

**MODULO DIDACTICO PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS**

**CARLOS ARTURO ARGUELLO MONSALVE  
NELSON ROBEIRO GIRALDO HINCAPIE  
LUIS ALBERTO VELEZ HENAO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICO PASCUAL BRAVO  
TECNOLOGÍA EN ELECTROMECÁNICA  
MEDELLÍN  
2011**

**MODULO DIDACTICO PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS**

**CARLOS ARTURO ARGUELLO MONSALVE  
NELSON ROBEIRO GIRALDO HINCAPIE  
LUIS ALBERTO VELEZ HENAO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICO PASCUAL BRAVO  
TECNOLOGÍA EN ELECTROMECÁNICA  
MEDELLÍN  
2011**

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
2. JUSTIFICACIÓN.....	10
3. OBJETIVOS.....	11
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	11
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	11
4. MARCO TEORICO .....	12
4.1 CONDUCTORES ELECTRICOS .....	12
4.1.1 Alambres.....	13
4.1.3 Cable flexible. . . . .	14
4.2.1 De acuerdo a lo que miden. Según si es energía activa o reactiva. ....	17
4.2.1.1 Medidores de energía activa. ....	17
4.2.1.2 Medidores de energía reactiva. ....	17
4.2.2 Conexión de acuerdo a la exactitud. ....	17
4.2.2.1 Medidores clase 0.5.....	18
4.2.2.2 Medidores clase 1.....	18
4.2.2.3 Medidores clase 2.....	18
4.3 La conexión de red. ....	19
4.3.1 Medidor monofásico bifilar. ....	19
4.3.2 Medidor monofásico trifilar.....	19
4.3.3 Medidor bifásico trifilar. ....	19
4.3.4 Medidor trifásico tetrafilar.....	19
4.3.5 Medidor trifásico trifilar. ....	20
4.4 CANALIZACIONES Y TUBERIAS .....	22
4.5 TABLERO DE DISTRIBUCION.....	25
4.6 CAJAS DE EMPALME .....	27
4.8 INTERRUPTORES .....	34
4.9 PROTECCIONES .....	35

4.10 CAMPANILLA .....	37
4.12 BASE DE RELE .....	38
4.13 RIEL OMEGA METALICO .....	39
5. DESCRIPCIÓN TÉCNICA .....	40
5.1 CONEXIÓN DEL MEDIDOR DE ENERGÍA.....	43
5.2 CONEXIÓN DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN.....	45
5.3 CONEXIÓN DE UN TOMA CORRIENTE CON POLO A TIERRA .....	46
5.4 CONEXIÓN TOMA CORRIENTE GFCI.....	48
5.5 CONEXIÓN DEL TOMA CORRIENTE BIFILAR.....	51
5.6 CONEXIÓN DEL TOMA CORRIENTE TRIFILAR.....	53
5.7 CONEXIÓN DE UN INTERRUPTOR SENCILLO (S 1) .....	54
5.8 CONEXIÓN DE UN INTERRUPTOR DOBLE (S 2) .....	55
5.9 CONEXIÓN DE UN INTERRUPTOR TRIPLE (S 3).....	56
5.10 CONEXIÓN DE UN INTERRUPTOR CONMUTABLE (SE).....	57
5.11 CONEXIÓN DE UN INTERRUPTOR DOBLE CONMUTABLE ( SE 2).....	58
5.12 CONEXIÓN DE UN INTERRUPTOR TRIPLE CONMUTABLE ( SE 3) .....	59
5.11 CONEXIÓN DE UN INTERRUPTOR 4 VIAS ( S4).....	60
6. CONCLUSIONES .....	63
BIBLIOGRAFIA.....	64
ANEXO .....	65
Simbología eléctrica residencial.....	65

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características entre el cobre y el aluminio .....	12
Tabla 1.1 Calibres de cables para tensiones normalizadas.....	14
Tabla 2. Calculo de conductor eléctrico .....	15
Tabla 4. Tabla de número de conductores por ductos de tuberías. ....	23
Tabla 4.1. Tabla de número de conductores por ductos de tuberías. ....	23
Tabla 4.2. Tabla de número de conductores por ductos de tuberías. ....	24
Tbla 5. Volumen de caja por conductor eléctrico .....	28
Tabla 6. Dimensiones de cajas metálicas.....	31

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Alambre.....	13
Figura 2. Cables.....	14
Figura 3. Conexión medidor monofásico bifilar .....	19
Figura 4. Conexión medidor monofásico trifilar .....	21
Figura 5. Conexión eléctrica de un tablero de distribución .....	26
Figura 6. Conexión eléctrica del tablero de distribución del modulo de instalaciones eléctricas domiciliarias .....	26
Figura 7. Caja rectangular plástica .....	27
Figura 8. Caja rectangular plástica .....	27
Figura 9. Caja cuadrada plástica .....	27
Figura 10. Caja metálica 10x10a .....	27
Figura 11. Conexión eléctrica de la caja rectangular plástica .....	29
Figura 12. Montaje eléctrico de toma bifilar .....	29
Figura 14. Toma corriente doble con polo tierra .....	32
Figura 15. Toma corriente doble GFCI .....	33
Figura 16. Interruptor de 4 vias (S 4) .....	34
Figura 17. Protección tipo termo magnética .....	35
Figura 18. Esquema interno de una protección tipo termo magnética. ....	36
Figura 19. Borneras hembras . ....	36
Figura 20. Borneas macho .....	36
Figura 21. Bases de relé .....	36
Figura 22.....	36
Figura 23. Modulo de instalaciones eléctricas domiciliarias en proceso de ensamble .....	41
Figura 24. Cable para conexión de accesorios .....	40
Figura 25. Caja con conexión borneas hembras.....	40
Figura 26. Conexión medidor de energía monofásico trifilar.....	44

Figura 27. Medidor de energía en el modulo didáctico de instalaciones eléctricas domiciliarias. ....	44
Figura 28. Tablero de distribución.....	45
Figura 29. Conexión de borneras desde las protecciones .....	46
Figura 30. Conexión de un toma corriente doble polo a tierra .....	47
Figura 31. Ensamble de un toma corriente doble con polo a tierra.....	47
Figura 32. Conexión de un toma corriente doble .....	48
Figura 33. Toma corriente doble GFCI. vista internamente .....	49
Figura 34. Toma corriente doble GFCI .....	49
Figura 35. Conexión de toma corriente doble GFCI.....	50
Figura 36. Ensamble de un toma bifilar .....	52
Figura 37. Conexión de un toma bifilar .....	52
Figura 38. Conexión de un toma trifilar .....	53
Figura 40. Conexión de un interruptor doble sencillo (S2) .....	55
Figura 41. Conexión de un interruptor triple sencillo (S3) .....	56
Figura 42. Conexión de un interruptor conmutable (SE1) .....	57
Figura 43. Conexión de un interruptor doble conmutable (SE2) .....	58
Figura 44. Conexión de un interruptor triple conmutable (SE3) .....	59

## INTRODUCCIÓN

En las instalaciones eléctricas residenciales comienza con los requerimientos del usuario y los requisitos básicos mínimos del reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), y las exigencias de la norma NTC 2050 (Código eléctrico colombiano), de acuerdo con los siguientes criterios como el cálculo correcto de corriente de los aparatos, cálculo de las cargas en una unidad de vivienda, diseño de los circuitos ramales con sus protecciones, diseño de los circuitos alimentadores, Selección de los conductores de acuerdo con los criterios de las normas establecidas, Selección de capacidad de corriente de los conductores dentro de la instalación, Selección apropiada de los elementos del sistema de puesta a tierra de la unidad de vivienda, Cantidad de conductores permitidos en una canalización y Condiciones de empalme y conexiones.

