

Diseño y construcción de banco didáctico de instalaciones eléctricas residenciales

Autor: Steven Jiménez Tascón - 21511516990
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Tecnología en Mantenimiento Electromecánico Industrial
Universidad Antonio Nariño
Sede Buga
sjimenez27@uan.edu.co
Director
Nombre del director: Alfonso German Garzón Huertas
Email institucional: alfonsohuertas@uan.edu.co

RESUMEN: Este proyecto fue motivado por la problemática que enfrenta Colombia y otros países con los accidentes que ocurren por malos cálculos en el diseño de una instalación eléctrica residencial. Partiendo de esto se, construyó un banco didáctico donde van a poder apreciar las debidas conexiones desde la acometida hasta la distribución eléctrica y cómo conectar debidamente cada interruptor o tomacorriente.

PALABRAS CLAVE: *Electricidad residencial, banco didáctico, instalaciones eléctricas.*

I. INTRODUCCIÓN

Algunos estudios encontrados hablan de una fuerte preocupación por malas conexiones eléctricas, ya que las realizan sin tener en cuenta el código de colores, los cálculos de la acometida hasta el tablero de distribución, los cálculos del cuadro de cargas y toda la distribución. Todos estos detalles no se pueden pasar por alto ya que una mala instalación puede ocasionar muchos accidentes que pueden llevar a la muerte.

En teoría esos accidentes no deberían ocurrir, ya que existen los debidos elementos de protección para prevenir accidentes graves, pero como se mencionó al principio, esto es más propenso a suceder cuando una persona carece de los debidos conocimientos y realiza un diseño o cálculo eléctrico equivocado. Adicionalmente, una posible causa puede estar en que los estudiantes a nivel universitario no tengan experiencia en el diseño de estos sistemas eléctricos.

En países como España, Argentina, Perú, Chile han dado a conocer el número de accidentes y por lo que se ocasionan, que sería problemas por

sobrecargas y estas llevan a calentamiento de conductores y protecciones mal dimensionadas que causan accidentes eléctricos. En Colombia, sucede algo similar. Por ejemplo. El periódico El Heraldó (Publicación del 28 Junio del 2015) Menciona un incendio en el que murieron dos personas por un cortocircuito, este problema puede generarse por malas conexiones, daño en los aisladores del conductor o malas protecciones. Esta problemática requiere de solución. Es necesario contar con bancos de pruebas que permitan a las personas interesadas o trabajadores del área que puedan experimentar y aprender de manera práctica.

II. JUSTIFICACIÓN

El conocimiento en el área de las redes eléctricas residenciales exige el seguimiento de normas como la NTC 2050 y el RETIE en Colombia. En otros países se siguen otras normas, pero la necesidad es la misma. Por esta razón, sería apropiado que las personas en formación en instituciones educativas cuenten con un banco para

experimentación, esto daría garantías para mitigar la problemática sobre la falta de conocimiento en estos temas. Este banco puede servir como referencia para tales instituciones.

La propuesta permitirá desarrollar un equipo didáctico donde sea posible visualizar y medir las variables eléctricas y otras relacionadas. De esta forma, los contratantes tendrán más confianza a la hora de entregar el diseño para la instalación de estas redes por el personal capacitado, cuyas habilidades y destrezas hayan sido certificadas convenientemente.

III. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un banco didáctico para instalaciones eléctricas residenciales.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estructurar las prácticas que se van a desarrollar en el tablero didáctico.
- Determinar la mejor configuración y calcular los componentes del banco didáctico.
- Seleccionar y montar los componentes en el banco.
- Verificar el funcionamiento del banco didáctico.

IV. MARCO TEORICO

IV.I. Conceptos básicos de electricidad para instalaciones eléctricas

El cálculo de las instalaciones eléctricas prácticas, ya sean del tipo residencial, industrial, o comercial, se requiere del conocimiento básico de algunos conceptos de electricidad que permiten entender mejor los problemas específicos que plantean dichas instalaciones 1.

1 Enriquez Harper: El ABC de las instalaciones eléctricas, 1998. Pág. 12

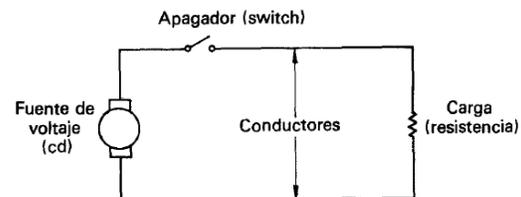
IV.II. Partes de un circuito eléctrico

Todo circuito práctico, sin importar que tan simple o que tan complejo sea, requiere de cuatro partes básicas:

- Una fuente de energía eléctrica que puede forzar el flujo de electrones (corriente eléctrica) a fluir a través del circuito.
- Conductores que transporten el flujo de electrones a través de todo el circuito.
- La carga, que es el dispositivo o dispositivos a los cuales se suministra la energía eléctrica.
- Un dispositivo de control que permita conectar o desconectar el circuito.1

1 Enriquez Harper: El ABC de las instalaciones eléctricas, 1998. Pág. 12

Figura 1. Partes de un circuito eléctrico.

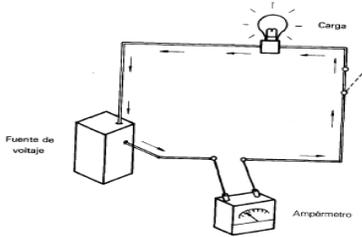


Fuente: Harper, 1998.

IV.III. Medición de corriente eléctrica.

Para realizar una medición de corriente, que tiene como unidad el ampere (A), se debe utilizar un equipo de medición llamado (amperímetro). Para realizar la medición se debe poner las puntas en serie con el circuito o utilizar una pinza amperimétrica y poner el conductor dentro de la pinza.

Figura 2. Medición de corriente eléctrica.

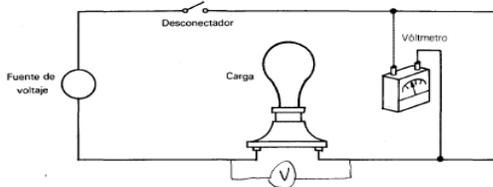


Fuente: Harper, 1998.

IV.IV. Medición de tensión

Para realizar la medición de tensión del circuito, que tiene como unidad el voltio (V). Se debe utilizar un equipo de medición llamado (voltímetro). Se realiza la medición colocando las puntas en paralelo al circuito.

Figura 3, Voltaje o diferencia de potencial.



Fuente: Harper, 1998.

IV.V. El concepto de falla eléctrica

Una falla eléctrica es cualquier cosa que pueda entrometerse en el paso de la corriente que va a ser suministrada

Estas fallas pueden ocasionar daños en los equipos eléctricos que estén conectados, la instalación eléctrica y también a las personas, los que pueden desencadenar accidentes fatales.

