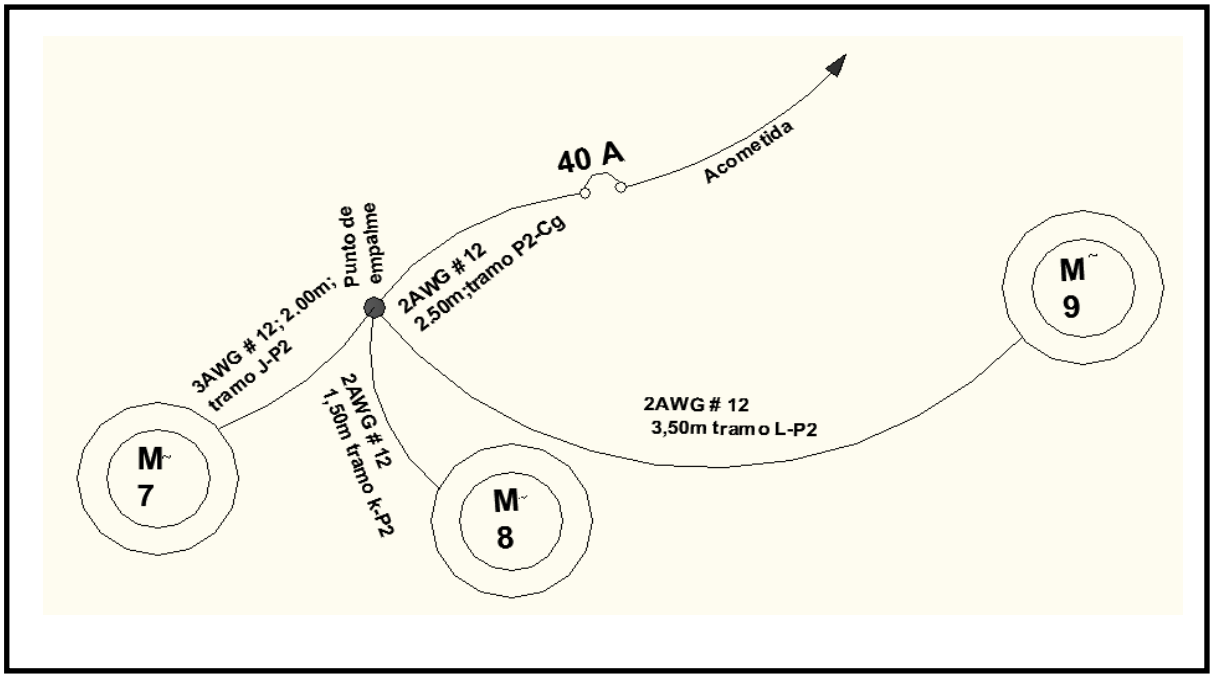


Fig. 15: diagrama del circuito 5
Autor: Ángel Andrade

1.17.11 Cálculo de caída de tensión en el circuito.

Potencia kW

P = Hp x 746 (Ecuación 27)

P = 3/4 Hp x 746 = 559,5W

Para la intensidad tomaremos
La ecuación de la tabla número 1

$$I = \frac{Hpx746}{VxNxfP}$$

$$I = \frac{3/4x746}{110x0.8x1}$$

In= 6, 36 A

Ic = I (1, 25) (Ecuación34)

Ic= 7,95A

Potencia en KVA

$$S = \frac{P}{cos\phi} = \frac{559,5}{1} = 559,5VA$$ (Ecuación 26)

$$S = \frac{559,5\ VA}{1000} = 0,5595KVA$$

Constante

$$K = \frac{Rcos\phi + XLsen\phi}{5xKV^2}$$ (Ecuación 31)

$$K = \frac{6.6(1)+0.177(0)}{5x(110/1000)^2}$$

$$K = \frac{6.6}{0.0605}$$

K= 0.109

Caída de tensión

KVA-M = S (D)

KVA-M = 0, 5595 (2)

KVA-M = 1,119

ΔV (%) = (KVA-M) x K (Ecuación 33)

ΔV (%) = (1,119) x 0,109

ΔV (%) = 0, 12

1.17.12 Caída de tensión en el tramo 10. (M8)- punto de empalme

Potencia KW

P = Hp x 746 (Ecuación 27)

P = 3/4 Hp x 746 = 559,5W

Potencia en KVA

$S = \frac{P}{cos\phi} = \frac{559,5}{1} = 559,5VA$ (Ecuación 26)

$S = \frac{559,5\ VA}{1000} = 0,5595KVA$

Para la intensidad tomaremos
La ecuación de la tabla numero 1

$I = \frac{CVx736}{VxNxfP}$

$I = \frac{3/4x746}{110x0.8x1}$

In= 6, 36 A

Ic = I (1,25 (Ecuación34)

Ic= 7,9 5A

KVA-M = S (D)

KVA-M = 0,5595 (1,5)

KVA-M = 0,839

$K = \frac{Rcos\phi + XLsen\phi}{5xKV^2}$ (Ecuación 31)

$K = \frac{6.6(1)+0.177(0)}{5x(110/1000)^2}$

$K = \frac{6.6}{0.0605}$

K= 0.109

Caída de tensión

ΔV (%) = (KVA-M) x K (Ecuación 33)

ΔV (%) = (0,839) x 0,109

ΔV (%) = 0, 0,09

1.17.13 Caída de tensión en el tramo 11 (M9)- punto de empalme

Potencia kW

P = Hp x 746 (Ecuación 27)

P = 2 Hp x 746 = 1492W

Potencia en KVA

$S = \frac{P}{cos\phi} = \frac{1492}{1} = 1492VA$ (Ecuación 26)

$S = \frac{1492VA}{1000} = 1,492KVA$

Para la intensidad tomaremos
La ecuación de la tabla número 1

$I = \frac{Hpx746}{VxNxfP}$

$K = \frac{Rcos\phi + XLsen\phi}{5xKV^2}$ (Ecuación 31)

$I = \frac{2x746}{110x0.8x1}$

In= 16,95 A

Ic = I (1, 25) (Ecuación 34)

Ic= 21,19A

KVA-M = S (D)

KVA-M = 1,492 (3.50m)

KVA-M = 5,222

$K = \frac{6,6(1) + 0.177(0)}{5x(110/1000)^2}$

$K = \frac{6,6}{0.0605}$

K= 0.109

Caída de tensión

ΔV (%) = (KVA-M) x K (Ecuación 33)

ΔV (%) = (5,222) x 0,109

ΔV (%) = 0,57

1.17.14 Caída de tensión en el tramo 12 puntos de empalme- breaker 40 A

Para calcular la caída de tensión sumamos las cargas que soporta en el punto de empalme. Pero calculamos la multiplicando el 1,25 por la carga máxima instalada en el circuito

$P = Pm7 + P_{m8} + P_{m9}$

$Pt = P_{m7} + P_{m8} + (P_{m9})$ 1, 25

P = 559,5 A+ 559,5A + (1492x 1,25) = 2984W

$In = \frac{P}{vx\ cos\phi} = \frac{2984}{110x\ 1} = 27,13A$

ΔV =I x 2L x Rc

ΔV = 27, 13 x 2(2, 50) x 0, 0066

ΔV = 0,895

ΔV (%) = 0,81

La figura 20 representa el diagrama del circuito 6 donde se encuentra instalada una toma corriente donde se conecta: dos soldadoras y dos motores con las siguientes características.

1.17.14.1 Esmeril

Figura 16: foto de motor 10
Autor: Ángel Andrade

MOTOR 10	
p	¼ Hp
V	110v

Tabla numero: 11. Características del motor 10

1.17.14.2 Compresor 2

Figura 17: foto de motor 11
Autor: Ángel Andrade

MOTOR 11			
WEG			
RPM	3525	Hp	2.0
V	110/220	IP	22A
SF	1.0	MAX	AMB 40°C
f	6OHz		

Tabla numero: 12. Características del motor 11

1.17.14.3 SOLDADORA 2

Figura 18: foto soldadora 2
Autor: Ángel Andrade

SINGLE PHASE		RATED INPUT AT 25 ARC VOLTS			MAX OCV AT RATED INPUT
Hz	V	A	A	DVTV CYCLE	
50	230	50	225	18%	79
	115	50	140	18%	65
60	220	55	225	14%	76
	110	55	140	14%	62

Tabla numero: 13. Características de la soldadora 2

1.17.14.4 SOLDADORA 3

Figura 19: foto de soldadora 3
Autor: Ángel Andrade

THE LINCOLN ELECTRYC CO (MIG 140C)					
60Hz		30-140V	SA	SA C US	
U_o	U_1	U_2	I_1	I_2	X
33V	120V	19.5V	20A	90A	20%

Tabla numero: 14. Características de la soldadora 3

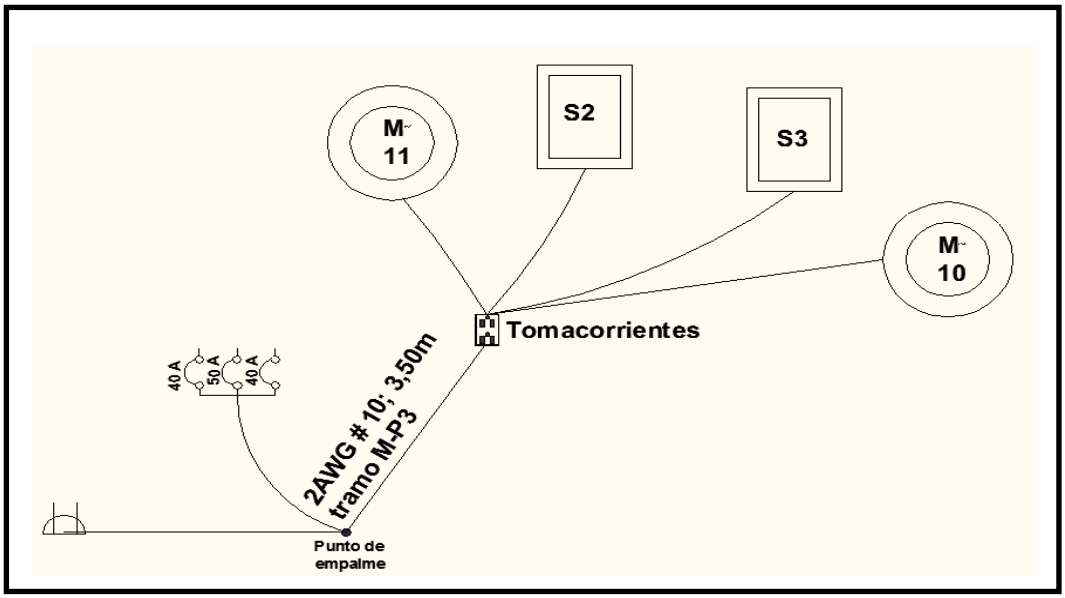


Fig. 20: diagrama del circuito 6
Autor: Ángel Andrade

1.17.14.5 Potencia del esmeril

P = Hp x 746 = ¾ x 746 = 559,5w $S = \frac{P}{cos\phi}$ (Ecuación 26)

Intensidad $S = \frac{559,5/1000}{1} = 0,5595\ KVA$

$$\mathrm{I} = \frac{P}{V} = \frac{559,5w}{110V} = 5,08$$

Potencia del compresor 2

P = Hp x 746 = 2 x 746 = 1492w $S = \frac{P}{cos\phi}$ (Ecuación 26)

Intensidad $S = \frac{1492/1000}{1} = 1,492\ KVA$

$$\mathrm{I} = \frac{P}{V\ xNxcos\phi} = \frac{1492w}{110Vx0,8x1} = 16,95\ A$$

Soldadora 2

P = V x In $S = \frac{P}{cos\phi}$ Ecuación 26

P = 110 V x 140A $S = \frac{15400}{1000} = 15,4$ KVA

P = 15400W Intensidad máxima de la soldadora

In = 140 A

Soldadora 3 Potencia

P = V x In

P = 110 x 90 A

P = 9900w

Intensidad máxima de la soldadora

$\mathrm{In} = 90\ A$

Potencia en KVA

$S = \frac{P}{cos\,\phi}$ (Ecuación 26)

$S = \frac{9900}{1000} = 9{,}9\ KVA$

1.17.15 Caída de tensión en el tramo M-P3

Carga total en el tomacorriente:

$P_{\text{tomacorriente}} = P_{\text{compresor2}} + P_{\text{soldadora 2}}$

$P_{\text{tomacorriente}}$ = 1492w + 15400W

$P_{\text{tomacorriente}}$ = 16892 W

$\mathrm{I} = \frac{Hpx\,746}{VxNxfP}$ Como Hpx746 es igual P (W)