Con este modulo didáctico de instalaciones eléctricas domiciliarias se pretende realizar una instalación eléctrica de una manera practica, que facilita el sistema de conexiones en sus accesorios, desde la conexión de acometida, el medidor de energía, la conexión del tablero de distribución con sus respectivas protecciones. La derivación de los circuitos ramales para la conexión de los diferentes elementos implementados.



## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Institución Universitaria Tecnológico Pascual Bravo ofrece entre sus programas de formación tecnológica las tecnologías eléctrica electromecánica entre otras, estas tecnologías incluyen en su plan de estudios el área de instalaciones eléctricas y redes, instalaciones e iluminaciones, cuenta con los laboratorios de maquinas I y maquinas II para el desarrollo de actividades pertinentes a cada una de ellas, los laboratorios cuentan con bancos didácticos de sistemas eléctricos de control, módulos de controles eléctricos donde el estudiante realiza montajes de planos de control eléctrico, además los implementos básicos para realización de prácticas de competencia eléctrica.

Pero los estudiantes de las tecnologías Eléctrica y Electromecánica hemos encontrado que los laboratorios de maquinas no poseen un banco didáctico de instalaciones eléctricas domiciliarias situación que no nos ha permitido realizar prácticas de los montajes de los planos de una instalación eléctrica domiciliaria.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Con el diseño del modulo didáctico de montaje de redes eléctricas domiciliarias, brindara la realización de las practicas del diseño y montaje de una instalación eléctrica residencial, para los estudiantes de las tecnologías en Eléctrica y Electromecánica, ya que la Institución Universitaria Tecnológico Pascual Bravo carece de este tipos de practicas, la cual ayudara a fomentar al estudiante en su tecnología.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar, montar, y ensayar un modulo didáctico con todos los elementos necesarios para la simulación de una instalación de redes eléctricas domiciliarias.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Proveer los accesorios necesarios para la realización de un adecuado montaje de una instalación eléctrica residencial.

Garantizar que el montaje de las instalaciones eléctricas residenciales con sus accesorios cumpla con las normas NTC 2050 y RETIE.

Verificar que el modulo didáctico para instalaciones eléctricas domiciliarias tenga un funcionamiento adecuado para la realización de las practicas.

## 4. MARCO TEORICO

La electricidad es una forma de energía capaz de transformar en calor, movimientos y luz; es la causa de muchos otros fenómenos físicos de los que ha obtenido innumerables beneficios el hombre. Los cuerpos sólidos líquidos y gaseosos son compuestos de moléculas, las cuales están constituidas por átomos.

Para el diseño y montaje de una instalación eléctrica residencial se deben tener varios parámetros para su ejecución.

La seguridad y duración de una instalación eléctrica depende los cálculos adecuados bajo las normas eléctricas (NTC 2050 y RETIE), de esto parte la selección de cable y alambres en la utilización de ella. Los conductores eléctricos deben seleccionarse para que cumpla una óptima condición en la función de transportar la corriente eléctrica.

También se seleccionan los accesorios, el procedimiento de los cálculos en las cargas de demanda del proyecto, las protecciones, la simbología.

Los conductores eléctricos son hilos metálicos de cobre o aluminio y se utilizan para conducir la corriente eléctrica. Ambos metales tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas.

### 4.1 CONDUCTORES ELECTRICOS

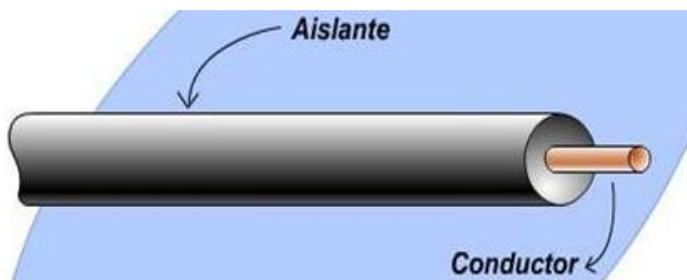
Los conductores eléctricos son hilos metálicos de cobre o aluminio y se utilizan para conducir la corriente eléctrica. Ambos metales tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas.

#### **Tabla 1. Características entre el cobre y el aluminio**

RESISTIVIDADES DE ALGUNOS MATERIALES A 20°C	
EN ( $\frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$ )	
MATERIAL	RESISTIVIDAD
PLATA	0.016
COBRE	0.017
ORO	0.023
ALUMINIO	0.028
TUNGSTENO	0.050
ZINC	0.058
LATON	0.06 A 0.08
NIQUEL	0.075
PLATINO	0.096
HIERRO	0.10A0.15
ESTAÑO	0.13
PLOMO	0.21
MANGANINA	0.42
MERCURIO	0.92
CROMO -NIQUEL	1.06

4.1.1 Alambres. Son conductores eléctricos constituidos por un solo hilo metálico y pueden ser desnudos o revestidos con una cubierta aislante. Se emplea en líneas aéreas, como conductor desnudo o aislado, en instalaciones eléctricas a la intemperie, en ductos o directamente sobre aisladores.

Figura 1. Alambre



**4.1.2 Cables.** Los cables están constituidos por un conjunto de alambres no aislados entre si y pueden estar desnudos o revestidos por una o varias capas de aislantes. Los aislantes son plástico, goma o tela.

Figura 2. Cables

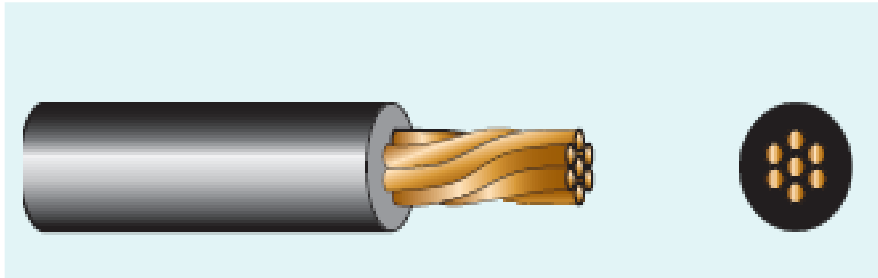


Tabla 1.1 Calibres de cables para tensiones normalizadas

Corriente Normalizada (A)	Calibre Seleccionado (AWG)	
	Alambre TW	Alambre THHN/THWN 90°C
25	12	14
30	10	12
35	8	10
40	8	10
45	6	8
50	6	8

Hasta tres conductores transportando corriente, en una canalización, cable o en enterramiento directo a una temperatura ambiente de 30°C

**4.1.3 Cable flexible.** Se denominan así por ser fácilmente maniobrables, su característica de flexibilidad los faculta para soportar movimientos y vibraciones. Los conductores flexibles que durante su instalación y operación sean aniobrables y conserven sus propiedades eléctricas y mecánicas, de tal forma que la conducción eléctrica sea de forma segura y confiable. El cable flexible está compuesto por uno o varios conductores de cobre y materiales que componen el aislamiento o la chaqueta, que generalmente son plásticos.