Las causas comunes son:

- Fallas humanas
- Artefactos en mal estado
- Intervención de animales
- El clima

IV.VI. Tipos de fallas eléctricas

Generalmente, las fallas en una instalación eléctrica se deben a:

- Fugas eléctricas
- Cortocircuitos
- Sobrecargas
- Falsos contactos

IV.VII. Detección y solución de las fallas eléctricas

Para descubrir y solucionar las fallas que se presenten se debe tener un conocimiento de electricidad y manejo de los instrumentos de medición como lo son el multímetro, la pinza amperimétrica.

Figura 4. Instrumentos de medición.



Fuente: Degatron, 2020.

IV.VIII. Fuga eléctrica

Se presenta una fuga eléctrica cuando el conductor está deteriorado o tiene algunos hilos tocando una estructura metálica quedando así energizada. Como por ejemplo una lavadora o una nevera y si la instalación no cuenta con sistema de puesta a tierra la fuga eléctrica no va a tener por donde aterrizar hasta que una persona la toque y sufra una descarga eléctrica.

Figura 5. Fuga eléctrica.



Fuente: Programa casa segura.

IV.IX. Cortocircuito

Un cortocircuito ocurre cuando dos conductores, ya sea neutro – fase ó fase –fase se ponen en contacto, por alguna falla eléctrica o una equivocación humana, este cortocircuito puede alcanzar temperaturas muy elevadas y provocar incluso incendios, si la instalación no cuenta con una protección para prevenirlos

Figura 6. Cortocircuito.



Fuente: Tlaxcala, 2018.

IV.X. Sobrecarga

Una sobrecarga es la presencia desmedida de corriente eléctrica en un circuito eléctrico, esto lo puede ocasionar al conectar muchos equipos eléctricos al mismo tiempo o mediante un cortocircuito. Este hecho puede traer muchas consecuencias peligrosas para las personas y la propiedad.

Figura 7. Sobrecarga.



Fuente: Grupo Navarro.

IV.XI. Interruptor diferencial

Este interruptor diferencial es utilizado en los circuitos eléctricos para la protección de las personas o para detectar cuando se presente una fuga de corriente en la instalación.

Figura 8. Interruptor diferencial.



Fuente: Amazon, 2020.

IV.XII. Interruptor termomagnético

Este interruptor está dimensionado para proteger las instalaciones eléctricas de sobrecargas o cortocircuitos

Figura 9. Interruptor termomagnético.



Fuente: Cloudtec, 2018.

IV.XIII. Símbolos eléctricos

Según el Retie, Los símbolos son de obligatoria aplicación los símbolos gráficos contemplados en la Tabla 6.1, tomados de las normas unificadas IEC 60617, ANSI Y32, CSA Z99 e IEEE 315, los cuales guardan mayor relación con la seguridad eléctrica

Figura 10. Símbolos eléctricos.

Anexo A.

Fuente: Retie, 2014

IV.XIV. Circuitos ramales

Los circuitos ramales están constituidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente o

cortocircuitos y proteger los conductores y los electrodomésticos conectados a la instalación, los más reconocidos para un circuito monofásico son: 15, 20, 30, 40 y 50 amperios La sección 220-3 de la NTC 2050 se tendrá en cuenta para realizar los cálculos de los circuitos ramales.

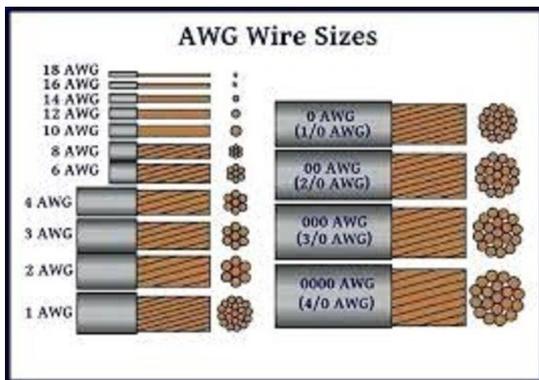
IV.XV. Acometida

Una acometida eléctrica es la ramificación de la corriente que suministra la empresa hacia el contador de la residencia o la protección principal.

IV.VI. Conductores

Es una clasificación de diámetros de origen estadounidense. Su significado es calibre de alambre estadounidense (del inglés American Wire Gauge). Si el número AWG es más alto esto quiere decir que el conductor es más delgado y si el número es bajo quiere decir que el alambre es mucho más grueso, dependiendo para el uso o calculo correspondiente se elige el número apropiado.

Figura 11. Cables y alambres eléctricos.

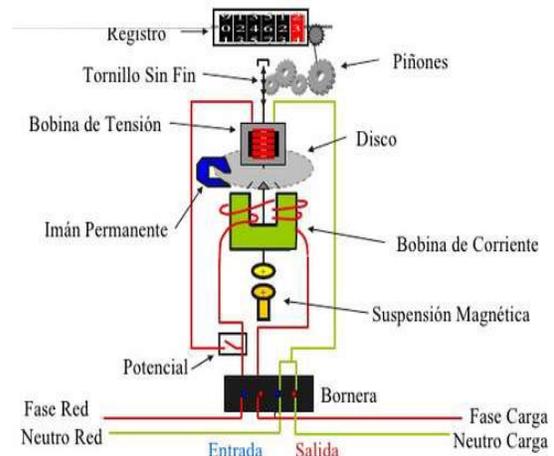


Fuente: Electroaplicada, 2017.

IV.XVII Medidor de energía eléctrica

Los medidores de energía de un conjunto se usan para sistemas monofásicos trifilar. Para elegir el medidor correcto estos vienen comercialmente con una placa característica que indica la corriente nominal y la corriente máxima.

Figura 12. Partes del medidor electromecánico.



Fuente: Curso de electricidad, 2016.

IV.XIII. Instalación de puesta a tierra

- Selección del calibre mínimo del conductor de puesta a tierra de equipos.

Para realizar la selección se debe cumplir con la sección 250-23 de la NTC 2050 y se seleccionara el conductor en la tabla 250-95 de la NTC 2052.

- Selección del conductor del electrodo del sistema puesta a tierra

Se elegirá de acuerdo a la sección 250-95 de la NTC 2050 el conductor que la norma lo exija.

- Selección del electrodo de puesta a tierra

Se seleccionará el electrodo de puesta a tierra siguiendo lo que nos indica la norma NTC 2050 en la secciones 250-81, 250-83, 250-84 y será seleccionada mediante la tabla 15.2 del RETIE.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la construcción de este banco se necesitó de los siguientes materiales:

Tabla 1. Materiales del banco didáctico.

Materiales	Características
Hoja de madera	
Barra de madera	

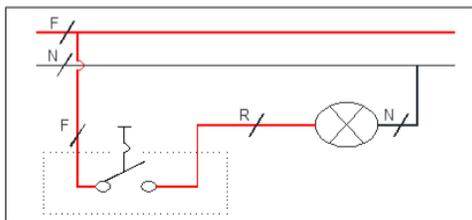
Medidor de energía	Bifásico
Protección diferencial	30 mA, 4 polos
Caja de distribución	8 circuitos
Protecciones termomagnéticas	20 Amperios
Terminales	Machos y hembras
Luminarias led	12 W
Interruptor	Sencillo
Interruptor	Conmutable
Tomacorriente	110 V
Tomacorriente	220 V
Conductores	AWG
Rodachines	2 pulgadas
Terminales	Ojo

Fuente: Elaboración propia.