Obtenemos la siguiente ecuación

$\mathrm{I} = \frac{P}{VX\ xNxcos\,\phi}$

$\mathrm{I} = \frac{16982w}{110Vx0{,}8x1} = 191{,}95\ A$

KVA-M = S (D)

KVA-M = 16, 89 (3, 50)

KVA-M = 59,15

Caída de tensión

ΔV (%) = (KVA-M) x K

ΔV (%) = (51.6) x 0,059 = 3,0

potencia en KVA

$S = \frac{P}{cos\,\phi}$ (Ecuación 26)

$S = \frac{16892/1000}{1} = 16{,}892\ KVA$

$\mathrm{K} = \frac{Rcos\,\phi + XLsen\,\phi}{5xKV^2}$ (Ecuación 31)

$\mathrm{K} = \frac{3{,}9(0{,}9) + 0.164(0{,}43)}{5x(110/1000)^2}$

$K = \frac{3{,}58}{0.0606}$

K= 0,059

1.17.16 Caída de tensión en el tramo N-P3

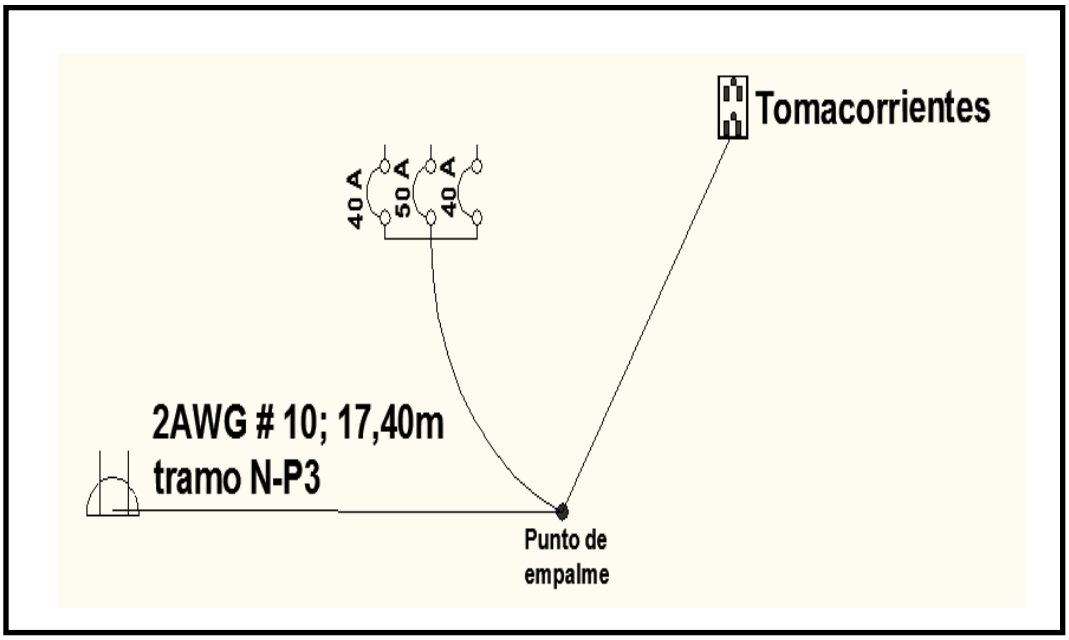


Fig. 21: diagrama del circuito 7
Autor: Ángel Andrade

Un tomacorriente de 1800W

P = 1800W

Cosϕ = 0, 9

$$S = \frac{P}{\cos\phi} = \frac{1800}{0,9} = 2KVA$$

$$\mathbf{Ic} = \frac{P}{\text{vx } \cos\phi} = \frac{1800}{110x\ 0,9} = \mathbf{18,18A}$$

KVA-M = 2(17, 40)

KVA-M = 34, 8

Caída de tensión

ΔV (%) = (KVA-M) x K

ΔV (%) = (34.8) x 0,0591 = 2,06

Constante

$$K = \frac{Rcos\,\phi + XLsen\,\phi}{5xKV^2}$$

$$K = \frac{3,9(0,9) + 0.164(0,45)}{5x(110/1000)^2}$$

$$K = \frac{3,58}{0.0606}$$

K= 0,059

1.17.17 Caída de tensión en el tramo 15

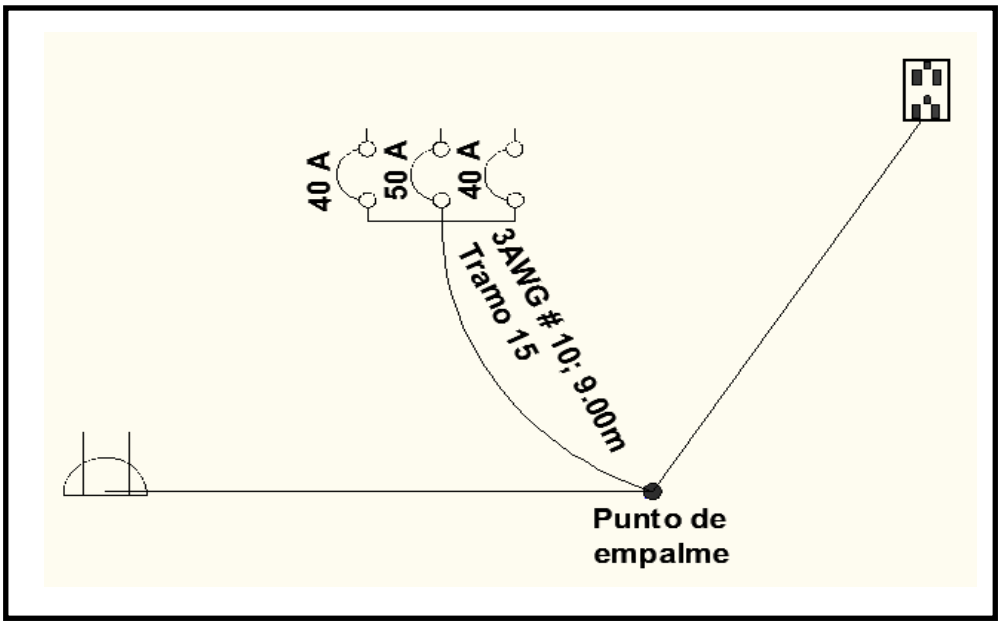


Fig. 22: diagrama del circuito 8
Autor: Ángel Andrade

1.17.17.1 Caída de tensión en el tramo que consiste del punto de empalme al conjunto de 3 breakers en el taller.

Potencia

P $_{tomacorriente}$ = P$_{compresor2}$ + P$_{soldadora\ 2}$

P $_{tomacorriente}$ = 1492w + 15400w

P $_{tomacorriente}$ = 16892 w

$$I = \frac{P}{VX\ xNxcos\,\phi}$$

$$I = \frac{16982w}{110Vx0{,}8x1} = 191{,}95\ A$$

KVA-M = S (D)

KVA-M = 16, 89 (3, 50)

KVA-M = 59, 15

$$S = \frac{P}{cos\,\phi}$$ (Ecuación 26)

$$S = \frac{16892/1000}{1} = 16{,}892\ KVA$$

$$K = \frac{Rcos\,\phi + XLsen\,\phi}{5xKV^2}$$ (Ecuación 31)

$$K = \frac{3{,}9(1) + 0.164(0)}{5x(110/1000)^2}$$

$$K = \frac{3{,}9}{0.0606}$$

K=0,0644

Caída de tensión

ΔV (%) = (KVA-M) x K (Ecuación 33)

ΔV (%) = (51.6) x 0,0644 = 3,81

TABLA DEL LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CARGAS INSTALADAS EN EL TALLER

Tabla número 15

CARGAS INSTALADAS EN EL TALLER									
CARGA	potencia Hp	PONTECIA Cv	potencia W	Voltaje	factor de potencia	intensidad Ip	temperatura °C	frecuencia	cap. µF
MOTOR 1	-	7,5	5520	220	0,86	35,5	40	60	540-648
MOTOR 2	3	-	2238	120	0,8	22	-	60	540-648
MOTOR 3	-	7,5	5520	220	0,86	35,5	40	60	540-648
MOTOR 4	3	-	2238	120	1	30,8	40	60	-
MOTOR 5	3/4	-	559,5	120	1	8,8	-	60	-
MOTOR 6	5	-	3730	220	1	22	-	60	-
SOLDADORA 1	-	-	25800	220	1	89		50/60	-
MOTOR 7	3/4	-	559,5	120	1	21		60	
MOTOR 8	3/4	-	-	120	1	21		60	-
MOTOR 9	2	-	1492	120	1	22	40	60	-
MOTOR 10	1/4		186,5	120	1	-	-	60	-
MOTOR 11	2	-	1492	120	1	22	40	60	
SOLDADORA 2	-		-	120	1	225	-	60	-
SOLDQADORA 3				120	1	90		60	-

1.17.18 Resultados de los cálculos realizados en el taller

Tablas de resultados de caídas de tensión y corriente que soporta cada circuito

Tabla 16: cálculos de caídas de tensión actual

cálculos de caídas de tensión actual														
Circuito 1														
denominación	carga unitaria en HP	P potencia en (W)	F.P	Carga S en KVA	voltaje	I (A)	tramo	Longitud (m)	KVA-M	ΔV (%)	ΔV	K	calibre de conductor	ΔV (%) total
M1	7,5	5520	0,86	6,419	220	36,47	A-P1	4,47	28,69	0,41	0,897	0,0142	2x10AWG-THW	3,22
M2	5	3730	0,8	4,663	110	52,98	B-P1	2,5	11,66	0,62	0,682	0,0532	2x10AWG-THW	
M3	7,5	6900	0,86	8,023	220	45,59	C-P1	1,5	9,63	0,14	0,301	0,0142	2x10AWG-THW	
caída de tensión en el tramo punto de empalme- breaker														
tramo 4	-	16150		19,104	220	135,04	P1-Cc	5,87	112	2,81	6,183		3x10AWG-THW	
Circuito 2														
M4	3	2208	1	2,208	110	25,09	D-Cc	4	8,83	0,57	0,626	0,0645	2x10AWG-THW	0,57
tomacorrientes		1800	1	1,800	110	16,36	Cc-E	4,5	20,82	2,27	2,498	0,1091	2x12AWG-THW	2,27
M5	3/4	552	1	0,552	110	6,27	E-F	5,1				0,1091	2x12AWG-THW	
tomacorrientes		1800	1	1,800	110	20,45	F-G	4,5				0,1091	2x12AWG-THW	
Circuito 3														
M6	5	3730	1	3,730	110	42,39	H-cc2	3,5	13,06	0,84	0,926	0,0645	2x10AWG-THW	0,84
S1		25800	1	25,800	220	146,59	I-cc2	2	51,60	0,83	1,829	0,0161	2x10AWG-THW	0,83
Circuito 4														
M7	0,75	559,5	1	0,560	110	6,36	J-P2	2	1,12	0,12	0,134	0,1091	2x12AWG-THW	1,38
M8	0,75	559,5	1	0,560	110	6,36	K-P2	1,5	0,84	0,09	0,101	0,1091	2x12AWG-THW	
M9	2	1492,0	1	1,492	110	16,95	L-P2	3,5	5,22	0,57	0,627	0,1091	2x12AWG-THW	
Tramo		2984	1	2,984	110	33,91	P2-Cc	2,5	7,46	0,81	0,890	0,1091	2x12AWG-THW	
Circuito 5														
M10	1/4	184	1	0,184	110	Los motores (M10, M11) y las soldadoras (S2,S3)son los que se conectan en el tomacorriente 1								
M11	2	1472	1	1,472	110									
S2		15400	1	15,400	110									
S3		9900		9,9	110									
toma corriente 1		16872	0,9	16,872	110		M-P3	3,5	59,05	3,49	3,844	0,0592	2x10AWG-THW	3,49
toma corriente 2		1800	0,9	2	110		N-P3	17,4	34,8	2,06	2,265	0,0592	2x10AWG-THW	2,06
caída de tensión en los alimentadores de distribución al alimentador general														
TRAMO Cc-P2		25121,0	1	25,121	220	99,91	Cc-P2	10	251,21	3,54	7,79	0,0164	2x10AWG-THW	9,82
TRAMO P2-Cg		43793,0	1	43,793	220	174,18	P2- Cg	10,17	445,37	6,28	13,82	0,0164	2x10AWG-THW	
TRAMO Cc2-Cg		29530,0	1	29,53	220	117,45	Cc2-Cg	15	442,95	6,25	13,74	0,0164	2x10AWG-THW	5,71