En las instalaciones eléctricas residenciales según la norma NTC 2050 del código eléctrico colombiano y el reglamento de instalaciones eléctricas (RETIE), el

artículo 110 -5 de la NTC 2050 establece que Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, a no ser que en este código se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y los calibres que se den en este código se deben aplicar como si fueran conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales, los calibres se deben cambiar conforme a su equivalencia. Los alambres y cables de cobre THHN/THWN, son los más usados en instalaciones eléctricas residenciales, en circuitos alimentadores y ramales de hasta 600 V nominales, especiales en sitios abrasivos, en ductos, tuberías y tableros.

La norma NTC 2050 artículo 310-3 indica que cuando los conductores van instalados en canalizaciones, los calibres iguales o mayores a 8 AWG deben ser cableados (conductores compuestos de varios hilos). Estos conductores son los implementados en la acometida de alimentación de tensión desde el medidor de energía hasta el tablero de protecciones. En el modulo didáctico de instalaciones eléctricas domiciliarias se emplea un conductor (cable) calibre 8 THWN. Para la alimentación de conexión del modulo, y para el cableado general de los accesorios se emplea cable flexible calibre 12. En las instalaciones eléctricas residenciales la NTC 2050 establece el cálculo del calibre del conductor basado a la capacidad de corriente del conductor.

Tabla 2. Calculo de conductor eléctrico

CALIBRE AWG	CAPACIDAD DE CORRIENTE (Conductor de cobre) Según el artículo 110.14 c
14	20
12	25
10	30
8	40
6	55
4	70

También se puede obtener por medio de la tabla 310-16 de la NTC 2050, en donde establece lo siguiente. Las Tablas 310-16 a 310-19 son Tablas de aplicación para usar en el cálculo del calibre de los conductores.

Tabla 3. Selección de conductores eléctricos

Sección  AWG Kcmils	Temperatura nominal del conductor (ver Cuadro 310-13)						Sección  AWG Kcmils
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	TIPOS TW <sup>†</sup> , UF <sup>†</sup>	TIPOS FEPW <sup>†</sup> , RH <sup>†</sup> , RHW <sup>†</sup> , THHW <sup>†</sup> , THW <sup>†</sup> , THWN <sup>†</sup> , XHHW <sup>†</sup> , USE <sup>†</sup> , ZW <sup>†</sup>	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP <sup>†</sup> , FEPB <sup>†</sup> , MI, RHH <sup>†</sup> , RHW- 2, THHN <sup>†</sup> , THHW <sup>†</sup> , THW- 2 <sup>†</sup> , THWN-2 <sup>†</sup> , USE-2, XHH, XHHW <sup>†</sup> , XHHW- 2, ZW-2	TIPOS TW <sup>†</sup> , UF <sup>†</sup>	TIPOS RH <sup>†</sup> , RHW <sup>†</sup> , THHW <sup>†</sup> , THW <sup>†</sup> , THWN <sup>†</sup> , XHHW <sup>†</sup> , USE <sup>†</sup>	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN <sup>†</sup> , THHW <sup>†</sup> , THW- 2, THWN-2, RHH <sup>†</sup> , RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW- 2, ZW-2	
COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE				
18	....	....	14	....	....	....	....
16	....	....	18	....	....	....	....
14	20#	20#	25	....	....	....	....
12	25#	25#	30#	20#	20#	25#	12
10	30	35#	40#	25	30#	35#	10
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCION							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30°C (86°F), multiplicar las anteriores intensidades por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente en °F
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	70- 77
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	78- 86
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	87- 95
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	96-104
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	105-113
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	114-122
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	123-131
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	132-140
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	141-158
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	159-176

Tomado Tabla 310- 16 de la NTC 2050.



En el modulo didáctico de instalaciones eléctricas se emplea como conductor eléctrico, para los circuitos ramales, cable flexible AWG # 12, ya que por su flexibilidad permite mejor manejo en las conexiones.

## 4.2 MEDIDOR DE ENERGIA

El contador o medidor eléctrico es el instrumento destinado a medir la energía suministrada a un circuito. La unidad práctica de medición de la energía eléctrica es el kilovatio – hora (Kw. – h)

Los contadores eléctricos se clasifican según el sistema de distribución:

Contador monofásico

Contador monofásico trifilar

Contador trifásico

Existen varios tipos de medidores dependiendo de su construcción, tipo de energía que mide, clase de precisión y conexión a la red eléctrica.

**4.2.1 De acuerdo a lo que miden.** Según si es energía activa o reactiva.

**4.2.1.1 Medidores de energía activa.** Mide el consumo de energía activa en kilovatios – hora.

**4.2.1.2 Medidores de energía reactiva.** Mide el consumo de energía reactiva en kilovares – hora. la energía reactiva se mide con medidores electrónicos que miden tanto la energía activa como la energía reactiva

**4.2.2 Conexión de acuerdo a la exactitud.** Según la norma NTC 2288 y 2148, los medidores se dividen en 3 clases: 0.5, 1 y 2. Esta es una norma para los ensayos tipo de medidores de energía eléctrica. Cubre los requisitos particulares para medidores que están siendo utilizados para aplicaciones interiores y exteriores.

Esta norma hace diferencia entre:

Medidores clase de exactitud 0,5, medidores clase de exactitud 1 y Medidores clase de exactitud 2.

Medidores clase de protección I y clase de Protección II

Medidores para usar en circuitos equipados con o sin neutralizadores de falla a tierra.

Los niveles de ensayos requeridos son considerados como los valores mínimos para garantizar el funcionamiento apropiado del medidor bajo condiciones normales de trabajo. Para aplicaciones especiales, otros niveles de ensayos y condiciones de referencia pueden ser necesarios y deberán ser acordados entre el usuario y el fabricante.

**4.2.2.1 Medidores clase 0.5.** Se utilizan para medir la energía activa suministrada en bloque en punto de frontera con otras empresas electrificadoras o grandes consumidores alimentados a 115 kv.