V.I. Instalación de interruptor sencillo

Para realizar la conexión del interruptor sencillo se debe conectar la fase (F) al interruptor, del interruptor sale el retorno (R) se conecta a la carga, que para el caso se utiliza un bombillo y se cierra el circuito con el neutro (N) como se muestra en la siguiente figura.

Figura 13. Conexión de interruptor sencillo.

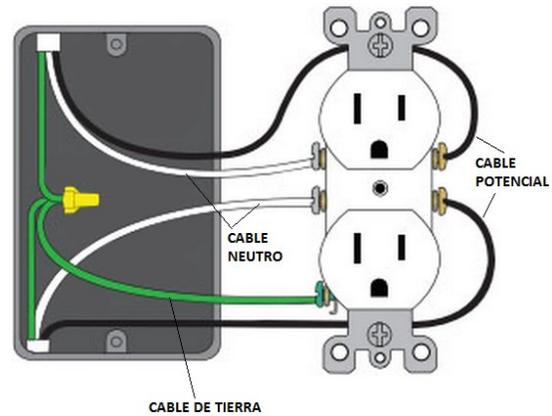


Fuente: Jorge Isaac Balarezo Vizcarra. 2015.

V.II. Instalación de tomacorriente 110 V

Para realizar la conexión del tomacorriente hay que tener en cuenta la polarización, la ranura pequeña se conecta la fase y el neutro se conecta en la ranura más larga y la tierra se conectaría en el terminal que tiene el tomacorriente de color verde, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 14. Tomacorriente 110 V.

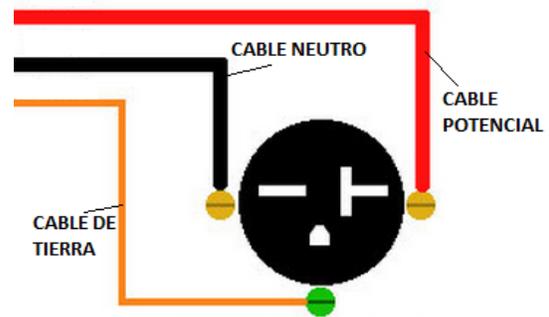


Fuente: Faradayos. 2015.

V.III. Instalación de tomacorriente 220 V

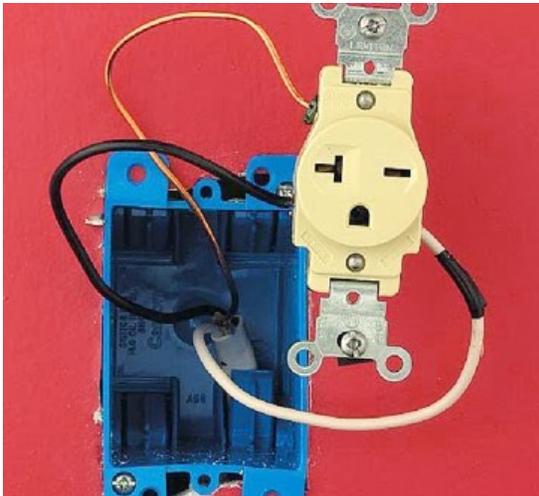
Para realizar la conexión de este tomacorriente se debe tener Línea 1, Línea 2, tierra. Entre Línea 1 y línea 2 debe tener un voltaje de 220 V, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 15. Tomacorriente 220V



Fuente: Faradayos, 2015.

Figura 16. Tomacorriente 220V.

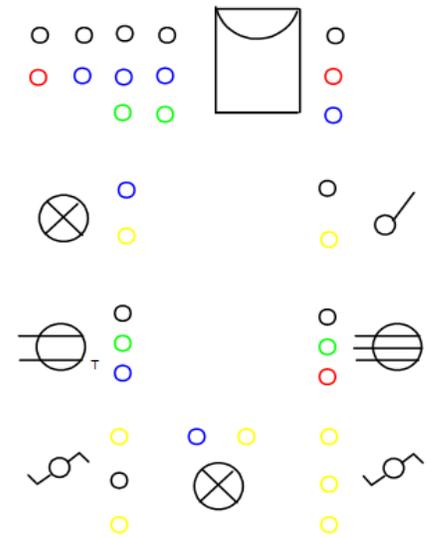


Fuente: Faradayos. 2015.

Figura 18. Diseño de banco didáctico.
Anexo B.
Fuente: Elaboración propia.

El banco va a disponer de dos puestos de trabajo donde van a estar dos grupos de estudiantes y tendrán que conectar los componentes eléctricos (línea 1 y línea 2).

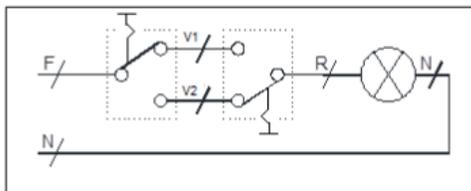
Figura 19. Línea 1 del banco didáctico.



V.IV. Instalación de conmutable de 3 vías

Para realizar la conexión del conmutable se procede a conectar la fase al común del conmutador 1 y los otros dos terminales que serían las viajeras se realiza un puente entre los dos conmutables, el conmutable 2 sale del común el retorno hasta el bombillo y se cierra el circuito con el neutro. Como se muestra en la siguiente figura.

Figura 17. Conexión de interruptor conmutable.



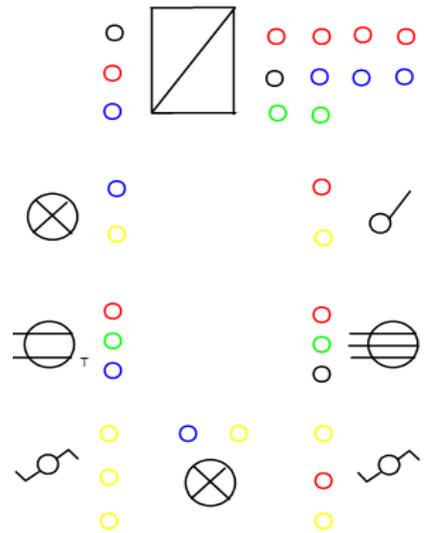
Fuente: Jorge Isaac Balarezo Vizcarra. 2015.

V.V. Diseño del banco didáctico

En este apartado vamos a disponer del diseño en el cual está compuesto por un medidor de energía, una protección diferencial, tablero de distribución, interruptores sencillos, tomacorrientes 110V, tomacorrientes 220V, interruptores conmutables, iluminaria y terminales para facilitar la interacción de los estudiantes a la hora de utilizar el banco

Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. Línea 2 del banco didáctico.



Fuente: Elaboración propia.

V.VI. Plano unifilar

En esta parte del plano unifilar podemos observar que está desarrollado desde la acometida, medidor de energía, sistema de puesta a tierra, protección diferencial y esta la distribución de las ocho protecciones de 20 A que van a estar instaladas en el banco.

Figura 21. Plano unifilar.

Anexo C.