1.17.19 Caída de tensión en el circuito tomacorriente e iluminación en oficinas y bodegas

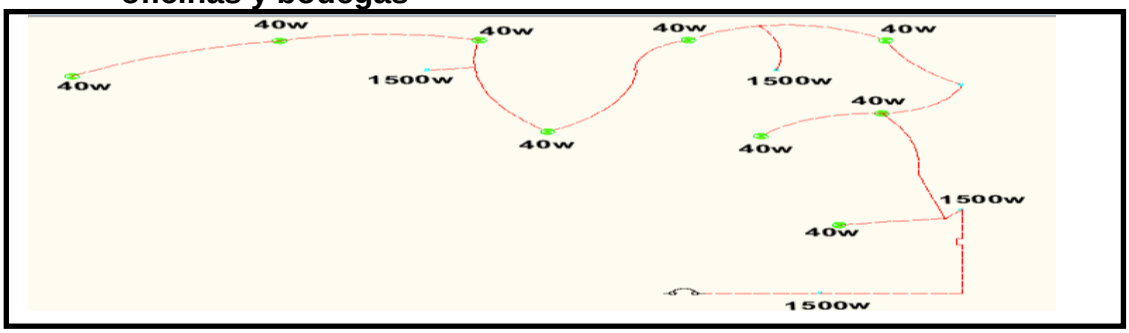


Figura 22: diagrama del circuito 9
Autor: Ángel Andrade

Carga total

$$\text{KVA} - \text{M} = \left(\frac{P}{\cos\phi}\right) x0{,}001x\ L \quad \text{(Ecuación 32)}$$

$$= \left(\frac{210w}{0{,}9}\right) x0{,}001x\ 2{,}28 = 0{,}53$$

$$= \left(\frac{210w}{0{,}9}\right) x0{,}001x9{,}78 = 2{,}28$$

$$= \left(\frac{14}{0{,}9}\right) x0{,}001x\ 12{,}06 = 0{,}19$$

$$= \left(\frac{28}{0{,}9}\right) x0{,}001x\ 14{,}28 = 0{,}44$$

$$= \left(\frac{210}{0{,}9}\right) x0{,}001x\ 16{,}93 = 3{,}95$$

$$= \left(\frac{14}{0{,}9}\right) x0{,}001x\ 19{,}53 = 0{,}30$$

$$= \left(\frac{210}{0{,}9}\right) x0{,}001x\ 21{,}10 = 4{,}92$$

$$= \left(\frac{14}{0{,}9}\right) x0{,}001x\ 26{,}39 = 0{,}41$$

$$= \left(\frac{14}{0{,}9}\right) x0{,}001x\ 29{,}82 = 0{,}46$$

$$= \left(\frac{210}{0{,}9}\right) x0{,}001x\ 31{,}16 = 7{,}27$$

$$= \left(\frac{14}{0{,}9}\right) x0{,}001x\ 35{,}87 = 0{,}56$$

$$= \left(\frac{14}{0{,}9}\right) x0{,}001x\ 39{,}73 = 0{,}62$$

$$= \left(\frac{14}{0{,}9}\right) x0{,}001x\ 44{,}23 = 0{,}69$$

KVA -M Total = 22,62

caída de tensión

$$\text{K} = \frac{R\cos\phi + XL\,sen\,\phi}{5xKV^2} \quad \text{(Ecuación 31)}$$

$$\text{K} = \frac{10{,}2(0{,}9)+0{,}19(0{,}44)}{5x(\frac{110}{1000})^2}$$

K= 0,129

ΔV (%) = (KVA-M) x K (Ecuación 33)

ΔV (%) = (22, 62) x 0,129

ΔV (%) = 2, 92

1.17.20 TABLA DEL LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CARGAS INSTALADAS EN EL TALLER

Tabla 17: cargas instaladas en el taller

CARGAS INSTALADAS EN EL TALLER									
CARGA	potencia Hp	PONTECIA Cv	potencia W	Voltaje	factor de potencia	intensidad Ip	temperatura °C	frecuencia	cap. µF
MOTOR 1	-	7,5	5520	220	0,86	35,5	40	60	540-648
MOTOR 2	3	-	2238	120	0,8	22	-	60	540-648
MOTOR 3	-	7,5	5520	220	0,86	35,5	40	60	540-648
MOTOR 4	3	-	2238	120	1	30,8	40	60	-
MOTOR 5	3/4	-	559,5	120	1	8,8	-	60	-
MOTOR 6	5	-	3730	220	1	22	-	60	-
SOLDADORA 1	-	-	25800	220	1	89		50/60	-
MOTOR 7	3/4	-	559,5	120	1	21		60	
MOTOR 8	3/4	-	-	120	1	21		60	-
MOTOR 9	2	-	1492	120	1	22	40	60	-
MOTOR 10	1/4		186,5	120	1	-	-	60	-
MOTOR 11	2	-	1492	120	1	22	40	60	
SOLDADORA 2	-		-	120	1	225	-	60	-
SOLDADORA 3				120	1	90		60	-

Tabla 18: cálculos de caída de tensión en los circuitos de iluminación y tomas en oficina y bodegas.

CÁLCULOS DE CAIDA DE TENSIÓN EN LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN Y TOMAS EN OFICINA Y BODEGAS																				
cargas	Carga unitario (w)	Fac Coinc	Carga Inst. (W)	D.M.T	factor de potencia	S potencia en KVA	V (v)	S potencia en KVA total	calibre de conductor	longitud	ΣKVA - m	ΔV	ΔV%	K	ΔV% total	Fac sim	D.M.C (w)	In (A)	Im (A)	BRAKER instalado
tomacorriente 1	300	0,7	210	1176	1	0,21	120	1,19	2x14AWG-THW	2,28	0,48	0,082	0,07	0,129	2,91	0,9	1058,4	8,82	11,03	20
tomacorriente 2	300	0,7	210		1	0,21	120		2x14AWG-THW	9,78	2,05	0,352	0,29	0,129		0,9				
lámpara 1	20	0,7	14		0,9	0,02	120		2x14AWG-THW	12,06	0,19	0,029	0,02	0,129		0,9				
lámpara 2	40	0,7	28		0,9	0,03	120		2x14AWG-THW	14,28	0,44	0,069	0,06	0,129		0,9				
tomacorriente 2	300	0,7	210		1	0,21	120		2x14AWG-THW	16,93	3,56	0,609	0,51	0,129		0,9				
lámpara 3	20	0,7	14		0,9	0,02	120		2x14AWG-THW	19,53	0,30	0,047	0,04	0,129		0,9				
tomacorriente 3	300	0,7	210		1	0,21	120		2x14AWG-THW	21,1	4,43	0,759	0,63	0,129		0,9				
lámpara 4	20	0,7	14		0,9	0,02	120		2x14AWG-THW	26,39	0,41	0,063	0,05	0,129		0,9				
lámpara 5	20	0,7	14		0,9	0,02	120		2x14AWG-THW	29,82	0,46	0,072	0,06	0,129		0,9				
tomacorriente 4	300	0,7	210		1	0,21	120		2x14AWG-THW	31,16	6,54	1,121	0,93	0,129		0,9				
lámpara 6	20	0,7	14		0,9	0,02	120		2x14AWG-THW	35,87	0,56	0,086	0,07	0,129		0,9				
lámpara 7	20	0,7	14		0,9	0,02	120		2x14AWG-THW	39,78	0,62	0,096	0,08	0,129		0,9				
lámpara 8	20	0,7	14		0,9	0,02	120		2x14AWG-THW	44,23	0,69	0,106	0,09	0,129		0,9				

Cálculo de la demanda máxima total, para calcular la carga instalada aplicamos la ecuación siguiente: P instalada= P X factor de coincidencia, el factor de coincidencia será 0,7 (anexo)

Carga instalada en cada circuito	**Ecuación para la carga instalada**	**Carga instalada**
	$P_{instalada}$= P X factor de coincidencia	
Circuito 1= 19100VA	19100 X 0, 7	13373 VA
Circuito 2= 6360 VA	6360 X 0, 7	4452 VA
Circuito 3= 29530 VA	29530 X 0, 7	20671VA
Circuito 4 =2984 VA	2984 X 0, 7	2089 VA
Circuito 5= 18672 VA	18672 X 0, 7	13070 VA
Circuito 6= 16580 VA	16580 X 0,7	11606 VA
Total instalada en los circuitos del taller		67230 VA

Calculo de la demanda máxima en la carga en VA; para encontrar este valor aplicamos el siguiente ecuación $S_{instalada}$= S X factor de simultaneidad, el valor de simultaneidad es 0,9 (anexo C. tabla 3)

Carga instalada en cada circuito	Ecuación para ver la carga instalada	DMC
	$S_{instalada}$= S X factor de simultaneidad	
Circuito 1= 13373 VA	13373 X 0, 9	12036 VA
Circuito 2= 3052 VA	3052X 0, 9	2747 VA
Circuito 3= 20671 VA	20671X 0, 9	18604 VA
Circuito 4 =2086 VA	2086X 0, 9	1877 VA
Circuito 5= 12433 VA	12433 X 0, 9	11190 VA
Circuito 6= 1190 VA	1190 X 0, 9	749,7 VA
D.M.C.T instalada en los circuitos del taller		4720 VA

Intensidad que soporta cada circuito

$$I = \frac{S}{V}$$

$$Ic1 = \frac{12036}{220} = 54{,}71 \qquad Ic2 = \frac{2747}{220} = 12{,}48$$

$$Ic3 = \frac{18604}{220} = 84{,}56 \qquad Ic4 = \frac{1877}{220} = 8{,}53$$

La capacidad del transformador será

$$KVA = \frac{4720}{1000} = 47{,}2$$

$Ic5 = \frac{11190}{220}$ =50,86 $Ic6 = \frac{749,7\ 4}{120}$ =6,25

Cuadro de resultados que se dan en las cargas

Tabla 19: calculo de KVA en las cargas

Cálculo de KVA en las cargas													
cargas	Carga unitario (w)	Fac Coinc	carga en KVA	carga instalada	Fac sim	V (v)	D.M.C en VA	DMT	D.M.C.T en KAV	In (A)	In (A)	BRAKER instalado en Cc	BRAKER instalado en Cg
circuito 1	14770	0,7	19,10	13,373	0,9	220	12036	52,45	47,20	54,71	68,38	50	50
circuito2	4360	0,7	4,36	3,052		220	2747			12,49	15,61	40	
circuito 3	29530	0,7	29,53	20,671		220	18604			84,56	105,70	50	
circuito 4	2984	0,7	2,98	2,086		220	1877			8,53	10,67	40	50
circuito 5	17672	0,7	17,76	12,433		220	11190			50,86	63,58		
circuito 6	1680	0,7	1,19	0,833		220	749,7			6,25	7,82	20	20

Tabla 29: Resumen del las cargas en KVA total

RESUMEN	
CARGA INSTALADA	47203
FACTOR DE COINCIDENCIA	0,7
FACTOR DE SIMULTANEIDAD	0,9
D.M.C.T	47,2
KVA TOTAL	47,2

Después de realizar el análisis por medio de los cálculos, se ha podido comprobar que las instalaciones actúales en este taller no cuentan con las normas técnicas requeridas, ya que según las normas NEC la caída de tensión en la acometida del tablero general no debe ser mayor del 1,5%, y del tablero general al último punto

deberá ser no mayor al 2,5%, (http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/261/10/Capitulo_4.pdf)

La distribución de la energía eléctrica no están realizadas correctamente, cabe recalcar que las acometidas principales no tienen tubería los conductores se encuentran a la intemperie.

El transformador de 15 KVA que está soportando actualmente la carga es muy bajo, dado que la carga total instalada es de 47,2 KVA, el local requiere de un transformador de 50 KVA.

En el local de carpintería solo se encuentra instalada un solo foco de 40W por lo tanto la iluminación es muy deficiente; y en el área de mecánica no hay iluminación.

1.18 REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA CORREGIR LA CAÍDA DE TENSIÓN

La propuesta planteada en este proyecto está enfocada a un rediseño de las instalaciones eléctricas para un mejor rendimiento en los motores eléctricos y una buena iluminación.

En este local es necesario ubicar un centro de carga colocando tableros de distribución, Y para proteger los motores y equipos de oficina instalar puesta a tierra, al momento la instalación no tiene puestas a tierra

En el área de carpintería y mecánica no cuentan con iluminación, es necesario colocar luminarias de acuerdo a la cantidad de lúmenes requerida.