**4.2.2.2 Medidores clase 1.** Incluye los medidores trifásicos para medir energía activa y reactiva de grandes Consumidores, para clientes mayores de 55 kW. Cuando el cliente es no regulado la tarifa es horaria, por tanto el medidor electrónico debe tener puerto de comunicación o modem para enviar la información a través de la línea telefónica.

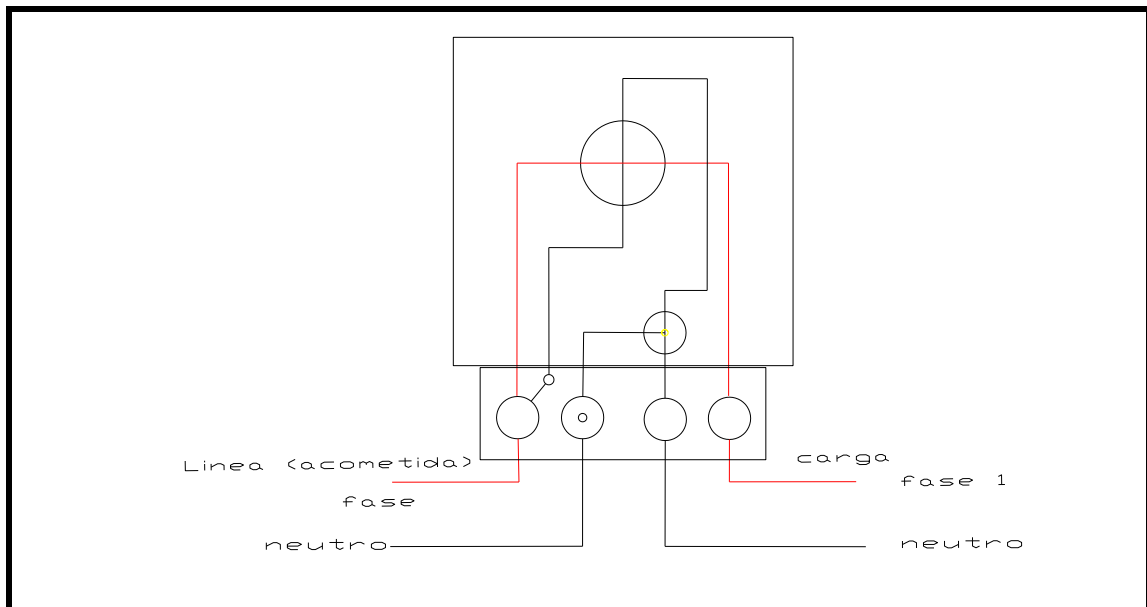
**4.2.2.3 Medidores clase 2.** Es la clasificación básica e incluye los medidores monofásicos y trifásicos para medir energía activa en casas, oficinas, locales comerciales y pequeñas industrias con cargas menores de 55 kW. El índice de clase 0,5, 1, y 2 significa los límites de error porcentual admisible para todos los valores de corriente entre el 10% nominal y la I máxima con un factor de potencia igual a uno.

El índice de clase es el número que expresa el límite de error porcentual admisible para todos los valores de corriente entre 0,1 veces la corriente básica y la corriente máxima ó entre 0.05 veces la corriente nominal y la corriente máxima con un  $\text{Cos } \varphi = 1$ .

**4.3 La conexión de red.** Se usa según el uso del sector donde esta ubicado, ya sea residencial, comercial o industrial

**4.3.1 Medidor monofásico bifilar.** Se utiliza para el registro de consumo en una acometida que tenga un solo conductor activo o fase y un conductor no activo o neutro.

Figura 3. Conexión medidor monofásico bifilar



**4.3.2 Medidor monofásico trifilar.** Se utiliza para el registro del consumo de una acometida monofásica de fase partida (120/240 V) donde se tienen dos conductores activos y uno no activo o neutro.

**4.3.3 Medidor bifásico trifilar.** Se utiliza para el registro del consumo de energía de unas acometidas de dos fases y tres hilos, alimentadas de la red distribución trifásica.

**4.3.4 Medidor trifásico tetrafilar.** Se utiliza para el consumo de energía de una acometida trifásica de tres fases y cuatro hilos.

**4.3.5 Medidor trifásico trifilar.** Se utiliza para el registro de consumo de energía de una acometida trifásica de tres fases sin neutro.

En las instalaciones eléctricas residenciales se emplean en base a la NTC 2050, medidores de clase 2 en los cuales están los medidores monofásicos bifilares y los monofásicos trifilar. Se instalan de acuerdo a la adecuación de la tensión nominal de consumo en el sector residencial.

120 V.

1 fase y neutro

También se emplea el medidor monofásico trifilar el cual se encarga de suministrar de la red eléctrica publica un voltaje entre 120/240 VAC , en el cual ingresan 2 fases y 1 neutra

En el modulo didáctico de instalaciones eléctricas domiciliarias se instalo un medidor monofásico trifilar, ya que el diseño es para obtener una tensión nominal de 240 VAC.

En la figura se ilustra la conexión del medidor monofásico trifilar, en la bornera 1 entrada de la línea 1(fase) y su salida por la bornera 3, así mismo por la bornera 4 ingresa la línea 2 (fase) y su salida correspondiente por la bornera 6. y la línea neutra pasa directamente por el medidor al tablero de distribución, junto con la salida de la bornera 3 y 6.

La norma eléctrica de E.P.M RA7- 217. Esta especificación establece las características que deben reunir los medidores de inducción de energía activa monofásicos (1fase, 3 hilos y 2 hilos) y trifásicos (3 fases, 4hilos) con clase de precisión 1 ó 2, utilizados en la legalización de domiciliarias.

Para legalización de domiciliarias (facturación) se emplean los siguientes medidores:

Medidor de inducción, monofásico bifilar (1 fase 2 hilos), 120 V, 10(60) A, ciclo métrico.

Medidor de inducción, monofásico trifilar (1 fase 3 hilos), 120/240 V, 10(60) A, ciclo métrico

En su Conexión, la tensión directa y la corriente solo para algunos casos, a través de los transformadores de corriente.