Fuente: Elaboración propia.

A. METODOLOGÍA

Las prácticas que los estudiantes podrán realizar se enmarcan en la asignatura del programa de ingeniería electromecánica Instalaciones eléctricas. Las prácticas a desarrollar con el Banco didáctico son:

- Selección de la Acometida e instalación hasta la caja breaker
- Selección de protecciones eléctricas y distribución a cada uno de los circuitos
- Construcción cuadro de cargas para una instalación residencial
- Instalación de interruptor sencillo
- Instalación de tomacorriente 110 V
- instalación de tomacorriente 220 V
- Instalación de conmutable de 3 vías

La propuesta para el diseño de la instalación eléctrica residencial consiste en realizar en forma ordenada una serie de pasos, basados en las normas NTC 2050 y RETIE, lo cual garantiza un diseño correcto.

Paso No 1. Localización de salidas

Las salidas a proyectar en la instalación residencial se clasifican en salidas de alumbrado y salidas de tomacorrientes.

Sección 210 de la NTC 2050

Salidas de iluminación

Las iluminarias se distribuirán por el plano eléctrico de la instalación residencial y los interruptores se deben poner en posición vertical y quedar prendiendo para arriba y apagando para abajo, si se colocan en posición horizontal, deben prender para la derecha y apagando para la izquierda.

(Sección 210-70.a) y b) de la NTC 2050). El cual establece que se instalará al menos una salida para alumbrado controlada por un interruptor en cada cuarto habitable, cocinas, salas de baño, vestíbulos, escaleras, garajes integrados y accesos exteriores.

Salidas de tomacorrientes

La Sección 210-52. de la NTC 2050 indica que:

En cada cocina, sala de estar, comedor, comedor, recibo, vestíbulo, biblioteca, terraza, dormitorio, cuarto de juegos o cualquier cuarto similar, las salidas de tomacorrientes deben estar dispuestas para que no haya puntos en la longitud de pared a lo largo de la línea del piso que estén a más de 1,80 m, medidos horizontalmente, desde un tomacorriente en dicha superficie, esto incluyendo longitudes de paredes de 0,60 m o más de ancho. Las superficies de divisiones fijas de una habitación, como los mostradores de bares que se sostienen por sí mismos, deben incluirse al medir los 1,80 m. Los tomacorrientes deberán situarse a iguales distancias entre sí, siempre que sea posible.

Pequeños artefactos

La norma indica que en la cocina, despensa o comedor auxiliar de una unidad de vivienda, el circuito o circuitos ramales de 20 A para pequeños artefactos que exige el Artículo 220-4.b), deben alimentar todas las salidas de tomacorrientes a las

que se refieren los Artículos 210-52.a) y c) y las salidas de tomacorrientes para refrigeradores.

Paso No 2. Definición de los circuitos ramales

(Sección 100. Definiciones, de la NTC2050). Indica que el circuito ramal como: conductores de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobrecorriente y la salida o salidas se diferencian de la siguiente manera:

- Circuitos ramales de uso general
- Circuito ramal especial de conexión de artefactos eléctricos
- Circuito ramal individual
- Circuito ramal multiconductores

Cálculo de los circuitos ramales

(Sección 220-3). De la NTC 2050) Indica que las cargas de los circuitos ramales se deben calcular como se indica en los siguientes apartados.

a) Cargas continuas y no continuas. La capacidad nominal del circuito ramal no debe ser menor a la carga no continua más el 125 % de la carga continua. El calibre mínimo de los conductores del circuito ramal, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe tener una capacidad de corriente igual o mayor que la de la carga no continua más el 125 % de la carga continua.

b) Cargas de alumbrado para ocupaciones listadas. La carga mínima de alumbrado por metro cuadrado de superficie del suelo, no debe ser menor a la especificada en la Tabla 220-3.b) para las ocupaciones relacionadas. La superficie del suelo de cada planta se debe calcular a partir de las dimensiones exteriores de la edificación, unidad de vivienda u otras áreas involucradas. Para las unidades de vivienda, la superficie calculada del suelo no debe incluir los porches abiertos, los garajes ni los espacios no utilizados o sin terminar que no sean adaptables para su uso futuro.

Tabla 2. Tabla 220-3 b. Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación.

Tipo de ocupación	Carga unitaria (VA/m ²)
Cuarteles y auditorios	10
Bancos	38
Barberías y salones de belleza	32
Iglesias	10
Clubes	22
Juzgados	22
Unidades de vivienda	32

Fuente: NTC 2050.

De la tabla 220-3 b) de la norma NTC 2050, se obtiene el valor de carga unitaria para unidades de vivienda el cual es de 32 VA/m²

Para realizar los cálculos se supondrá que hay una vivienda y el área total de la vivienda es de 84 m² entonces:

$$\text{Carga mínima} = (84 \text{ m}^2)(32 \text{ VA/m}^2)$$

$$\text{Carga mínima} = 2688 \text{ VA}$$

Circuitos ramales necesarios

(Sección 220-4) de la NTC 2050). Indica que la definición de los circuitos ramales necesarios para viviendas así:

- El número mínimo de circuitos ramales de alumbrado se determina a partir de la carga total calculada según el literal b) anterior y del tamaño o capacidad nominal de los circuitos utilizados. circuitos ramales de 20 A cada uno para alumbrado.
- Circuitos ramales para pequeños artefactos: Además del número de circuitos ramales determinados anteriormente, se instalarán dos o más circuitos ramales de 20 A para todas las salidas de tomacorrientes para pequeños artefactos especificadas en el Artículo 210-52 de la NTC 2050, permitiéndose que uno o los dos circuitos ramales alimenten salidas para tomacorrientes en otros ambientes.
- Se proveerá por lo menos un circuito ramal de 20 A para alimentar los tomacorrientes de los baños. Este circuito no debe alimentar otras salidas.

- Se proveerá por lo menos un circuito ramal de 20 A para alimentar los tomacorrientes de la zona de lavandería. Este circuito no debe alimentar otras salidas.

En el anexo D se muestra el cuadro de cargas para su mejor comprensión, en el cual se debe desarrollar para seguir con el procedimiento de los cálculos.

Después de realizar el cuadro de cargas correctamente, sabemos cuáles son las debidas protecciones a utilizar, procedemos a realizar el cálculo de la acometida y regulación de la acometida

Paso No3. Cálculo de los conductores de los circuitos ramales

(Sección 210-19) de la NTC 2050). Establece las capacidades de corriente y tamaños mínimos de los conductores de circuitos ramales.

Aplicación de la Tabla 310-16 de la NTC 2050.

Para viviendas típicas los circuitos ramales de 15 y 20 A, pueden ser alambrados en conductor de cobre con sección transversal de 3,30 mm² (No 12 AWG), aislamiento TW, 60°C.

Calculo de la instalación residencial

Este paso es muy importante porque un mal cálculo puede producir calentamiento y dañar el aislamiento, lo que conlleva una fuga eléctrica o un cortocircuito.

Para el cálculo es necesario un factor de demanda, el cual una instalación se establece la demanda máxima y la carga total conectada

Tabla 3. Tabla 220-11 de la NTC 2050.