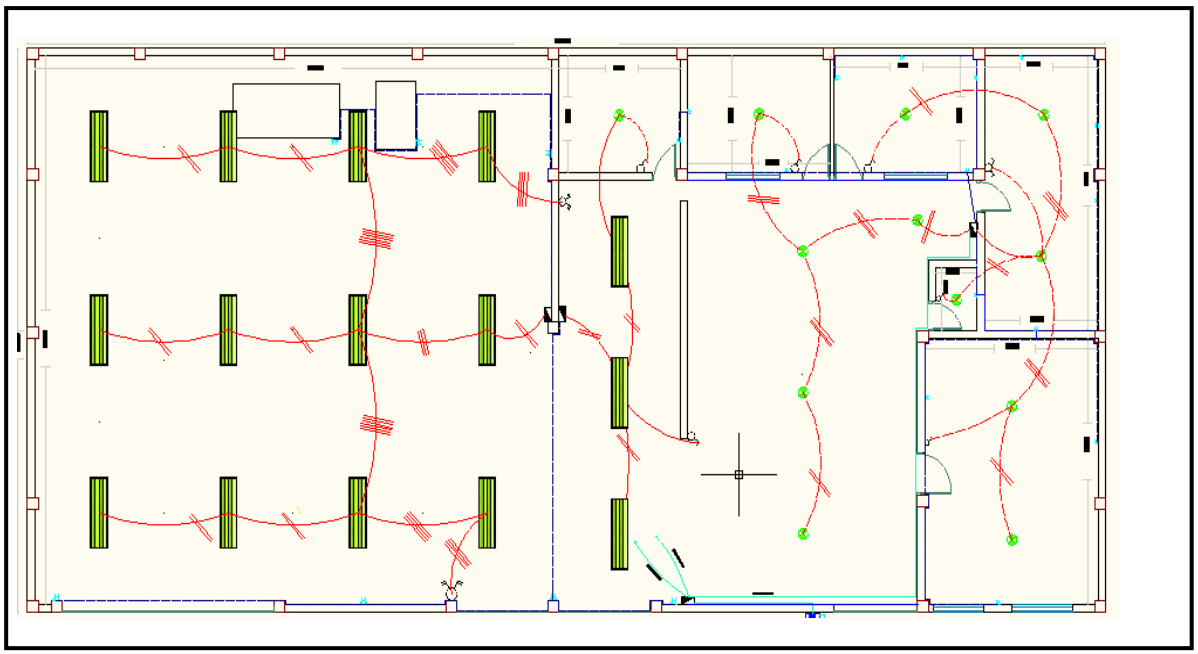


Fig. 23: distribución de energía eléctrica para iluminación y tomacorrientes
Autor: Ángel Andrade

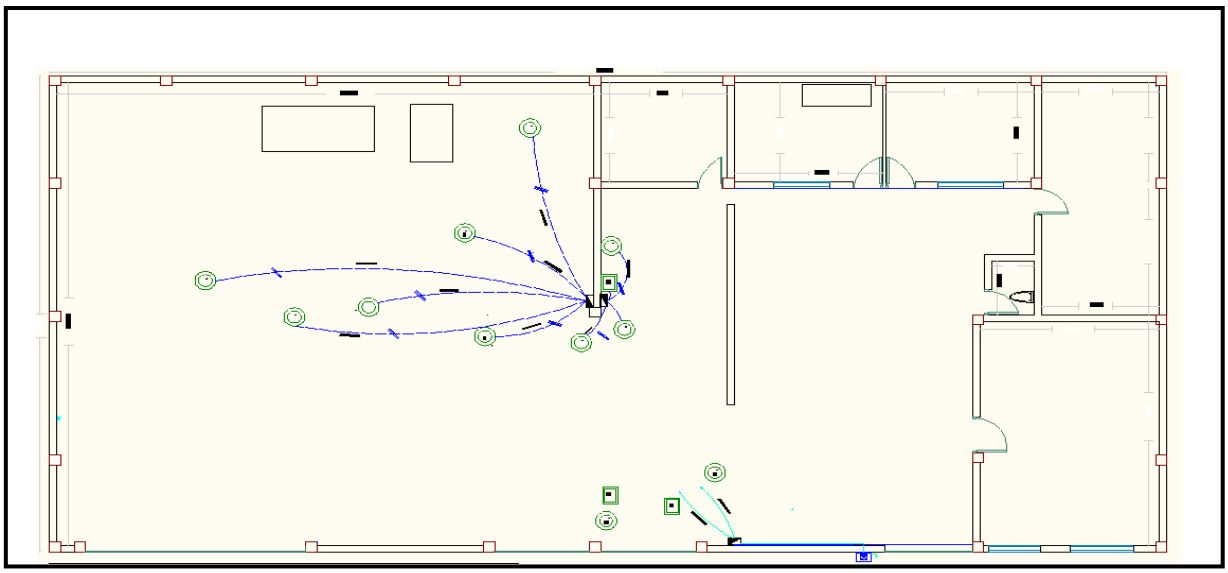


Fig. 24: distribucion de energia electrica para los motores
Autor: Ángel Andrade

1.18.1 Cálculos de caídas de tensión en los circuitos de td1 y las cargas instaladas

Pa realizar estos cálculos utilizaremos la ecuación 32, para KVA-M, 26 para Potencia, 36 para la corriente, para la caída de tensión esta ecuación $\Delta V\% = \frac{\text{KVA– M total}}{\text{KVA– M conductor}}$

1.18.1.1 Circuito de iluminación 1

$$KVA - M = S\ x\ L = \frac{P}{COS\ \varphi}\ x\ 0{,}001\ x\ L$$

$$KVA - M = \frac{80}{0{,}9}\ x\ 0{,}001\ x\ 2 \quad = \quad 0{,}17$$

$$KVA - M = \frac{145}{0{,}9}\ x\ 0{,}001\ x\ 5{,}50 = \quad 0{,}89$$

$$KVA - M = \frac{80}{0{,}9}\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}30 = \quad 0{,}83$$

$$KVA - M = \frac{80}{0{,}9}\ x\ 0{,}001\ x\ 13{,}10 = 1{,}16$$

POTENCIA

$$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{385}{0{,}9} = 427{,}78\ VA$$

INTENSIDAD

$$I = \frac{S}{V\ X\ COS\ \varphi}$$

$$In = \frac{427{,}78}{120\ X\ 0{,}9} = 3{,}96\ A$$

KVA- M TOTAL = 3,05

Para sacar el porcentaje de $\Delta V\%$ dividimos el KVA-M total del circuito para el KVA-M del conductor; los valores del KVA-M del conductor se encuentran en el anexo C tabla 2

Considerando el valor del KVA-M obtenido se puede utilizar un conductor numero 14 AWG

$$\Delta V\% = \frac{\text{KVA – M total}}{\text{KVA – M conductor}} = \frac{3{,}05}{8{,}37} = 0{,}36$$

1.18.1.2 Circuito de iluminación 2

POTENCIA

$KVA - M = \frac{305}{0,9}\ x\ 0,001\ x\ 2 \quad = \quad 0,68$

$KVA - M = \frac{80}{0,9}\ x\ 0,001\ x\ 6,20 \ = \ 0,55$

$KVA - M = \frac{80}{0,9}\ x\ 0,001\ x\ 10 \ = \ 089$

KVA- M TOTAL = 2 ,12

$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{465}{0,9} = 516,67\ VA$

INTENSIDAD

$In = \frac{S}{V\ X\ COS\ \varphi}$

$In = \frac{516,67}{120\ X\ 0,9} = 4,78\ A$

$\Delta V\% = \frac{\text{KVA} - \text{M total}}{\text{KVA} - \text{M conductor}} = \frac{2,12}{8,37} = 0,25$

En los tomacorriente utilizaremos el conductor numero 12AWG el KVA-M para este conductor es 11,74

1.18.1.3 Circuito de tomacorriente 1

$KVA - M = \frac{300}{0,9}\ x\ 0,001\ x\ 2,58 \quad = \quad 0,86$

$KVA - M = \frac{1200}{0,9}\ x\ 0,001\ x\ 5.33 \ = \ 7,11$

$KVA - M = \frac{300}{0,9}\ x\ 0,001\ x\ 9,89 \quad = \quad 3,39$

$KVA - M = \frac{300}{0,9}\ x\ 0,001\ x\ 12,58 \quad = \quad 4,19$

$KVA - M = \frac{300}{0,9}\ x\ 0,001\ x\ 15,03 \quad = \quad 5,01$

KVA- M TOTAL = 20,56

POTENCIA

$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{2400}{0,9} = 2667\ VA$

Intensidad en el circuito

$In = \frac{S}{V\ X\ COS\ \varphi}$

$In = \frac{2667}{120\ X\ 0,9} = 24,69\ A$

Ip = 24,69 x 1,25 = 30,86 A

$\Delta V\% = \frac{\text{KVA} - \text{M total}}{\text{KVA} - \text{M conductor}} = \frac{20,56}{11,74} = 1,75$

1.18.1.4 Circuito de tomacorriente 2

$KVA - M = \frac{1200}{0,9}\ x\ 0,001\ x\ 2,10 \ = \ 2,80$

$KVA - M = \frac{300}{0,9}\ x\ 0,001\ x\ 7,96 \ = \ 2,65$

$KVA - M = \frac{300}{0,9}\ x\ 0,001\ x\ 11,92 \ = \ 3,97$

$KVA - M = \frac{300}{0,9}\ x\ 0,001\ x\ 13,47 \ = \ 4,49$

Potencia

$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{2100}{0,9} = 2333\ VA$

Intensidad

$In = \frac{S}{V\ X\ COS\ \varphi}$

$In = \frac{2667}{120\ X\ 0,9} = 21,60\ A$

KVA- M TOTAL = 13, 91 Ip = 21,60x 1,25 = 27 A

$$\Delta V\% = \frac{\text{KVA} - \text{M total}}{\text{KVA} - \text{M conductor}} = \frac{13{,}91}{11{,}74} = 1{,}18$$

1.18.2 Cálculos de caídas de tensión en los circuitos de Td2 y las cargas instaladas

Iluminación
Potencia

$$KVA - M = \frac{464}{0{,}9}\ x\ 0{,}001\ x\ 5{,}56 = 2{,}87$$

$$KVA - M = \frac{232}{0{,}9}\ x\ 0{,}001\ x\ 8{,}12 = 2{,}09$$

$$KVA - M = \frac{65}{0{,}9}\ x\ 0{,}001\ x\ 12{,}60 = 0{,}91$$

KVA- M TOTAL = 4,77

$$\Delta V\% = \frac{\text{KVA} - \text{M total}}{\text{KVA} - \text{M conductor}} = \frac{4{,}77}{8{,}37} = 0{,}57$$

$$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{852}{0{,}9} = 946{,}67\ VA$$

Intensidad

$$In = \frac{S}{V\ X\ COS\ \varphi}$$

$$In = \frac{946{,}67}{120\ X\ 0{,}9} = 8{,}79\ A$$

Ip = 8,79 x 1,25 = 10,96 A

1.18.2.1 Tomacorrientes

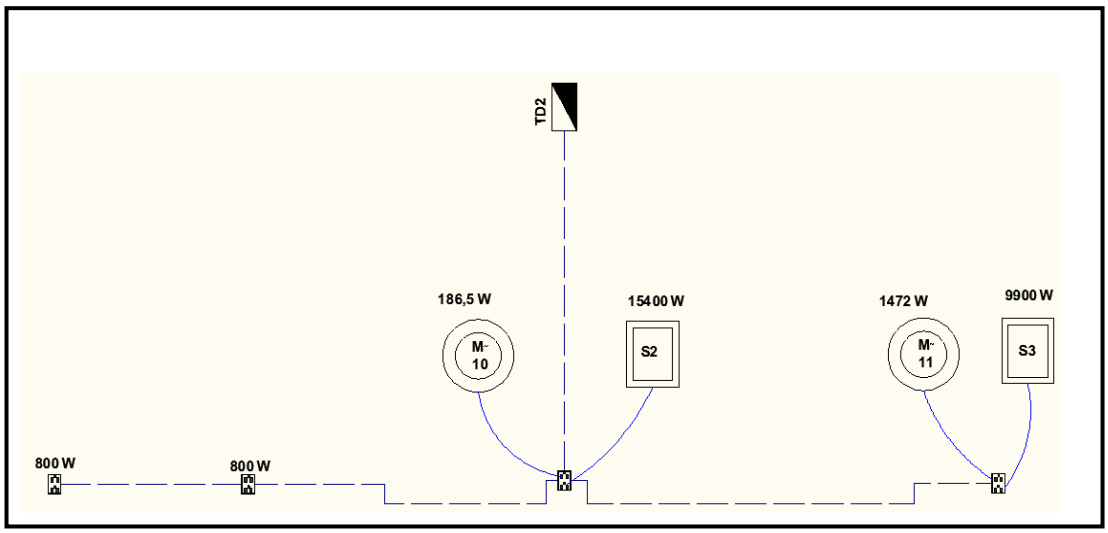


Figura 25: circuito 1 de tomacorrientes diagrama de dediseño en Td2
Autor Angel Andrade

$$KVA - M = \frac{15870}{1}\ x\ 0{,}001\ x\ 8 = 124$$

$$KVA - M = \frac{800}{1}\ x\ 0{,}001\ x\ 16{,}12 = 12{,}89$$

$$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{17470}{1} = 17470\ VA$$

Intensidad

$KVA - M = \frac{800}{1}\ x\ 0{,}001\ x\ 28{,}72 = 22{,}98$

KVA- M TOTAL = 160

$\Delta V\% = \frac{\mathbf{KVA-\ M\ total}}{\mathbf{KVA-\ M\ conductor}} = \frac{\mathbf{160}}{\mathbf{75{,}56}} = \mathbf{2{,}12}$