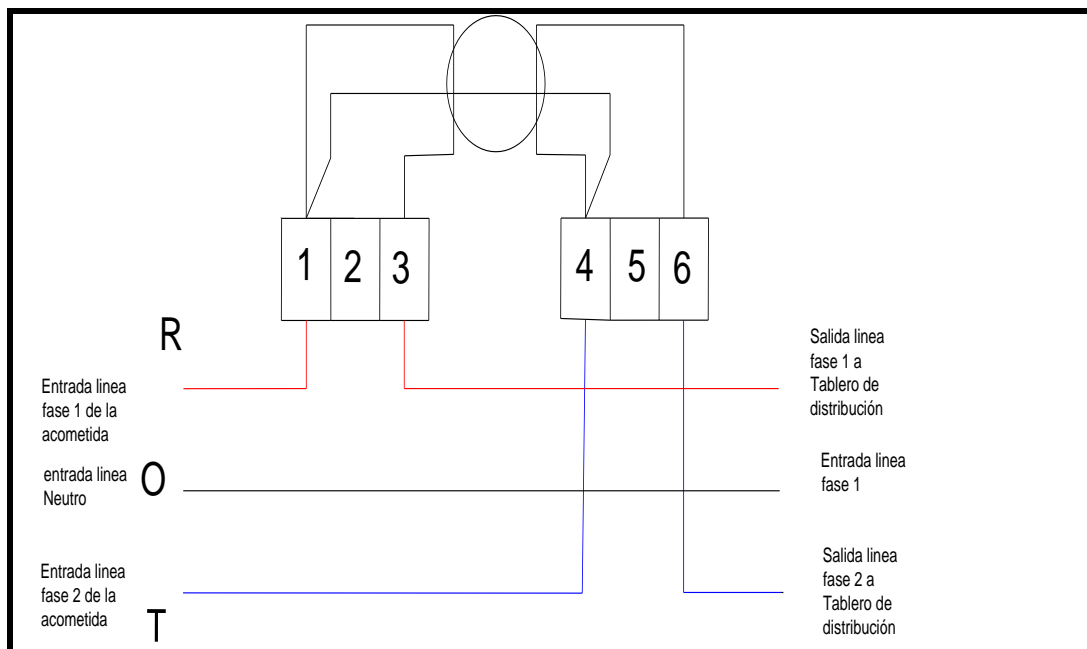
La Tensión de referencia es 120/240 V para monofásicos 3 hilos (1 fase 3 hilos); 120 V para monofásicos 2 hilos (1 fase 2 hilos) y 120/208 V para trifásicos (3 fases 4 hilos).

Frecuencia (Hz): 60

Corriente básica (A): 10 o menor

Corriente máxima (A): 60

Figura 4. Conexión medidor monofásico trifilar



El medidor monofásico instalado en el modulo didáctico de instalaciones eléctricas domiciliarias tiene las siguientes especificaciones

Tipo: E82cp2

Tensión: 120/240 VAC

Amperaje: 15 (60) A

Frecuencia: 60 Hz

375 rev/Kwh

Clase 2 ( Icontec 2288)

#### 4.4 CANALIZACIONES Y TUBERIAS

Es un dispositivo de material polímero utilizado para contener los conductores eléctricos, para ser protegidos en el área donde se instalen. En las instalaciones eléctricas residenciales, según el código eléctrico colombiano NTC 2050 y el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), los conductores eléctricos se encuentran alojados en tubos conduit de PVC, estos están limitados en su capacidad de conducción de corriente por el calentamiento, debido a las limitaciones de disipación de calor ya que el aislamiento mismo presenta limitaciones de tipo térmico, en consecuencias de estas restricciones térmicas, el número de conductores dentro de un tubo conduit se limita de manera tal que permitan un arreglo físico de conductores, de acuerdo a la sección transversal 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 procede de la siguiente forma:

$$F = \frac{A_c}{A}$$

A es el área interior del tubo en mm<sup>2</sup> y A<sub>c</sub> es el área total de los conductores, Otra forma de determinar el número máximo de conductores dentro de un tubo conduit es empleando las Tablas del Apéndice C de la Norma NTC 2050.

El porcentaje de llenado de los conductores en un tubo conduit pvc es del 40% para 3 conductores, para 2 conductores es del 31 % de llenado y para 1

conductor es del 53%. En el modulo didáctico de instalaciones eléctricas domiciliarias, no se emplea tubería conduit pvc para el alojamiento de los conductores, se implemento canaleta plástica, la cual permitirá alojar los conductores flexibles para el cableado apropiado de la instalación eléctrica.

Tabla 4. Tabla de número de conductores por ductos de tuberías.

Cuadro C2.  
Número máximo de conductores y cables de aparatos en tuberías eléctricas no metálicas (según el Cuadro 1, Capítulo 9)

Letras de tipo	Sección del cable AWG/Kcmils	Sección comercial en pulgadas					
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
RH	14	4	8	15	27	37	61
	12	3	7	12	21	29	49
RHH, RHW, RHW-2	14	3	6	10	19	26	43
	12	2	5	9	16	22	36
RH, RHH, RHW, RHW-2	10	1	4	7	13	17	29
	8	1	1	3	6	7	15
	6	1	1	3	5	6	12
	4	1	1	2	4	5	9
	3	1	1	1	3	4	8
	2	0	1	1	3	3	7
	1	0	1	1	1	2	5
	1/0	0	0	1	1	1	4
	2/0	0	0	1	1	1	3
	3/0	0	0	1	1	1	3
	4/0	0	0	1	1	1	2
	250	0	0	0	1	1	1
	300	0	0	0	1	1	1
	350	0	0	0	1	1	1
	400	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	0	1	1
	600	0	0	0	0	1	1
	700	0	0	0	0	0	1
	750	0	0	0	0	0	1
800	0	0	0	0	0	1	
900	0	0	0	0	0	1	
1000	0	0	0	0	0	1	
1250	0	0	0	0	0	0	
1500	0	0	0	0	0	0	
1750	0	0	0	0	0	0	
2000	0	0	0	0	0	0	

Tomada Tablas del apéndice C de la NTC 2050

Tabla 4.1. Tabla de número de conductores por ductos de tuberías.

	14	7	13	22	40	55	92
	12	5	10	17	31	42	71
	10	4	7	13	23	32	52
	8	1	4	7	13	17	29
Letras de tipo	Sección del cable AWG/Kcmils	Sección comercial en pulgadas					
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	14	4	8	15	27	37	61
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	12	3	7	12	21	29	49
	10	3	5	9	17	23	38
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8	1	3	5	10	14	23
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	6	1	2	4	7	10	17
	4	1	1	3	5	8	13
	3	1	1	2	5	7	11
	2	1	1	2	4	6	9
	1	0	1	1	3	4	6
	1/0	0	1	1	2	3	5
	2/0	0	1	1	1	3	5
	3/0	0	0	1	1	2	4
	4/0	0	0	1	1	1	3
	250	0	0	1	1	1	2
	300	0	0	0	1	1	2
	350	0	0	0	1	1	1
	400	0	0	0	1	1	1
	500	0	0	0	1	1	1
	600	0	0	0	0	1	1
	700	0	0	0	0	1	1
	750	0	0	0	0	1	1
800	0	0	0	0	1	1	
900	0	0	0	0	0	1	
1000	0	0	0	0	0	1	
1250	0	0	0	0	0	1	
1500	0	0	0	0	0	0	
1750	0	0	0	0	0	0	
2000	0	0	0	0	0	0	

\* Los cables RHH, RHW y RHW-2, sin recubrimiento externo.

Tomada Tablas del apéndice C de la NTC 2050

Tabla 4.2. Tabla de número de conductores por ductos de tuberías.