Tabla 220-11. Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado

Tipo de ocupación	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Unidades de vivienda	Primeros 3 000 o menos	100
	De 3.001 a 120 000	35

Fuente: NTC 2050.

$$\text{Carga minina} = (84 \text{ m}^2)(32\text{VA/m}^2) = 2688 \text{ VA}$$

Alumbrado general = (sumatoria de las cargas de alumbrado general) (tensión).

$$\text{Alumbrado general} = (\text{Circuito 1}) + (\text{circuito 2}) + (\text{circuito 3}) + (\text{circuito 4}) (120\text{V})$$

$$\text{Alumbrado general} = (0,22 \text{ A} + 0,22 \text{ A} + 9,09 \text{ A} + 9,09 \text{ A}) (120\text{V}) = 2234 \text{ VA}$$

$$\text{Carga instalada} = 2234 \text{ VA}$$

Se suman las cargas.

$$2688 \text{ VA} + 2234 \text{ VA} = 4922 \text{ VA}$$

Se aplica el factor de demanda

$$\text{Primeros } 3000 \text{ VA} * \left(\frac{100 \%}{100 \%} \right) = 3000 \text{ VA}$$

A los 1922 VA restantes se le aplica el 35 %

$$1922 \text{ VA} \left(\frac{35 \%}{100 \%} \right) = 673 \text{ VA}$$

Se suman las cargas

$$3000 \text{ VA} + 673 \text{ VA} = 3673 \text{ VA}$$

La carga total es 3673 VA

Calculo circuito para estufa

Estufa de 3500 VA, que de acuerdo a la tabla 220-19 columna C), el factor de demanda es de 65% para las dos estufas, por tanto, la carga demandada seria:

Tabla 4. Tabla (220-19) De la NTC 2050) Anexo E.

$$3500 \text{ VA} \times 65\% = 2275 \text{ VA. Teniendo en cuenta un factor de seguridad de } 125\%$$

$$I1 = (2275 \text{ VA} \times 1.25) / 220\text{V} = 13 \text{ A}$$

3500 VA x 65% = 2275 VA. Teniendo en cuenta un factor de seguridad de 125%

$$I_2 = (2275 \text{ VA} \times 1.25) / 220\text{V} = 13 \text{ A}$$

$$(I_1) + (I_2) = A$$

$$(13\text{A}) + (13\text{A}) = 26 \text{ A}$$

En total la carga demandada seria = 3673 VA + 2275 VA + 2275 VA = 8223 VA

Para hallar la corriente aplicamos la ley de ohm

$$I = \frac{P}{V} = \frac{8223 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 37 \text{ A}$$

Según la tabla 310-16 de la NTC 2050 se debe optar por un conductor calibre 6 AWG

Tabla 6. Tabla (310-16) De la NTC 2050)
Anexo F.

Fuente: NTC 2050

Cálculo de la regulación de la acometida

Para este paso se debe aplicar la siguiente formula

$$\% \text{ regulación} = \frac{\Delta V}{V} * 100$$

$$\Delta V = (Z) (2) (L) (I)$$

Z = Impedancia

L = Recorrido del conductor en kilómetros

I = Corriente del conductor

ΔV = Caída de tensión

V = Tensión

Datos

Tensión 220 V

Corriente Del conductor 37 A

Recorrido de la acometida 3 m = 0,003 km

Impedancia del conductor (por cada km) = 3,6 ohm

Calculo la caída de tensión

$$\Delta V = 2 \left(\frac{3,6 \text{ ohm}}{\text{km}} \right) (0,003) \text{ km} (37) \text{ A}$$

$$\Delta V = 0,8 \text{ V}$$

Teniendo la caída de tensión pasamos a calcular el porcentaje de regulación

$$\% \text{ Regulación} = \frac{0,8 \text{ V}}{220 \text{ V}} (100 \%)$$

$$\% \text{ Regulación} = 0,36 \%$$

La sección 210-19 de la NTC 2050 dice que la caída de tensión debe tener un porcentaje menor al 5% y el porcentaje de regulación calculado dio 0,36 % por tal razón el diseño cumple con la norma.

VI. RESULTADOS

En el siguiente apartado se van a poder encontrar los resultados derivados del diseño realizado en el apartado anterior, donde ya van hacer las debidas mediciones de tensión, conexiones de los terminales, distribución de las protecciones, conexión de los componentes del banco y medición de amperaje.

Antes de manipular el banco los estudiantes deberán tener en cuenta las normas de seguridad.

Las normas que se deberá tener en cuenta son:

- Los estudiantes deberán utilizar guantes para manipular el banco.
- Revisar que el conductor y la clavija principal del banco este en optimo estado.
- Antes de conectar el banco, observar que las protecciones estén en modo (OFF).
- Antes de energizar el banco asegurarse de que los conductores estén en óptimas condiciones y no presenten un riesgo para los estudiantes.
- Revisar que los conductores con sus terminales estén en buenas condiciones para que no vayan a provocar un incidente o accidente.

- Debe de estar sin energía el banco didáctico para hacer las conexiones o cualquier cambio que surja en el trayecto de las practicas.
- Al concluir las practicas desarrolladas en el banco didáctico, se deben retirar los cables conectados de las borneras.

Figura 22. Banco didáctico de instalaciones eléctricas residencial.



Fuente: Elaboración propia.

Paso 1. Medición de tensión del Banco didáctico.

Figura 23. Medición 220V salida medidor de energía entre L1 y L2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Medición 110V salida medidor de energía entre L1 y N.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Medición 110V salida medidor de energía entre L2 y N.



Fuente: Elaboración propia.

Ya verificando de que hay tensión entre los terminales, procedemos a instalar el conductor de la acometida hasta el Protección diferencial.

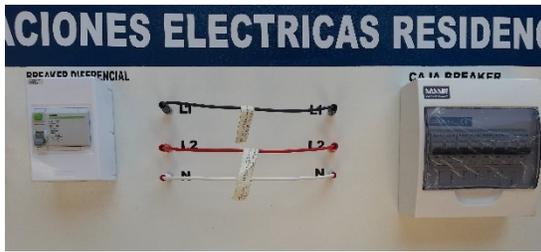
Paso 2. Instalación de la acometida.

Figura 26. Instalación de acometida.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. Instalación de acometida.



Fuente: Elaboración propia.

Paso 3. Conexión de los interruptores y tomacorrientes del Banco didáctico.

El Banco didáctico está dividido para tener dos grupos trabajando al mismo tiempo, entonces se procede a conectar de la siguiente manera.

Se alimenta el interruptor sencillo por el circuito 1, sale del interruptor el retorno hasta el bombillo y se cierra el circuito con el neutro.

Figura 28. Instalación de interruptor sencillo. (L1)



Fuente: Elaboración propia.

Ahora procedemos hacer la conexión del tomacorriente a 110 V, se alimenta el tomacorriente con el circuito 3 y se conecta a la bornera del neutro y la puesta a tierra.

Figura 29. Instalación de tomacorriente 110V. (L1)



Fuente: Elaboración propia.