$In = \frac{S}{V\ X\ COS\ \varphi}$

$In = \frac{17470}{120\ X\ 1} = 145{,}58\ A$

Ip = 145.58 x 1,25 = 182 A

1.18.2.2 Motor 7

$KVA - M = \frac{558{,}75}{1}\ x\ 0{,}001\ x\ 4{,}92 = 2{,}75$

$KVA - M\ \% = \frac{2{,}75}{11{,}74} = 0{,}23$

Potencia

$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{558{,}75}{1} = 558{,}75\ VA$

Intensidad

$In = \frac{s}{V\ x\ COS\ \varphi} = \frac{558{,}75}{120\ x\ 1} = 4{,}66A$

Ip = 4,66 x 1,25 = 5,8

1.18.2.3 Motor 8

$KVA - M = \frac{558{,}75}{1}\ x\ 0{,}001\ x\ 2{,}8 = 1{,}56$

$KVA - M\ \% = \frac{1{,}56}{11{,}74} = 0{,}13$

Potencia

$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{558{,}75}{1} = 558{,}75\ VA$

Intensidad

$In = \frac{s}{V\ x\ COS\ \varphi} = \frac{558{,}75}{120\ x\ 1} = 4{,}66A$

Ip = 4,66 x 1,25 = 5,85

1.18.2.4 Motor 9

$KVA - M = \frac{1490}{1}\ x\ 0{,}001\ x\ 2{,}17 = 3{,}23$

$KVA - M\ \% = \frac{3{,}23}{11{,}74} = 0{,}27$

Potencia

$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{1490}{1} = 1490\ VA$

Intensidad

$In = \frac{s}{V\ x\ COS\ \varphi} = \frac{1490}{120\ x\ 1} = 12{,}42A$

Ip = 12,42 x 1,25 = 15,52

1.18.2.5 Soldadora 1

$KVA - M = \frac{19580}{1}\ x\ 0{,}001\ x\ 2\ =\ 39{,}16$

$KVA - M\ \% = \frac{39{,}16}{63} = 0{,}62$

Potencia

$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{19580}{1} = 19580\ VA$

Intensidad

$In = \frac{s}{V\ x\ COS\ \varphi} = \frac{19580}{220\ x\ 1} = 89A$

Ip = 89 x 1, 25 = 111, 25

1.18.3 Cálculos de caídas de tensión en los circuitos de TD3 y las cargas instaladas

Circuito de iluminación

$KVA - M = \frac{232}{0{,}9}\ x\ 0{,}001\ x\ 4{,}61\ =\ 1{,}19$

$KVA - M = \frac{1645}{0{,}9}\ x\ 0{,}001\ x\ 8{,}23 = 15{,}43$

$KVA - M = \frac{464}{0{,}9}\ x\ 0{,}001\ x\ 12{,}90 =\ 6{,}65$

$KVA - M = \frac{232}{0{,}9}\ x\ 0{,}001\ x\ 16{,}52\ =\ 5{,}26$

$KVA - M = \frac{232}{0{,}9}\ x\ 0{,}001\ x\ 20{,}14\ =\ 5{,}19$

KVA- M TOTAL = 33,72

Potencia

$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{2784}{0{,}9} = 3093VA$

Intensidad

$In = \frac{S}{V\ X\ COS\ \varphi}$

$In = \frac{3093}{120\ X\ 0{,}9} = 28{,}64\ A$

Ip = 28,64x 1,25 = 35,80 A

$\Delta V\% = \frac{\text{KVA} - \text{M total}}{\text{KVA} - \text{M conductor}} = \frac{33{,}72}{18{,}60} = 1{,}81$

1.18.3.1 CIRCUITO DE TOMACORRIENTES

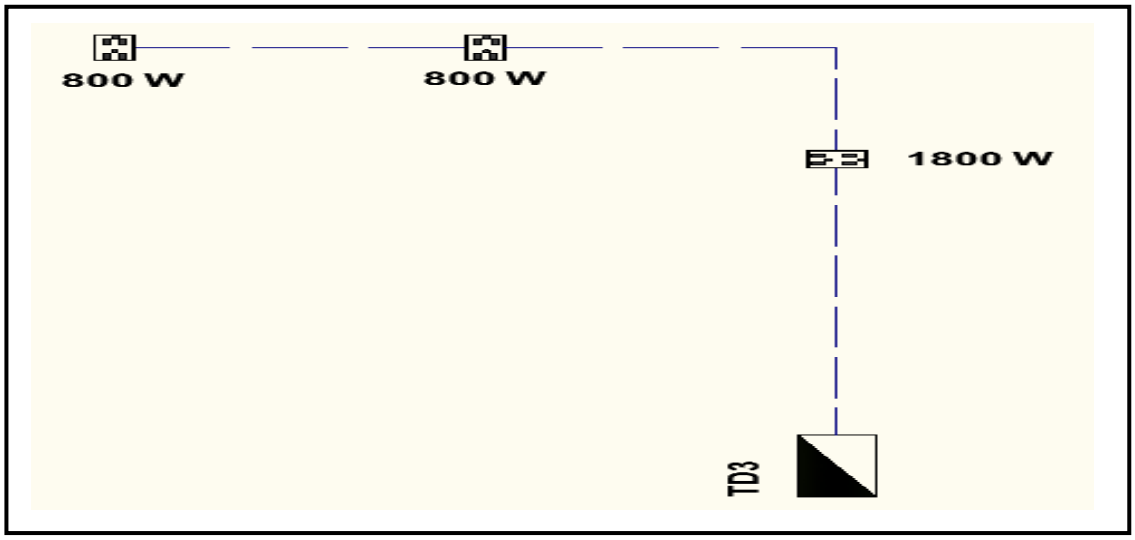


Fig. 26: circuito 2 de toma corrientes diagrama de dediseño en Td3.
Autor Ángel Andrade

$$KVA - M = \frac{1800}{1}\ x\ 0{,}001\ x\ 5{,}71\ =\ 10{,}28$$

$$KVA - M = \frac{800}{1}\ x\ 0{,}001\ x\ 10{,}28 =\ 8{,}22$$

$$KVA - M = \frac{800}{1}\ x\ 0{,}001\ x\ 13{,}36 =\ 10{,}69$$

KVA- M TOTAL = 29,19

$$\Delta V\% = \frac{\text{KVA} - \text{M total}}{\text{KVA} - \text{M conductor}} = \frac{29{,}19}{18{,}60} = 1{,}57$$

$$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{3400}{1} = 3400VA$$

Intensidad

$$In = \frac{S}{V\ X\ COS\ \varphi}$$

$$In = \frac{3400}{120\ X\ 1} = 28{,}33\ A$$

Ip = 128,33 x 1,25 = 35,42 A

1.18.3.2 Motor 1

$$KVA - M = \frac{5587{,}5}{0{,}86}\ x\ 0{,}001\ x\ 11{,}76\ = 76{,}41$$

$$KVA - M\ \% = \frac{76{,}41}{99} = 0{,}77$$

Potencia

$$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{87{,}5}{0{,}86} = 6497\ VA$$

Intensidad

$$In = \frac{s}{V\ x\ \ n\ x\ COS\ \varphi} = \frac{6497}{220\ x\ 0{,}8\ x\ 0{,}86} = 42{,}92$$

Ip = 42,92 x 1,25 = 53,66A

1.18.3.3 Motor 2

$KVA - M = \frac{2235}{0,8}\ x\ 0,001\ x\ 11,76\ = 32,85$

Potencia

$KVA - M\ \% = \frac{32,85}{29,60} = 0,33$

$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{2235}{0,8} = 2794VA$

Intensidad

$$In = \frac{s}{V\ x\ \ n\ x\ COS\ \varphi} = \frac{2794}{120\ x\ 0,8\ x\ 0,8} = 36,38$$

Ip = 36,38 x 1,25 = 45,48 A

1.18.3.4 Motor 3

$KVA - M = \frac{5587,5}{0,86}\ x\ 0,001\ x\ 7,35\ = 47,75$

Potencia

$KVA - M\ \% = \frac{47,75}{99} = 0,48$

$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{87,5}{0,86} = 6497\ VA$

Intensidad

$$In = \frac{s}{V\ x\ \ n\ x\ COS\ \varphi} = \frac{6497}{220\ x\ 0,8\ x\ 0,86} = 42,92$$

Ip = 42,92 x 1,25 = 53,66ª

1.18.3.5 Motor 4

$KVA - M = \frac{2235}{1}\ x\ 0,001\ x\ 5,35\ = 11,96$

Potencia

$KVA - M\ \% = \frac{11,96}{29,60} = 0,40$

$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{2235}{1} = 2235\ VA$

Intensidad

$$In = \frac{s}{V\ x\ \ n\ x\ COS\ \varphi} = \frac{2235}{120\ x\ 0,8\ x\ 1} = 23,28$$

Ip = 23,28 x 1,25 = 29,10

1.18.3.6 Motor 5

$KVA - M = \frac{558,75}{1}\ x\ 0,001\ x\ 4,97 = 2,78$

$KVA - M\ \% = \frac{2,78}{11,74} = 0,24$

Potencia

$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{558,75}{1} = 558,75\ VA$

Intensidad

$$In = \frac{s}{V\ x\ \ n\ x\ COS\ \varphi} = \frac{558,75}{120\ x\ 0,8\ x\ 1} = 5,82$$

Ip = 5,82 x 1,25 = 7,28 A

1.18.3.7 Motor 6

$KVA - M = \frac{3725}{1}\ x\ 0,001\ x\ 6,84 = 25,48$

$KVA - M\ \% = \frac{25,48}{29,60} = 0,86$

Potencia

$S = \frac{P}{COS\ \varphi} = \frac{3725}{1} = 3725\ VA$

Intensidad

$In = \frac{s}{V\ x\ \ n\ x\ COS\ \varphi} = \frac{3725}{120\ x\ 0,8\ x\ 1} = 38,80A$

Ip = 38,80 x 1,25 = 48,50 A

Tabla de resultados de los cálculos en el rediseño de las instalaciones eléctricas

Tabla 30:

CÁLCULOS DE CAIDA DE TENSIÓN EN TD1- cargas instaladas																					
Circuitos	Potencia unitario (W)	potencia total (W)	cos φ	Distancia (m)	ΣKVA - m	V (v)	# de conductor	potencia en VA	KVA-M conductores 1%	ΔV%	ΔV	Vt	Factor de coin	Carga instalada	D.M.T	factor de sim	D.M.C en VA	D.M.C .T en KVA	Intensidad	Breaker
Iluminación 1	80	385	0,9	13,1	3,05	120	14	428	8,370	0,36	0,44	119,56	0,7	299	4161	0,9	269,5	3,75	3,96	10
Iluminación 2	80	465	0,9	10	2,12	120	14	517	8,370	0,25	0,30	119,70	0,7	362		0,9	325,5		4,78	10
tomas 1	300	2400	0,9	15,98	9,07	120	12	2667	11,736	0,77	0,93	119,07	0,7	1867		0,9	1680		24,69	30
tomas 2	300	2100	0,9	13,06	5,43	120	12	2333	11,736	0,46	0,56	119,44	0,7	1633		0,9	1470		21,60	30

Tabla 31:

CÁLCULOS DE CAIDA DE TENSIÓN DE LOS CIRCUITOS TD2- cargas instaladas																					
Circuitos	Potencia unitario (W)	potencia total (W)	cos φ	Distancia (m)	ΣKVA - m	V (v)	# de conductor	potencia en VA	KVA-M conductores 1%	ΔV%	ΔV	Vt	Factor de coin	Carga instalada	D.M.T	factor de simultaneidad	D.M.C en VA	D.M.C.T en KVA	Intensidad	intensidad máxima	Breaker
Iluminación	232	852	0,9	14,09	4,77	120	14	946,67	8,37	0,57	0,68	119,32	0,7	662,667	28423	0,9	596,4	25,581	8,77	10,96	15
TOMAS	800	17470	1	31.39	25,67	120	12	17470	11,74	2,19	2,62	117,38	0,7	12229		0,9	11006		145,58	182	40
M7	0,75	558,75	1	4,92	2,7	120	12	558,75	11,74	0,2	0,28	119,72	0,7	391,125		0,9	352,01		5,820	7,28	10
M8	0,75	558,75	1	2,8	1,6	120	12	558,75	11,74	0,1	0,16	119,84	0,7	391,125		0,9	352,01		5,820	7,28	10
M9	2	1490	1	2,17	3,2	120	12	1490,00	11,74	0,3	0,33	119,67	0,7	1043		0,9	938,7		15,52	19,40	15
S1	-	19580	1	2	39,2	220	10	19580,00	63,00	0,6	1,37	218,63	0,7	13706		0,9	12335		89	111,3	120