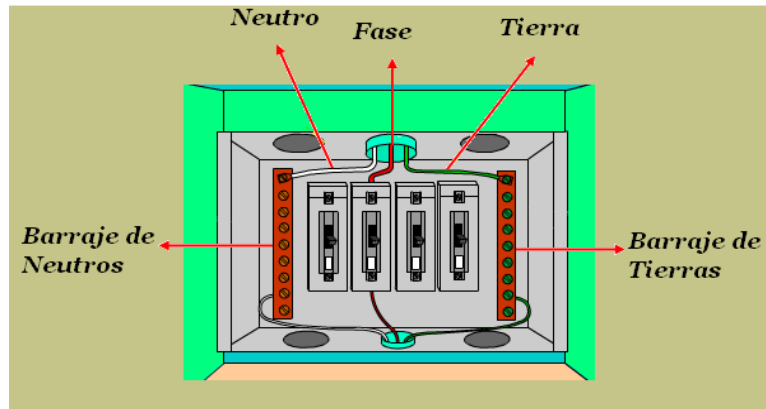
Letras de tipo	Sección del cable AWG/Kcmils	Sección comercial en pulgadas					
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
THHN, THWN, THWN-2	14	10	18	32	58	80	132
	12	7	13	23	42	58	96
	10	4	8	15	26	36	60
	8	2	5	8	15	21	35
	6	1	3	6	11	15	25
	4	1	1	4	7	9	15
	3	1	1	3	5	8	13
	2	1	1	2	5	6	11
	1	1	1	1	3	5	8
	1/0	0	1	1	3	4	7
	2/0	0	1	1	2	3	5
	3/0	0	1	1	1	3	4
	4/0	0	0	1	1	2	4
	250	0	0	1	1	1	3
	300	0	0	1	1	1	2
	350	0	0	0	1	1	2
	400	0	0	0	1	1	1

Tomada Tablas del apéndice C de la NTC 2050

#### 4.5 TABLERO DE DISTRIBUCION

Los tableros de distribución contienen las protecciones contra sobre corrientes que protegen a los componentes de las sobrecargas o cortocircuitos. El tablero debe proteger las líneas conductoras (fases), la protección no debe ser mayor a la capacidad de corriente conducida por el conductor. Hay tableros eléctricos monofásicos, bifásicos y trifásicos.

Figura 5. Conexión eléctrica de un tablero de distribución



En el modulo didáctico de instalaciones eléctricas se instaló un tablero de distribución bifásico de 6 circuitos, para la conexión de 2 líneas fases, 1 línea de neutra y la línea de puesta a tierra.

Figura 6. Conexión eléctrica del tablero de distribución del modulo de instalaciones eléctricas domiciliarias



#### 4.6 CAJAS DE EMPALME

Este accesorio permite la llegada de tubos de alojamientos de conductores, conductores eléctricos, con el propósito de realizar empalmes y proporcionar salidas a tomacorrientes, interruptores, lámparas y luminarias en general.

La selección de caja de empalme depende de lo siguiente, del número de conductores que entran, el tipo y numero de dispositivos que se conectan en la caja y el método de alumbrado a usar. Algunos tipos de cajas eléctricas o de empalme son: cajas rectangulares, cajas octogonales y cajas cuadradas.

Figura 7. Caja rectangular plástica

Figura 8. Caja Octogonal plástica



Figura 9. Caja cuadrada plástica

Figura 10. Caja metálica 10x10



En las instalaciones eléctricas domiciliarias según la NTC 2050 y el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), establece que todos los conductores que se alojen en una caja eléctrica, incluyendo los aislamientos, empalmes y curvaturas que se hagan en su interior, no deben ocupar más del 60% del espacio interior de la caja o del espacio libre que dejen los dispositivos o accesorios que se instalen en ella.

Las cajas de empalme metálicas son empleadas en áreas donde estén expuestas al factor de humedad, fricciones con diferentes agentes del medio donde se instalen, e igualmente la tubería que alojan los conductores sería metálica. Las cajas no metálica (pvc) son empleadas en las instalaciones residenciales empotradas en los muros, y los tubos que alojan los conductores serían tubo conduit pvc.

Según la NTC 2050 establece que el cada conductor que proceda de fuera de la caja y termine o esté empalmado dentro de la caja, se debe contar una vez; cada conductor que pase a través de la caja sin empalmes ni terminaciones, se debe contar una vez. El volumen ocupado por los conductores en centímetros cúbicos se debe calcular a partir de la Tabla 370-16.b). No se deben contar los conductores que no salgan de la caja.

Tabla 5. Volumen de caja por conductor eléctrico

**Cuadro 370-16(b)**  
**Volumen de las cajas por cada conductor**

Sección del conductor	Espacio libre en la caja para cada conductor
Nº. 18	1,50 pulgadas cúbicas
Nº. 16	1,75 pulgadas cúbicas
Nº. 14	2,00 pulgadas cúbicas
Nº. 12	2,25 pulgadas cúbicas
Nº. 10	2,50 pulgadas cúbicas
Nº. 8	3,00 pulgadas cúbicas
Nº. 6	5,00 pulgadas cúbicas

Unidades SI: 1 pulg<sup>3</sup> = 16,4 cm<sup>3</sup>

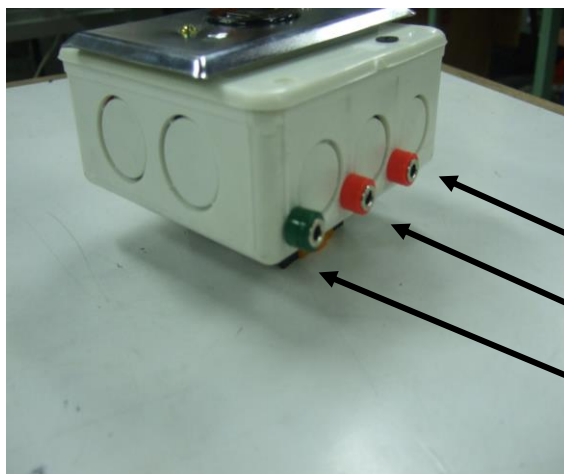
Tomada Tablas 370-16 (b) de la NTC 2050

Figura 11. Conexión eléctrica de la caja rectangular plástica



Las cajas metálicas y en pvc, ya sean octogonales, rectangulares, cuadradas, poseen secciones para abrir un espacio para instalar la tubería metálica o de PVC. Las diámetros de estas secciones son de  $\frac{1}{2}$  pulgada y  $\frac{3}{4}$  de pulgada, allí se instala un conector tipo macho, asegurado con una tuerca, y de el se instala la tubería. En el modulo didáctico de estalaciones eléctricas domiciliarias, no se empleo los conectores, ni tampoco las tuberías, se perforo la caja, para instalar las borneras hembras de color negro como conexión de la línea neutra, la bornera hembra roja para la conexión de la líneas fases y la bornera hembra de color verde para la conexión de la línea puesta a tierra.