Verificamos que estén los 110 V.

Figura 30. Medición tomacorriente 110V (L1)



Fuente: Elaboración propia.

Procedemos hacer la instalación del tomacorriente 220V, se alimenta el tomacorriente desde el circuito 5, circuito 7 y se le conecta la puesta a tierra.

Figura 31. Instalación tomacorriente 220V. (L1)



Fuente: Elaboración propia.

Se verifica que tenga 220V.

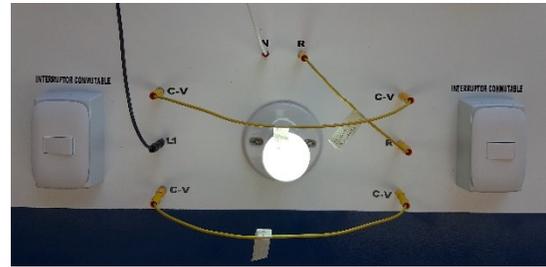
Figura 32. Medición tomacorriente 220V. (L1)



Fuente: Elaboración propia.

Ahora se realiza la conexión de los interruptores conmutables, se alimenta el interruptor conmutable 1 desde el circuito 1, se conectan las viajeras de los dos interruptores, sale el retorno desde el interruptor 2 hasta el bombillo y se cierra el circuito conectando el neutro al bombillo.

Figura 33. Instalación interruptor conmutables. (L1)



Fuente: Elaboración propia.

Y así se termina el lado de la línea 1 (L1).

Figura 34. Funcionamiento de (L1).

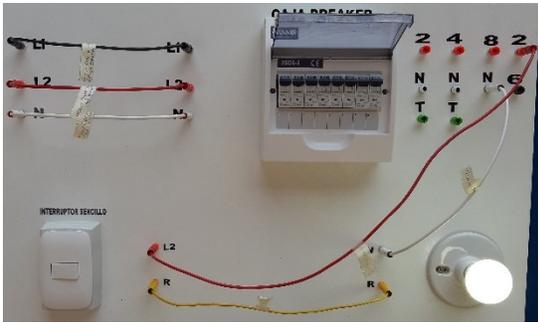


Fuente: Elaboración propia.

Pasamos para la línea 2 (L2) y comenzamos nuevamente con la instalación del interruptor sencillo con el bombillo.

Se alimenta el interruptor sencillo por el circuito 2, sale del interruptor el retorno hasta el bombillo y se cierra el circuito con el neutro.

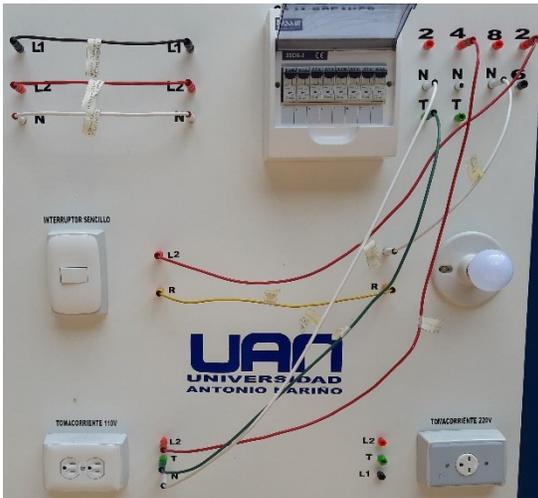
Figura 35. Instalación de interruptor sencillo. (L2)



Fuente: Elaboración propia.

Ahora procedemos hacer la conexión del tomacorriente a 110V, se alimenta el tomacorriente con el circuito 4 y se conecta a la bornera del neutro y la puesta a tierra.

Figura 36. Instalación tomacorriente 120V (L2)



Fuente: Elaboración propia.

Verificamos que estén los 110V.

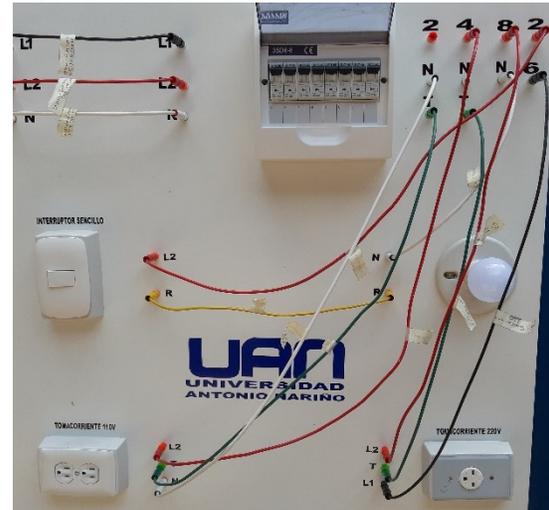
Figura 37. Medición tomacorriente 110V (L2)



Fuente: Elaboración propia.

Procedemos hacer la instalación del tomacorriente 220V, se alimenta el tomacorriente desde el circuito 6, circuito 8 y se le conecta la puesta a tierra.

Figura 38. Instalación tomacorriente 220V (L2)



Fuente: Elaboración propia.

Se verifica que tenga 220V.

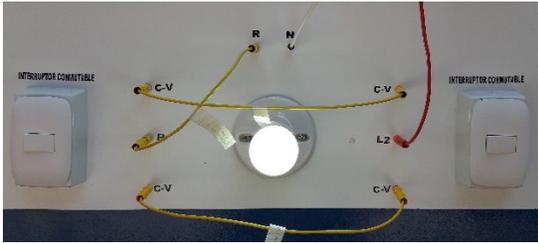
Figura 39. Medición tomacorriente 220V (L2)



Fuente. Elaboración propia.

Ahora se realiza la conexión de los interruptores conmutables con el bombillo, se alimenta el interruptor conmutable 3 desde el circuito 2, se conectan las viajeras de los dos interruptores, sale el retorno desde el interruptor 4 hasta el bombillo y se cierra el circuito conectando el neutro al bombillo.

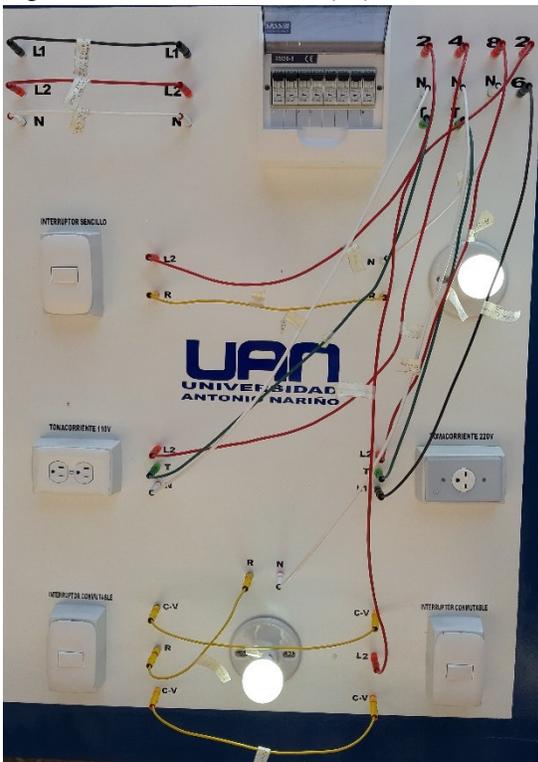
Figura 40. Instalación interruptor conmutables. (L2)



Fuente: Elaboración propia.