Tabla 32

CÁLCULOS DE CAÍDAS DE TENSIÓN EN LOS CIRUITOS TD3- cargas instaladas																					
Circuitos	Potencia (Hp)	Carga Inst. (W)	cosφ	Distancia (m)	ΣKVA - m	V (V)	# de conductor	potencia en VA	KVA-M conductores 1%	ΔV%	ΔV	Vt	Factor de coin	Carga Inst.	D.M.T	factor de sim	D.M.C en VA	D.M.C.T en KVA	In (A)	Im (A)	Breaker
Iluminación	232	2784	0,9	20,84	33,72	120	12	3093	18,60	1,81	2,18	117,82	0,7	2165,33	20160	0,9	1948,8	18,14	28,64	35,80	40
TOMAS	800	3400	1	13,36	29,19	120	10	3400	18,60	1,57	1,88	118,12	0,7	2380		0,9	2142		28,33	35,42	40
M1	7,5	5587,5	0,9	11,76	76,41	220	8	6497	99,00	0,8	1,70	218,30	0,7	4547,97		0,9	4093,2		42,92	53,66	60
M2	3	2235	0,8	9,36	32,85	120	8	2794	29,60	1,1	1,33	118,67	0,7	1955,63		0,9	1760,1		36,38	45,47	50
M3	7,5	5587,5	0,9	7,35	47,75	220	8	6497	99,00	0,5	1,06	218,94	0,7	4547,97		0,9	4093,2		42,92	53,66	50
M4	3	2235	1	5,35	11,96	120	8	2235	29,60	0,4	0,48	119,52	0,7	1564,5		0,9	1408,1		23,28	29,10	30
M5	0,75	558,75	1	4,97	2,78	120	12	559	11,736	0,2	0,28	119,72	0,7	391,125		0,9	352,01		5,82	7,28	10
M6	5	3725	1	6,84	25,48	220	8	3725	29,60	0,9	1,89	218,11	0,7	2607,5		0,9	2346,8		21,16	26,46	50

Tabla de resultados de caídas de tensión entre los tableros de distribución y el tablero general, y la demanda máxima proyectada en las cargas

Tabla 33

CAÍDAS DE TENSIÓN ENTRE LOS TABLEROS DE IDSTRIBUCION																				
Circuitos	# De cargas	Carga Inst. (W)	cosφ	Dimensión (m)	ΣKVA - m	V (V)	# de conductor	potencia en VA	KVA-M conductores 1%	Δv %	ΔV	Vt	Factor de coin	D.M.T	factor de sim	D.M.C.T en KVA	In (A)	Im (A)	Breaker
TDG-TD1	4	5350	0,9	12,43	73,89	120	2X4AWG-THW	5944,44	74,56	1,0	1,19	118,81	0,7	4161,11	0,9	3,75	31,208	39,01	40
TDG-TD2	8	26113	1	8,5	221,96	220	2X3AWG-THW	40604,17	251	0,9	1,95	218,05	0,7	28422,9	0,9	25,58	116,28	145,34	160
TDG-TD3	9	40510	1	8,6	348,38	220	2X3AWG-THW	28800,02	251	1,4	3,05	216,95	0,7	20160	0,9	18,14	82,47	103,09	160
Resultados de la carga total y caída de tensión del TGD- medidor,																			
TDG - MEDIDOR	21	203392,1	1	4	813,57	220	3X1/0AWG-THW	75348,63	610,00	1,33	2,93	217,07	0,7	52744	0,9	47,47	230	287,45	300

Con el rediseño se puede considerar un transformador de 50 KVA para este local

1.18.4 CÁLCULO DEL NIVEL LUMINOSO REQUERIDA

En el rediseño también se tomó en cuenta mejorar la iluminación en el taller considerando el trabajo que se realiza, el área de local y la altura de trabajo.

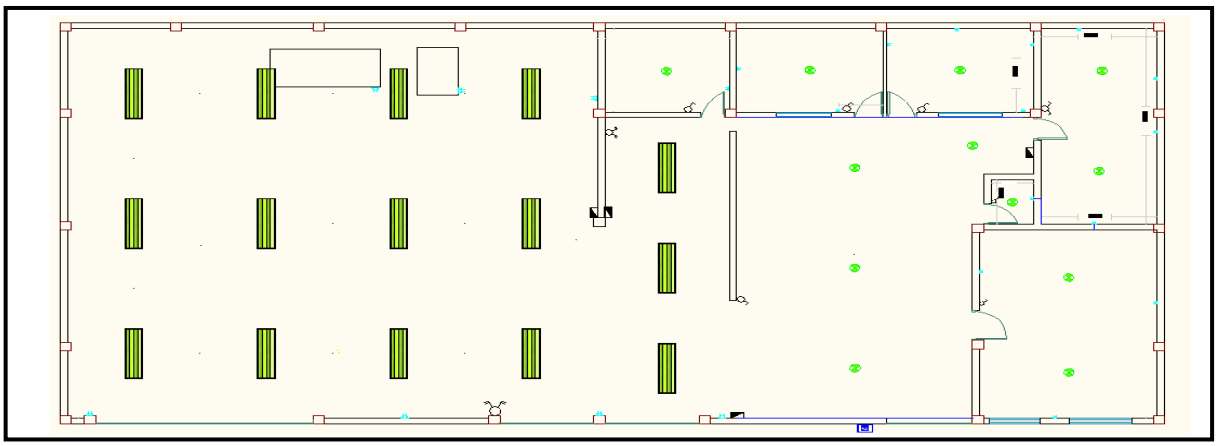


Fig. 27: Ubicación de las luminarias
Autor Ángel Andrade

Vista frontal del local

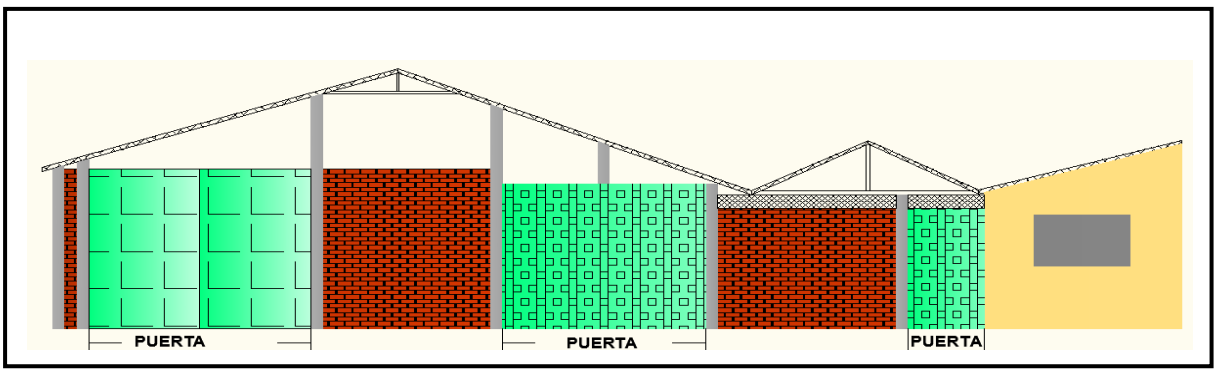


Fig. 28: fachada del local
Autor Ángel Andrade

Medidas de la altura de trabajo

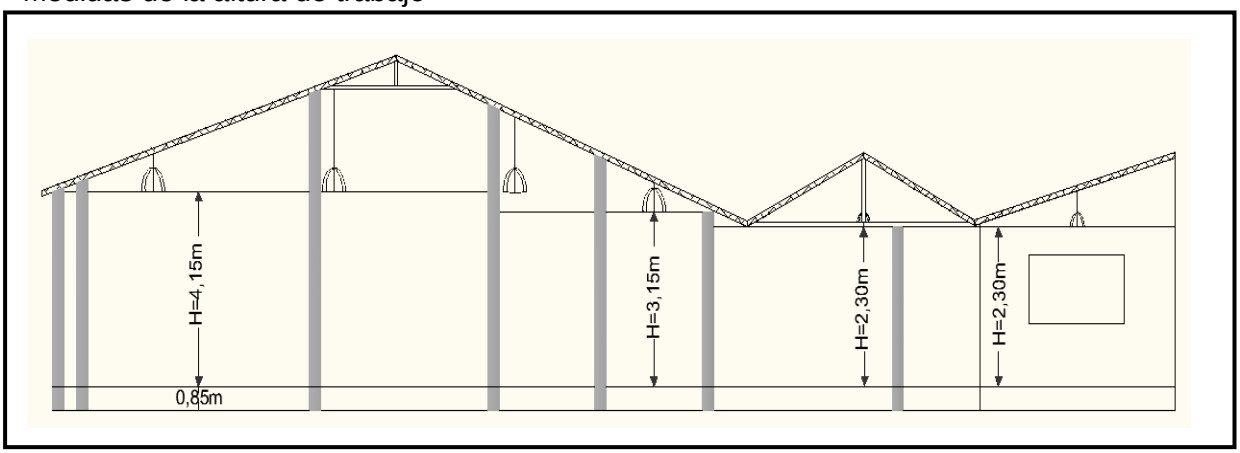


Fig. 29 medidas de altura de plano de trabajo
Autor Ángel Andrade

1.18.5 13.2 Cálculo de nivel luminoso requerida en el área de carpintería

En el taller de de carpintería se ubico 12 luminarias con 4 tubos fluorescentes de 58W con un flujo luminoso de 4850 lm cada tubo. Tabla 5 Anexo E código 0001818

Para calcular el nivel luminoso empezamos calculando el coeficiente espacial (K) con la ecuación siguiente

$$K = \frac{l\ x\ a}{h(l+a)} = \frac{14+14{,}46}{4{,}15(14+14{,}46)} = 1{,}7 \qquad \text{(Ecuación 38)}$$

El índice del local

A la relación del local hallada (1,7) le corresponde según la tabla 9 (Anexo F casillero E)

Factor de reflexión

El factor de reflexión tomamos de acuerdo al índice de loca, como el índice del loca es E según la tabla 7 anexo E, alumbrado semidirecto, las reflexiones del techo y pared 50%.

1.18.6 Coeficiente de utilización (Cu)

De acuerdo al índice del local y a los factores de reflexión señalados los coeficientes de utilización es 0,53.

Coeficiente de conservación (Cd)

El coeficiente de conservación se puede considerar bueno es 0,75

Flujo luminoso necesario

$$\phi \boldsymbol{t} = \frac{\boldsymbol{Emed\ x\ S}}{\boldsymbol{cu\ x\ cd}} = \frac{\mathbf{300\ x\ 202{,}44}}{\mathbf{0{,}57\ x\ 0{,}75}} = \mathbf{142063} \qquad \text{(Ecuación 40)}$$

Número de puntos de luz

$$Nl = \frac{\phi t}{\phi u} = \frac{142063}{11400} = 12{,}46 \qquad \text{(Ecuación 43)}$$

Se pondrá 12 luminarias Con cuatro tubos en este local.

1.18.7 13.3 Cálculo de nivel luminoso requerida en el área de bodegas

El nivel luminoso requerido para las bodegas 75 lx se utilizo lámparas de 65 W 4100 lm Tabla 6 Anexo E código 83906

Para calcular el nivel luminoso empezamos calculando el coeficiente espacial (K) con la ecuación siguiente

$$K = \frac{l\ x\ a}{h(l+a)} = \frac{3+4}{3{,}15(3+4)} = 0{,}5 \qquad \text{(Ecuación 38)}$$

1.18.8 El índice del local

A la relación del local hallada (0,5) le corresponde según la tabla 9 (Anexo E casillero J)

Factor de reflexión

El factor de reflexión tomamos de acuerdo al índice de loca, como el índice del local es J según la tabla 7 anexos D, alumbrado semidirecto, las reflexiones del techo y pared 50%.

1.18.9 Coeficiente de utilización (Cu)

De acuerdo al índice del local y a los factores de reflexión señalados los coeficientes de utilización es 0,37.