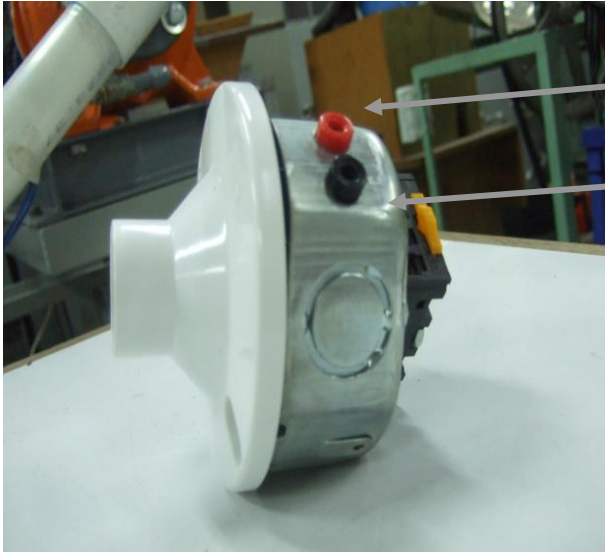
Figura 12. Montaje eléctrico de toma bifilar



Borneras hembras roja para conexión de la línea fase

Borneras hembras negra para conexión de la línea neutra

Figura 13. Montaje eléctrico de un plafón



Borneras hembras roja para  
Borneras hembras negra para  
conexión de la línea neutra

Tabla 6. Dimensiones de cajas metálicas

Cuadro 370-16(a)  
Cajas metálicas

Dimensiones de la caja en pulgadas, tamaño comercial o tipo	Capacidad mínima en pulg <sup>3</sup>	Número máximo de conductores*						
		Nº.	Nº.	Nº.	Nº.	Nº.	Nº.	Nº.
		18	16	14	12	10	8	6
4 x 1 ¼ redonda u octogonal	12,5	8	7	6	5	5	4	2
4 x 1 ½ redonda u octogonal	15,5	10	8	7	6	6	5	3
4 x 2 _ redonda u octogonal	21,5	14	12	10	9	8	7	4
4 x 1 ¼ cuadrada	18	12	10	9	8	7	6	3
4 x 1 ½ cuadrada	21	14	12	10	9	8	7	4
4 x 2 _ cuadrada	30,3	20	17	15	13	12	10	6
4 11/16 x 1 ¼ cuadrada	25,5	17	14	12	11	10	8	5
4 11/16 x 1 ¼ cuadrada	29,5	19	16	14	13	11	9	5
4 11/16 x 2 _ cuadrada	42	28	24	21	18	16	14	8
3 x 2 x 1 ½ de dispositivos	7,5	5	4	3	3	3	2	1
3 x 2 x 2 de dispositivos	10	6	5	5	4	4	3	2
3 x 2 x 2 ¼ de dispositivos	10,5	7	6	5	4	4	3	2
3 x 2 x 1 ½ de dispositivos	12,5	8	7	6	5	5	4	2
3 x 2 x 2 ¾ de dispositivos	14	9	8	7	6	5	4	2
3 x 2 x 1 ½ de dispositivos	18	12	10	9	8	7	6	3
4 x 2 _ x 1 ½ de dispositivos	10,3	6	5	5	4	4	3	2
4 x 2 _ x 1 _ de dispositivos	13	8	7	6	5	5	4	2
4 x 2 _ x 2 _ de dispositivos	14,5	9	8	7	6	5	4	2
3 ¾ x 2 x 2 ½ caja/hueco de ladrillo	14	9	8	7	6	5	4	2
3 ¾ x 2 x 3 ½ caja/hueco de ladrillo	21	14	12	10	9	8	7	4
FS de prof. mínima 1 ¾ con una tapa/hueco	13,5	9	7	6	6	5	4	2
FD de prof. mínima 2 _ con una tapa/hueco	18	12	10	9	8	7	6	3
FS de prof. mínima 1 ¾ con varias tapas/huecos	18	12	10	9	8	7	6	3
FD de prof. mínima 2 _ con varias tapas/huecos	24	16	13	12	10	9	8	4

Tomado tabla 370-16 (a) de la NTC 2050

## 4.7 TOMA CORRIENTES

Son diseñados para obtener la energía necesaria requerida por los diferentes aparatos eléctricos. El principio básico de los toma corrientes es el de un par de contactos metálicos cada uno conectado a uno de los conductores eléctricos que suministra alimentación. Los toma corrientes mas comunes son : toma corrientes sencillo, toma corriente doble, toma corriente triple, toma corriente bifilar, toma corriente trifilar, toma corriente doble GFCI.

Los tomas corrientes GFCI son interruptores con detección de falla a tierra (GFCI, por sus siglas en inglés de Ground Fault Circuit Interrupters) son dispositivos diseñados para evitar choques eléctricos accidentales o electrocución evitando el paso de la corriente a tierra. También protegen contra incendios ocasionados por fallas eléctricas, sobrecalentamiento de herramientas o electrodomésticos y daños al aislamiento de los cables. Los códigos de la construcción exigen el uso de los GFCI en lugares “húmedos”, tales como cocinas y baños.

La toma corrientes bifilar y el trifilar permiten tomar un voltaje de tensión de 240 VAC, el toma trifilar también puede instalarse en una red trifásica (3 fases), pero en este caso en las instalaciones eléctricas residenciales se emplean con una tensión de 240 VAC, en donde en sus tres posiciones de las clavijas se conectan dos líneas fases y una línea neutra y el toma bifilar se conecta a dos líneas fases.

Figura 14. Toma corriente doble con polo tierra

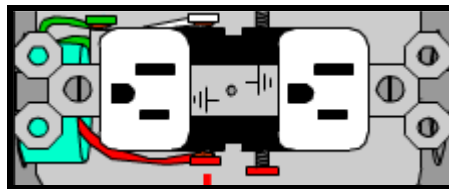




Figura 15. Toma corriente doble GFCI



La NTC 2050 y el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), establece que los toma corrientes en una instalación eléctrica residencial deben tener conexión de puesta a tierra, el toma corriente debe tener polo a tierra y tener una capacidad de corriente de 15 a 20 Amperios. En comedores, cuartos de estar, salas, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, solarios, dormitorios, cuartos de recreo, habitaciones o zonas similares en unidades de vivienda, se deben instalar salidas de tomacorrientes de modo que ningún punto a lo largo de la línea del suelo en ninguna pared esté a más de 1,80 m de un tomacorriente en ese espacio, medidos horizontalmente, incluyendo cualquier pared de 0,6 metros o más de ancho y a una altura de 0.30 metros del nivel de piso..

También establece instalar tomacorrientes GFCI en zonas húmedas como en la cocina y en los baños, estos se conectan dos tomacorrientes en paralelo para protegerlos de algún cortocircuito. Estos se instalan a una altura de 1.20 metros de altura del nivel de piso.