Con esto se termina el lado de la línea 2 (L2)

Figura 41. Funcionamiento de (L2)



Fuente: Elaboración propia.

De esa manera se termina de conectar el banco didáctico de instalaciones eléctricas residencial.

Paso 4. Medición de amperaje del banco didáctico.

Se procede a medir con la pinza amperiométrica el amperaje que consume entre línea 1 y línea 2.

Amperaje línea 1 = 0.298 A.

Figura 42. Medición de (L1)



Fuente: Elaboración propia.

Amperaje línea 2 = 0.302 A

Figura 43. Medición de (L2)



Fuente. Elaboración propia.

Figura 44. Funcionamiento total del banco didáctico.



Fuente: Elaboración propia.

VII. CONCLUSIONES

Se ha logrado la construcción del banco didáctico de instalaciones eléctricas residenciales inspirado en las practicas experimentales necesarias para la asignatura de Instalaciones eléctricas del programa de tecnología o ingeniería electromecánica.

Se pudieron estructurar y definir las practicas que se van a realizar en el banco didáctico.

Se pudo determinar la mejor configuración y los debidos cálculos para realizar la construcción del banco didáctico.

Se seleccionaron los debidos componentes y se realizó el montaje.

Al finalizar el montaje del banco didáctico se verifico correctamente el funcionamiento.

VIII. AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo que me brindo el Ing. Jorge Arboleda. Con él se inició este proyecto. También agradezco al Ing. Alfonso German Garzón. Que fue de mucha ayuda para la terminación del proyecto. El respaldo y apoyo de la Ing. Adriana López Vargas.

Agradezco el apoyo de todas las personas que estuvieron ahí y me dieron su asesoría.

REFERENCIAS

[1] Clarin Zonales. (2017). Fuerte preocupación récord de incendios de casas por malas conexiones eléctricas.

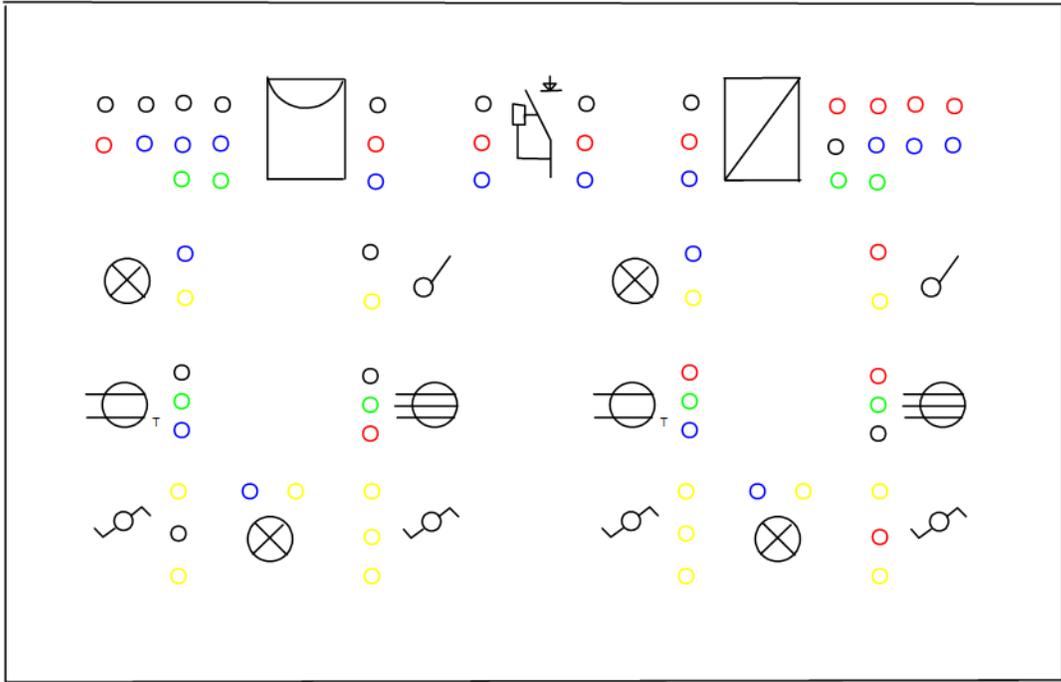
- Febrero 10 de 2019, de El Clarín Sitio web: https://www.clarin.com/zonales/record-incendios-casas-malas-conexiones-electricas_0_SySIEJw9-.html
- [2] 20Minutos. (2013). El mal estado de la instalación es la principal causa de accidente eléctrico en el hogar. Febrero 15 de 2019, de 20Minutos Sitio web: <https://www.20minutos.es/noticia/2001116/0/instalacion-electrica/estado/accidentes-hogar/>
- [3] El Heraldo. (2015). Cómo evitar tragedias por un cortocircuito. Febrero 17 de 2019, de El Heraldo Sitio web: <https://www.elheraldo.co/local/como-evitar-tragedias-por-un-cortocircuito-202521>
- [4] El comercio . (2014). Falla eléctrica, primera causa de incendios. Febrero 10 de 2019, de El comercio Sitio web: <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/falla-electrica-primera-causa-de.html>
- [5] El Comercio. (2017). Más de 500 incendios solo en enero, 40% por cortocircuitos. Febrero 12 de 2019, de El Comercio Sitio web: <https://elcomercio.pe/lima/500-incendios-enero-40-cortocircuitos-161860>
- [6] Color abc. (2011). Malas instalaciones eléctricas son las principales causas de incendios. Febrero 25 de 2019, de Color abc Sitio web: <http://www.abc.com.py/articulos/malas-instalaciones-electricas-son-las-principales-causas-de-incendios-284552.html>
- [7] Publimetro. (2016). El 35% de los incendios en inmuebles ocurre por causa eléctrica. Febrero 22 de 2019, de Publimetro Sitio web: <https://www.publimetro.cl/cl/nacional/2016/12/06/35-incendios-inmuebles-ocurre-causa-electrica.html>
- [8] Portafolio. (2016). Más de 75 muertes al año por mal uso de redes eléctricas. Febrero 26 de 2019, de Portafolio Sitio web: <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/75-muertes-ano-mal-redes-electricas-35164>
- [9] Diego Andres Gutierrez Ochoa y Julian Andres Rodriguez Velandia. (2014). DISEÑO DE TABLERO DIDÁCTICO PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS RELACIONADAS CON CALIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA. (Tesis de pregrado). Recuperado de: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/3997/42081058_2014.pdf?sequence=3
- [10] Miguel Quiroz - Alejandro Hernandez - Vicente Gonzales - Roberto Chavez. (2014). Estrategia didáctica para la enseñanza de la materia de instalaciones eléctricas en la carrera de ingeniería por medio de un prototipo didáctico en el ITV. Abril 8 de 2019, de Instituto Tecnológico de Veracruz Sitio web: <https://es.slideshare.net/MiguelAngelQuirozGarcia/estrategia-para-prototipo-didactico-en-instalaciones-elctricas>
- [11] Carlos Chipantiza y Alberto Alarcón. (2015). Diseño e implementación de modulo didáctico para el desarrollo de prácticas de instalaciones civiles. (Tesis de pregrado). Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10375/1/UPS-GT001396.pdf>
- [12] Empresa CAMBRE. (2017). Tablero didáctico para practica de instalaciones eléctricas domiciliarias. Abril 8 de 2019, de Escuela Técnica Alemana Moreno Sitio web:

- <http://etam2017.blogspot.com/2017/11/tablero-didactico.html>
- [13] Jonathan López - Luis Hernández. (2012). Guía para diseñar instalaciones eléctricas domiciliarias según NTC 2050 y EL RETIE. Febrero 20 de 2019, de Universidad Tecnológica De Bolívar Sitio web: <http://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063145.pdf>
- [14] Harper, G.E. (1998). El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales. México: Editorial Limusa.
- [15] Bricos. (2013). ¿Qué es un interruptor diferencial?. Mayo 19, 2019, de Bricos Sitio web: <https://bricos.com/2013/04/que-es-un-interruptor-diferencial-te-decimos-como-funciona-sus-aplicaciones-y-clases/>
- [16] Isma. (2016). Cómo funciona el interruptor termomagnético. Mayo 19 de 2019, de comofunciona Sitio web: <http://comofunciona.co.com/el-interruptor-termomagnético/>
- [17] Etecnia. (2018) ¿Qué es un cortocircuito? Mayo 19 de 2019, de Etecnia Sitio web: <https://www.etcnia.com.py/blog/43/Que-es-un-cortocircuito-electrico>
- [18] Programa casa segura. (S.F). Fuga eléctrica. Mayo 19 de 2019, de Programa casa segura Sitio web: <http://programacasasegura.org/mx/fugas-electricas-causas-y-soluciones-parte-1/>
- [19] Grupo Navarro. (S.F). Que son las sobrecargas eléctricas y como evitarlas. Mayo 19 de 2019, de Grupo Navarro Sitio web: <https://gruponavarro.pe/electricidad-domiciliaria/sobrecargas-electricas/>
- [20] Sena. (S.F). Esquemas Eléctricos. Instalaciones eléctricas, Cartilla 37, 30. Mayo 10 de 2019, del Sena Sitio web: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/1858/1/unidad_37_esquemas_electricos.pdf
- [21] Sena. (S.F). Mantenimiento de instalaciones eléctricas domiciliarias, Instalaciones eléctricas, Cartilla 61. Abril 11 de 2019, del Sena Sitio web: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/1871/1/unidad_61_mantenimiento_de_instalaciones_electricas_domiciliarias.pdf
- [22] Jonathan López, Luis Hernández. (2012). Guía para diseñar instalaciones eléctricas domiciliarias. Febrero 25 de 2019, de Biblioteca.utb Sitio web: <http://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063145.pdf>
- [23] Grupo navarro, que son la sobrecargas electricas y como evitarlas Febrero 15 de 2019 de grupo navarro. Sitio web: <https://gruponavarro.pe/electricidad-domiciliaria/sobrecargas-electricas/>

Figura 10. Símbolos eléctricos. (Anexo – A)

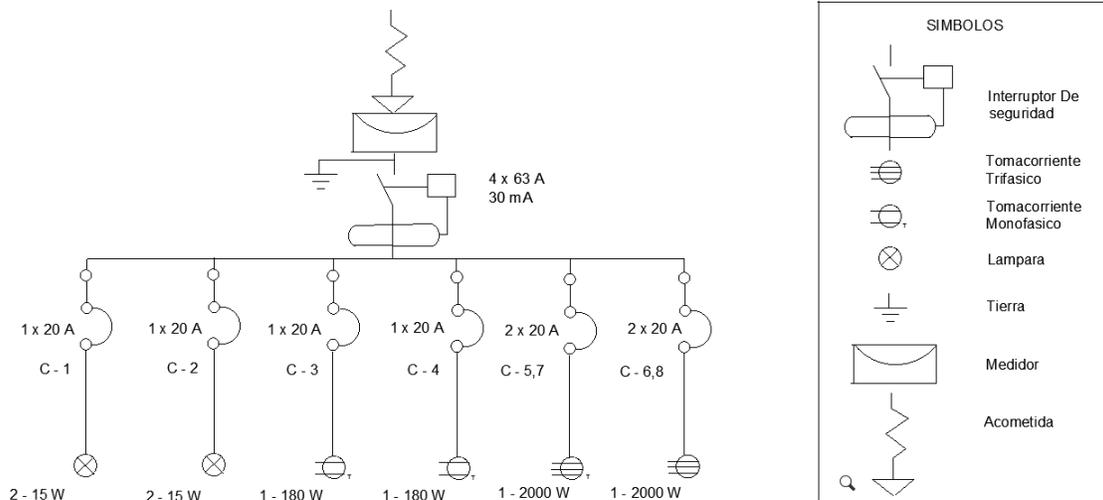
Fuente: Retie, 2014

Figura 18. Diseño de banco didáctico (Anexo-B).



Fuente. Elaboración propia.

Figura 21. Plano unifilar. (Anexo -C).



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro de cargas. (Anexo-D).

CIRCUITO	LUMINARIA	TOMACORRIENTE	TOMACORRIENTE ESPECIAL	POTENCIA TOTAL	TENSION	CORRIENTE	CALIBRE CONDUCTOR AWG	POTENCIA POR LINEA		PROTECCION
	12 W	1000 W	3500 W					LINEA 1	LINEA 2	
1	2			24	110	0,22	12	24		1X20
2	2			24	110	0,22	12		24	1X20
3		1		1000	110	9,09	12	1000		1X20
4		1		1000	110	9,09	12		1000	1X20
5, 7			1	3500	220	15,91	12		3500	2X20
6, 8			1	3500	220	15,91	12		3500	2X20
				9048				4524	4524	

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla . (220-19) De la NTC 2050) (Anexo-E).

Número de artefactos	Demanda máxima (kW) (véanse notas)	Factor de demanda % (véase nota 3)	
	Columna A (no más de 12 kW nominales)	Columna B (menos de 3,5 kW nominales)	Columna C (de 3,5 a 8,75 kW nominales)
1	8	80%	80%
2	11	75%	65%
3	14	70%	55%
4	17	66%	50%
5	20	62%	45%

Fuente: NTC 2050.

Tabla 6. Tabla (310-16) De la NTC 2050) (Anexo-F).

Sección transv.	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS,SA,SS,FEP*, FEPB*,MI,RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*,THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS,SA,SS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm ²	COBRE			ALUMINIO 0 ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	--	--	14	--	--	--	18
1,31	--	--	18	--	--	--	16
2,08	20*	20*	25	--	--	--	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4

Fuente: NTC 2050.