1.18.10 Coeficiente de conservación (Cd)

El coeficiente de conservación se puede considerar bueno es 0,75

1.18.11 Flujo luminoso necesario

$$\phi \boldsymbol{t} = \frac{\boldsymbol{Emed\ x\ S}}{\eta\ \boldsymbol{x\ fm}} = \frac{\mathbf{12\ x\ 75}}{\mathbf{0{,}37\ x\ 0{,}75}} = \mathbf{3243} \qquad \text{(Ecuación 40)}$$

Número de puntos de luz

$$Nl = \frac{\phi t}{\phi u} = \frac{3243}{4100} = 0{,}79 \qquad \text{(Ecuación 43)}$$

Se pondrá una luminaria en este local.

1.18.12 Tabla de resultados obtenidos mediante los cálculos para la iluminación en cada área

Tabla 33 cálculo del nivel luminoso requerida

CALCULO DEL NIVEL LUMINOSO REQUERIDA																
Local	**Ancho (m)**	**Longitud (m)**	**Área (m²)**	**Altura T (H)**	**Coeficiente (K)**	**Nivel luminoso (Lux)**	**Cu**	**Cd**	**Potencia (W)**	**Φ Total (lm)**	**Φ Unitario (lm)**	**# De luminarias**	**numero de lamparas por luminarias**	**Índice del local**	**Tono de luz**	**Tipo de lámpara**
Aserrío	14	14,46	202,44	4,15	1,7	300	0,57	0,75	232	142063	11400	12	4	1	blanco normal	fluorescente
mecánica	3,4	10,97	37,298	3,15	0,8	250	0,35	0,75	232	35522	11400	3	4	1	blanco normal	fluorescente
bodega 1	3	4	12	3,15	0,5	75	0,37	0,75	65	3243	4100	1	1	1	normal blanco	fluorescente
bodega 2	3	4	12	2,3	0,7	75	0,37	0,75	65	3243	4100	1	1	1	normal blanco	fluorescente
oficina	3	3,4	21,72	2,3	0,7	75	0,37	0,75	65	5870	4100	1	1	1	normal blanco	fluorescente
almacén 1	3,18	7,03	22,3554	2,3	1,0	100	0,37	0,75	80	8056	5300	2	1	1	normal blanco	fluorescente
almacén 2	4,85	6,77	32,8345	2,3	1,2	100	0,37	0,75	80	11832	5300	2	1	1	normal blanco	fluorescente
baño	1,15	1,61	1,8515	2,3	0,3	100	0,37	0,75	65	667	4100	0	1	1	normal blanco	fluorescente
Pintura	6,43	10,8	69,444	2,3	1,8	75	0,52	0,75	80	13355	5300	3	1	1	normal blanco	fluorescente

1.18.13 Tuberías utilizadas para llevar los conductores en el rediseño

La tubería se asigno de acuerdo a los datos de la tabla 4 anexos D

Tabla 34 tuberías asignadas par la instalación

utilidad	tubería requerida en metros	número de conductores	calibre conductor fase-neutro	calibre conductor puesta a tierra	tubo pvc liviano	tubo pvc pesado
iluminación 120V	125	3	14AWG-THW	-	½”	
tomacorrientes	78	3	14AWG-THW	14AWG-THW	½”	
ILUMINACION 220	60	6	10AWG-THW	-	1”	
tomacorriente - soldadora 1	22	3	10AWG-THW	12AWG-THW	-	3/4”
motores	46	3	8AWG-THW	10AWG-THW	-	3/4”
TD1- TG	12,43	3	4AWG-THW	8AWG-THW	-	1”
TD- TG	16	4	3AWG-THW	8AWG-THW	-	1¼”
TG-medidor	6	4	1/0AWG-THW	6AWG-THW	-	2”

PRESUPUESTO

FECHA:		FACTURA:	N°
CLIENTE:	Sr. Carlos Andrade	CIUDAD:	El Pangui
DIRECCION:	El Pangui	TELEFONO:	
R.U.C.:	1900471281003	F. DE PAGO:	
Cantidad	Descripción de producto	Valor unitario	Valor total
1	Rollos de cable AWG # 14	30	30
2 1/2	Rollos de cable AWG # 12	45	112,5
1 1/2	Rollos de cable AWG # 10	65	97,5
1/2	Rollos de cable AWG # 8	75	37,5
1/2	Rollos de cable AWG # 6	160	80
60	Lamparas blanco normal incandescente 58W	3	180
11	lamparas blanco normal fluorescente 65W	3,5	38,5
25	tomacorrientes	4	100
4	interruptores simples	0,8	3,2
3	interruptor doble	1,5	4,5
2	conmutador doble	4	8
10	cinta aislantes TTEPLEX	1	10
1	Cajas de distribución G 6x12	30	30
2	Cajas de distribución G 8x16	35	70
1	Cajas de distribución G 4x8	20	20
25	cajetines rectangulares	0,55	13,75
11	boquillas	2,2	24,2
15	luminarias semidirecto	20	300
203	Tubos conduit de 1/2"	0,75	152,25
68	Tubos conduit de 3/4"	0,6	40,8
73	Tubos conduit de 1"	1	73
16	Tubos conduit 11/4"	1,5	24
2	Tubos conduit 2"	2	4
1	conectores 1/2"	1	1
1	conectores 3/4"	0,6	0,6
1	conectores 1"	1,5	1,5
1	conectores 11/4"	2,5	2,5
1	conectores 2"	3	3
5	breakers 10A	2,5	12,5
2	breakers 15A	2,5	5
3	breakers 30A	2,5	7,5
5	breakers 10A	4	20
4	breakers 40A	3	12
3	breakers 50A	3	9
1	breakers 60A	3	3
1	breakers 120A	9	9
1	breakers 160A	10	10
1	breakers 300A	10	10
10	Relés térmicos	5	50
1	barrilla de copperwell	10	10
1	Mano de obra	1000	1000
AUTORIZADO POR	RECIBIDO POR	PRECIO TOTAL	2620,3
		IVA 12 %	314,436
		TOTAL A PAGAR	2934,736

CONCLUSIÓN

CONCLUSIONES

- ✓ Se realizó el diagnostico de las instalaciones en talleres Andrade en donde se pudo observar que en el taller no cuenta con tableros de distribución, un solo circuito alimenta más de dos motores, con el mismo circuito alimentan tomacorrientes y luminarias y motores. Los conductores tienen muchas añadiduras, y están deteriorados, la instalación no cuenta con ningún tipo de canalización o tubería por donde se debe llevar los cables, el taller no cuenta con iluminación.
- ✓ Después de haber hecho el levantamiento y realizado los cálculos de caída de tensión correspondiente se determino que la instalación no cumple con las normas NEC, por lo que hay una excesiva caída de tensión en los tramos.
- ✓ Se presentó una propuesta de mejora, con una distribución energética equilibrada colocando tableros de distribución, tubos PVC para el cableado, en el local de carpintería y cerrajería se colocó iluminación apropiada para el trabajo que se realiza.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- ✓ Es necesario hacer una reinstalación en el taller colocando tableros de distribución general en el centro de cargas y un tablero de distribución para cada área, uno para el área de carpintería, otro para el área de mecánica y otro par el almacén, bodegas patio.
- ✓ La capacidad del transformador actual la es muy pequeño, es necesario un transformador de 50KVA y ser colocado junto al la fábrica,
- ✓ Es necesario de poner en un sistema de puesta a tierra para los motores y tomacorrientes y a que en la actualidad no cuenta.
- ✓ Los cables actualmente están a la intemperie, recomiendo que se lleve por medio de tuberías para evitar algún corte o cualquier avería.
- ✓ Para evitar una caída de tensión mayor a lo establecido por la norma NEC se debe elegir un conductor que tenga de calibre suficientemente necesario de acuerdo a la longitud que esta tenga que conducir, y la potencia en la carga instalada.
- ✓ En toda instalación es necesario poner un centro de cargas para equilibrar la energía en cada uno de las cargas. Eso ayudará que las máquinas instaladas no sufran una deficiencia energética y produzca una debilidad en la fuerza de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1.19 LIBROS

Harper, Enrique. Elementos de diseños de las instalciones eléctricas industriales. Mexico: Limussa. s.a.cc.c.v. Grupo Noriega, 2004.

Harper, Enrique. Guia Práctica Para Cálculo De Instalaciones Eléctricas. Mexico: Limusa Noriega Editores, 1993.

Harper, Enrique. Protección De Las Instalaciones Eléctrica Industriales y Comerciales. Mexico: Limusa.s.a cc.c.v. grupo noriega editores, 2003.

Leyva, Luis Flower. Instalaciones eléctricas. Colombia: Alfa Omega S.A, 2007.

Pablo Alcalde San Miguel. ELECTROTECNIA. Tercera edición. Paraninfo, s.f.

15.2 Sitio web

web, sitio. www.eerssa.com. diciembre de 2013

web, sitio. Catálogo Lámparas. 2011. febrero de 2014 <http://www.iluminacionbysylvania.es/pdfs/catalogos/Lamparas2011_12.pdf>.

web, sitio. catálogo osram. 2013. enero de 2014 <http://www.menecaxa.mx/pdf/osram-2013.pdf>.

Web, sitio. Normas Nec capitulo 4. 2014. febrero de 2014 <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/261/10/Capitulo_4.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A

LEVANTAMIENTO EN PLANIMETRÍA DE LOCAL

1.20 ANEXO B

Tabla 1 valores de resistencia en Ohmios/Kilómetros

calibre AWG o Kcmil	Ohm al neutro/ Km													
	Reactancia inductiva (XL) para todos los conductores ohm/Km		Resistencia a la c.a. a 75°C de conductores de cobre Ohm/Km			Resistencia a la c.a a 75°C de conductores de aluminio Ohm/Km			Impedancia (z) de conductores de cobre fp = 0,9 Ohm/Km			Impedancia (z) de conductores de aluminio fp = 0,9 Ohm/Km		
	Conduit de pvc o aluminio	conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero
14	0,19	0.240	10,2	10,2	10,2	-	-	-	9,3	9,3	9,3	-	-	-
12	0,177	0,223	6,6	6,6	6,6	-	-	-	6,0	6,0	6,0	-	-	-
10	0,164	0,207	3,9	3,9	3,9	3,9	-	-	3,6	3,6	3,6	-	-	-
8	0,161	0,213	2,56	2,56	2,56	2,56	-	-	2,38	2,38	2.40	-	-	-
6	0,167	0,210	1,61	1,61	1,61	2,66	2,66	2,66	1,52	1,52	1,54	2,47	2,47	2,4
4	0,157	0,197	1,02	1,02	1,02	1,67	1,67	1,67	0,99	0,99	1.00	1,57	1,57	1,59
2	0,148	0,187	0,62	0,66	0,66	1,05	1,05	1,05	0,62	0,66	0,68	0,01	1,01	1,03
1/0	0,144	0,18	0,39	0,43	0,39	0,66	0,69	0,66	0,41	0,45	0,43	0,66	0,68	0,67
2/0	0,141	0,177	0,33	0,33	0,33	0,52	0,52	0,52	0,36	0,36	0,38	0,53	0,53	0,55
3/0	0,138	0,171	0,253	0,269	0,259	0,43	0,43	0,43	0,288	0,302	0,308	0,45	0,45	0,46
4/0	0,135	0,167	0,213	0,22	0,207	0,33	0,36	0,33	0,242	0,257	0,259	0,36	0,38	0,37
250	0,135	0,171	0,171	0,187	0,177	0,279	0,295	0,282	0,213	0,227	0,234	0,31	0,324	0,328
300	0,135	0,167	0,144	0,161	0,148	0,233	0,249	0,236	0,188	0,204	0,206	0,209	0,283	0,285
350	0,131	0,164	0,125	0,141	0,128	0.200	0,217	0,207	0,17	0,184	0,187	0,237	0,252	0,258
400	0,131	0,161	0,108	0,125	0,115	0,177	0,194	0,18	0,154	0,170	0,174	0,216	0,232	0,232
500	0,128	0,157	0,089	0,105	0,095	0,141	0,157	0,148	0,136	0,15	0,154	0,183	0,197	0,202
600	0,128	0,157	0,075	0,092	0,082	0,118	0,135	0,125	0,123	0,139	0,142	0,162	0,177	0,181
750	0,125	0,157	0,062	0,079	0,069	0,095	0,112	0,102	0,11	0,126	0,131	0,14	0,155	0,16
1000	0,121	0,151	0,049	0,062	0,059	0,075	0,089	0,082	0,097	0,109	0,119	0,12	0,133	0,14

1.21 ANEXO C

Tabla 2

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DIMENSIONAMIENTO DE ALIMENTADORES VALORES DE kva-m PARA CONDUCTORES ELÉCTRICOS (Cu) PARA 1% DE CAÍDA DE TENSIÓN																	
Kva	Impedancia		CALIBRE	Monofásicos tres hilos						TRIFASICOS							
				220		240		440		220		380		440		520	
	MINIMA OHMS/M	MAXIMA OHMS/M		Kva para 220Voltios		Kva para 240Voltios		Kva para 440Voltios		Kva para 220Voltios		Kva para 380Voltios		Kva para 440Voltios		Kva para 520Voltios	
			AWG														
120			MCM	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA	MINIMA
8,372093			14														
11,73561	0,0060352	0,0061352	12	39	39	47	47	158	158	79	79	235	235	316	316	441	441
18,59797	0,0038714	0,0038714	10	63	63	74	74	250	250	125	125	373	373	500	500	698	698
29,59908	0,0024325	0,0024323	8	99	99	118	118	398	398	199	199	594	594	796	796	1112	1112
47,02119	0,0015312	0,0015327	6	158	158	188	188	632	632	316	316	943	942	1265	1263	1766	1764
74,55998	0,0009657	0,0009719	4	251	249	298	296	1002	996	501	498	1495	1486	2005	1992	2800	2782
95,07478	0,0007573	0,0007651	3	320	316	380	376	1278	1265	639	633	1907	1887	2556	2530	3571	3534
	0,0006177	0,0006271	2	392	386	466	459	1567	1544	784	772	2338	2303	3134	3087	4377	4312
	0,0004926	0,0005042	1	491	180	585	571	1965	1920	983	960	2932	2864	3930	3640	5490	5363
	0,0003966	0,0004119	1/0	610	588	726	699	2441	2350	1220	1175	3641	3506	4882	4700	6818	6565
	0,0003196	0,0003375	½	757	717	901	853	3029	2868	1515	1434	4519	4279	6158	5737	8461	8013
	0,0002602	0,0002831	1/3	930	855	1107	1017	3720	3419	1860	1710	5550	5101	7440	6839	10392	9552
	0,0002142	0,0002408	¼	1130	1005	1344	1196	4518	4019	2259	2010	6740	5996	9037	8038	12622	11227
	0,0001885	0,0002183	250	1284	1109	1528	1319	5135	4435	2568	2217	7661	6616	10271	8870	14345	12388
	0,0001642	0,0001993	300	1474	1214	1754	1445	5894	4857	2947	2429	8793	7246	11789	9715	16465	13568
	0,0001491	0,0001845	350	1623	1312	1931	1561	6491	5248	3246	2624	9683	7828	12982	10496	18132	14659
	0,0001383	0,0001732	400	1750	1398	2082	1663	6998	5590	3499	2795	10440	8340	13997	11181	19549	15616
	0,0001281	0,0001587	450	1890	1525	2249	1815	7558	6100	3779	3950	11275	9099	15116	12199	21113	17038
	0,0001221	0,0001539	500	1983	1573	2359	1871	7930	6290	3865	3145	11830	9383	15860	12580	22152	17571
	0,0001172	0,0001501	550	2064	1612	2457	1919	8257	6449	4128	3225	12317	9621	16514	12899	23065	18016
	0,0001137	0,0001415	600	2129	1710	2534	2035	8517	6841	4258	3420	12705	10205	17033	13682	23790	19109
	0,0001063	0,0001357	750	2277	1784	2709	2123	9107	7136	4553	3568	13585	10644	18213	14271	25438	19933
	0,0001003	0,0001310	1000	2412	1847	2870	2198	9648	7387	4824	3694	14392	11020	19295	14774	26949	20635
	0,0000973	0,0001288	1250	2486	1880	2959	2237	9946	7518	4973	3759	14836	11215	19892	15037	27782	21002
	0,0000957	0,0001275	1500	2529	1898	3010	2259	10117	7591	5058	3796	15091	11324	20233	15183	28259	21206
	0,0000915	0,0001268	1750	2644	1909	3147	2272	10578	7636	5289	3818	15779	11391	21156	15272	29548	21330
	0,0000908	0,0001263	2000	2664	1916	3171	2281	10657	7666	5329	3833	15898	11435	21315	15331	29770	21413

1.22 ANEXO D

TABLA 3

NÚMERO DE CIRCUITOS	FACTORES DE SIMULTANEIDAD
2 - 3	0,9
4 - 5	0,8
6 - 9	0,7
10 MÁS	0,6

TABLA 4

Número máximo de conductores THW en tubos PVC								
	DIÁMETRO DEL TUBO O DUCTOS							
Calibre AWG	1/2"	3/4"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"
14	4	8	13	23	32	55	79	123
12	3	6	10	19	26	44	63	99
10	2	5	8	15	20	34	49	77
8	1	3	5	9	12	20	29	46
6	1	1	3	7	9	16	22	35
4		1	3	5	7	12	17	26
3		1	2	4	4	10	14	22
2		1	1	3	3	8	12	19
1		1	1	2	2	6	8	13
1/0		1	1	1	1	5	7	11
2/0		1	1	1	1	4	6	10
3/0			1	1	1	3	5	8
4/0				1	1	3	4	7

ANEXO E

TABLA 5: Lamparas fluorescentes, catalogo Sylvania pág.: 217

EXPOSICIÓN DE ALIMENTOS 176

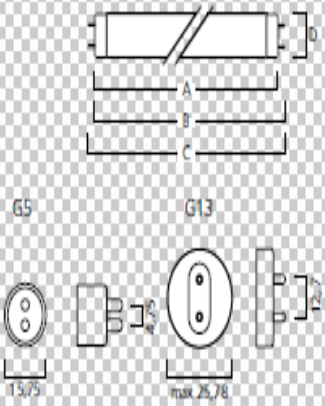
CARACTERÍSTICAS

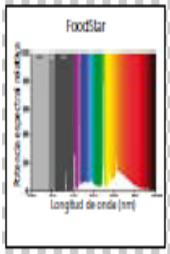
- Las lámparas Foodstar generan un espectro especialmente diseñado que complementa los colores naturales de carnes, panes y otros productos de alimentación
- Muestra los productos de alimentación con sus colores óptimos, ofreciendo una presentación irresistible a los clientes
- La reproducción cromática real no distorsiona los colores naturales de los productos
- Fabricadas en conformidad con la normativa DIN 10504

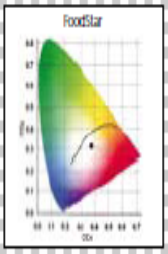
APLICACIONES

- Iluminación perfecta de productos de alimentación en carnicerías, panaderías y supermercados

	A max	B min	B max	C max	D nom
14W	549	554	556	563	16
21W	849	854	856	863	16
28W	1149	1154	1156	1163	16
35W	1449	1454	1456	1463	16
36W	1199	1204	1207	1214	26
58W	1500	1505	1507	1514	26
36W/1m	970	974	977	984	26



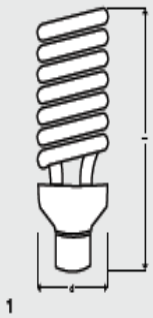




EXPOSICIÓN DE ALIMENTOS 176

Código	Descripción del artículo	Potencia	Voltaje	Corriente	CRI	Casquillo	Temp. color	Flujo Luminoso	Unidades Caja
0001819	FHE 21W T5 176 FOODSTAR	21W	126V	0,165A	84	G5	3500K	1050 lm	25
0001820	FHE 28W T5 176 FOODSTAR	28W	166V	0,170A	84	G5	3500K	1400 lm	25
0001821	FHE 35W T5 176 FOODSTAR	35W	205V	0,175A	84	G5	3500K	1750 lm	25
0001816	F36W T8 176 FOODSTAR	36W	103V	0,430A	84	G13	3500K	1800 lm	25
0001817	F36W T8 1M 176 FOODSTAR	36W	80V	0,560A	84	G13	3500K	1600 lm	25
0001818	F58W T8 176 FOODSTAR	58W	110V	0,670A	84	G13	3500K	2850 lm	25

TABLA: 6 lámparas fluorescentes, catalogo Osram pág.: 217



DULUX® EL ALTA POTENCIA

Clave	D	W	V	lm	K		t (h)			REEMPLAZA	
83905	DULUX EL TWIST 45 W/865	45	127	2 850	6 500	Luz blanca	10 000	E27	6	180W	1
83906	DULUX EL TWIST 65 W/865	65	127	4 100	6 500	Luz blanca	10 000	E27	6	250W	1
82804	DULUX EL TWIST 80W 127 V E27	80	127	5 300	6 500	Luz blanca	10 000	E27	6	350W	1
82806	DULUX EL TWIST 80W 220 V E40	80	220	5 300	6 500	Luz blanca	10 000	E40	6	350W	1
82805	DULUX EL TWIST 120 W 220 V E40	120	220	7 500	6 500	Luz blanca	10 000	E40	6	480W	1

ANEXO F

TABLAS DE VALORES DE COEFICIENTES DE CONSERVACIÓN, NIVEL DE ILUMINACIÓN E ÍNDICES DE LOCAL

Tabla: 7

TABLA DE COEFICIENTES DECONSERVACIÓN Y UTILIZACIÓN												
LUMINARIAS	**DISTANCIA ENTRE LUMINARIAS INFERIOR A**	**COEFICIENTE DE CONSERVACIÓN**	**REFLEXIÓN DEL TECHO**	**80%**			**70%**			**50%**		
			REFLEXIÓN PAREDES	**50%**	**30%**	**10%**	**50%**	**30%**	**10%**	**50%**	**30%**	**10%**
			ÍNDICE DEL LOCAL	**COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN**								
ALUMBRADO DIRECTO	ALTURA DEL MONTAJE POR 1,2	BUENO: 0,70 MEDIA: 0,60 MALO: 0,50	J	0,27	0,22	0,2	0,26	0,22	0,19	0,25	0,22	0,19
			I	0,33	0,29	0,26	0,33	0,29	0,25	0,32	0,28	0,25
			H	0,38	0,34	0,3	0,38	0,33	0,3	0,37	0,33	0,3
			G	0,43	0,38	0,35	0,42	0,38	0,34	0,41	0,38	0,34
			F	0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,44	0,41	0,38
			E	0,5	0,47	0,43	0,5	0,46	0,43	0,48	0,46	0,43
			D	0,53	0,5	0,47	0,53	0,49	0,47	0,51	0,48	0,46
			C	0,55	0,52	0,5	0,54	0,52	0,49	0,53	0,51	0,49
			B	0,59	0,55	0,53	0,58	0,55	0,53	0,56	0,54	0,52
			A	0,6	0,57	0,55	0,59	0,57	0,55	0,57	0,56	0,54
ALUMBRADO SEMIDIRECTO Y ALUMBRADO CON TUBOS FLUORESCENTES	ALTURA DEL MONTAJE POR 1,4	BUENO: 0,75 MEDIA: 0,65 MALO: 0,55	J	0,27	0,21	0,17	0,27	0,21	0,17	0,29	0,22	0,17
			I	0,35	0,3	0,24	0,35	0,3	0,24	0,34	0,28	0,24
			H	0,43	0,36	0,3	0,41	0,35	0,31	0,4	0,34	0,3
			G	0,49	0,42	0,37	0,49	0,42	0,36	0,46	0,4	0,36
			F	0,55	0,47	0,42	0,53	0,47	0,41	0,5	0,44	0,4
			E	0,62	0,55	0,5	0,6	0,53	0,49	0,57	0,52	0,47
			D	0,67	0,61	0,56	0,66	0,6	0,55	0,62	0,57	0,52
			C	0,71	0,65	0,6	0,7	0,63	0,59	0,65	0,61	0,56
			B	0,76	0,71	0,66	0,74	0,69	0,65	0,69	0,65	0,62
			A	0,81	0,76	0,71	0,78	0,74	0,7	0,73	0,69	0,67

Tabla 8

NIVEL DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS EN LX			
TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	**NIVELES DE ILUMINACIÓN EN Lx**		
	MINIMO	**MEDIO**	**MÁXIMO**
Iluminación general y corredores	50	100	150
Escaleras	100	150	200
Baños	100	150	200
Cuarto de costura	500	750	1000
Cocinas y lavaderos	200	300	500
Sala de lectura, computación y dibujo	300	500	750
Garajes y depósitos	50	100	150
Salones de clase (iluminación general)	300	500	750
Salones de clase (dibujo técnico)	500	750	1000
Laboratorios en colegios	300	500	750
Talleres en colegios	300	500	750
talleres de mecánica y ajuste	300	500	750

Tabla 9

TABLA PARA ÍNDICE Y RELACIÓN DEL LOCAL		
ÍNDICE DEL LOCAL	**RELACIÓN DEL LOCAL**	
	VALOR	**PUNTO CENTRAL**
J	MENOS DE 0,7	0,6
I	0,70 - 0,90	0,8
H	0,90 - 1,12	1
G	1,12 - 1,38	1,25
F	1,38 - 1,75	1,5
E	1,75 - 2,25	2
D	2,25 - 2,75	2,5
C	2,75 - 3,50	3
B	3,50 - 4,50	4
A	MÁS DE 4,50	5