Los toma corrientes bifilar y trifilar se instalan a una distancia de 0.50 metros de altura del nivel del piso, que son empleados en el sector de la cocina en una instalación eléctrica residencial. En el módulo didáctico de instalaciones eléctricas se instalan los toma corrientes con polo a tierra y el tomacorriente GFCI en el riel omega 5 a una distancia de 0.89 metros de altura, y en el riel 6 a una distancia de 0.73 metros de altura. Los toma corrientes bifilar y trifilar están instalados en el módulo didáctico de instalaciones eléctricas en el riel omega 6 a una distancia de 0.73 de altura.

## 4.8 INTERRUPTORES

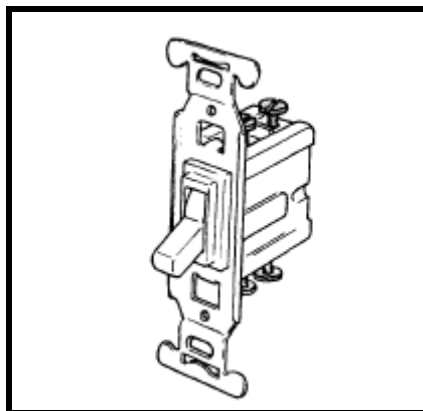
Estos accesorios sirven para abrir o cerrar circuitos. Los interruptores representan un elemento importante ya que tienen la función de conectar conductores, componentes, de manera que la corriente eléctrica circula de un lado a otro o bien para interrumpir el flujo de la corriente. Entre los tipos más comunes de interruptores se encuentran: los interruptores sencillos, interruptores dobles, interruptores triples, interruptores conmutables e interruptores de 4 vías.

Los interruptores sencillos poseen dos terminales que permiten interrumpir una sola línea conductora (fase) siempre deben conectarse en serie con la fase y nunca en paralelo con las dos líneas.

Los interruptores conmutables se utilizan cuando se quiere controlar una o mas lámparas desde dos puntos distintos.

Los interruptores de 4 vías son empleados para el encendido de una lámpara desde 3 puntos distintos, es necesario tener en los extremos de la instalación otros interruptores conmutables.

Figura 16. Interruptor de 4 vías (S 4)



En las instalaciones eléctricas residenciales según la NTC 2050 y el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), establecen que los interruptores se deben instalar en la pared a una distancia de 0.90 metros de altura del nivel de piso, en áreas como sala, comedor, alcobas, cocina y en los baños se instalan a una distancia de 1.20 metros de altura del nivel de piso.

#### 4.9 PROTECCIONES

Son los dispositivos que se usan para proteger las instalaciones y equipos contra sobrecargas y cortocircuitos, y operan básicamente liberando los circuitos en los que están conectados antes de que la corriente exceda la máxima permisible en los conductores.

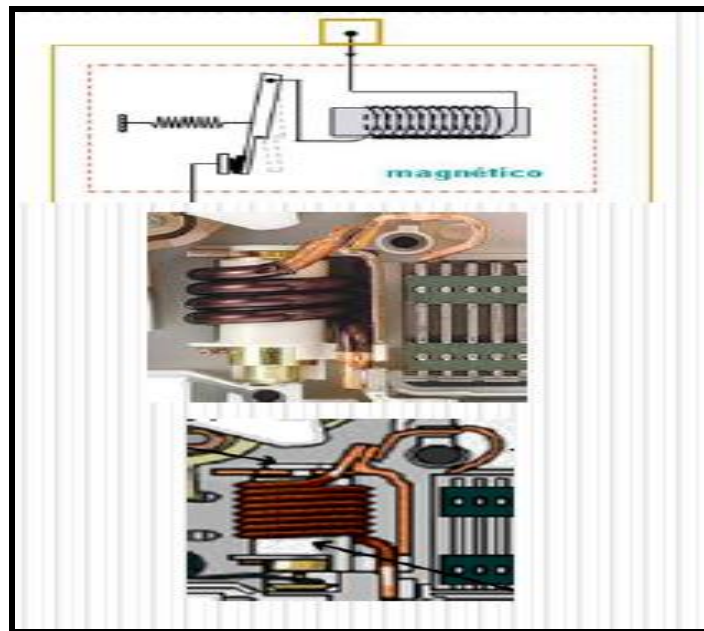
El interruptor es un accionamiento automático eléctrico, diseñado para proteger un circuito eléctrico de los daños causados por una sobrecarga o cortocircuito. Su función básica es la detección de una condición de falla y, mediante la interrupción de la continuidad, a suspender inmediatamente el flujo eléctrico. A diferencia de un fusible, que opera una vez y luego tiene que ser sustituido, un interruptor de circuito se puede reiniciar (ya sea manual o automáticamente) para reanudar el funcionamiento normal.

Figura 17. Protección tipo termo magnética



En las instalaciones eléctricas residenciales se emplean protecciones termo magnéticas, su funcionamiento permite la protección del circuito cuando se presenta un cortocircuito o una sobrecarga de corriente en el circuito. Consta esencialmente de la unión de dos elementos metálicos con coeficientes de dilatación diferentes (conocido también como par térmico), el cual al paso de la corriente se calienta y, por lo tanto, se deforma provocando un cambio de posición que es aprovechado para accionar el mecanismo de disparo del interruptor. Operan desde el punto de vista del tiempo de apertura, con curvas características de tiempo-corriente.

Figura 18. Esquema interno de una protección tipo termo magnética.



El elemento magnético consta de una bobina cuyo núcleo es móvil y puede operar o disparar el mecanismo del interruptor, el circuito se abre en forma instantánea cuando ocurre una sobrecorriente. Operan por sobrecargas con el elemento térmico y por sobrecorrientes con el elemento magnético para fallas.

En las instalaciones eléctricas residenciales según la NTC 2050 Y el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) se emplean protecciones con una capacidad de corriente entre 15, 20, 30, 40 y 50 amperios. Cada uno de ellos se instala según el cálculo de cargas del circuito eléctrico diseñado, los cuales le permitirá proteger la instalación eléctrica y así evitar accidentes como choques eléctricos o incendios en los conductores.

En el modulo didáctico de instalaciones eléctricas domiciliarias, tiene instalado 6 protecciones termo magnéticas, de las cuales cuatro protecciones son con una capacidad de corriente de 20 amperios y dos protecciones con una capacidad de corriente de 40 amperios.

#### **4.10 CAMPANILLA**

Es un dispositivo capaz de producir una señal sonora al pulsar un interruptor. Su funcionamiento se basa en fenómenos electromagnéticos. Consiste en un circuito eléctrico compuesto por un generador, un interruptor y un electroimán. La armadura del electroimán está unida a una pieza metálica llamada martillo, que puede golpear una campana pequeña. Al cerrar el interruptor, la corriente circula por el enrollamiento del electroimán y este crea un campo magnético en su núcleo y atrae la armadura. El martillo, soldado a la armadura, golpea la campana produciendo el sonido. Al abrir el interruptor cesan la corriente y el campo magnético del electroimán, y un resorte devuelve la armadura a su posición original para interrumpir el sonido.

Para conseguir que el martillo golpee la campana repetidamente mientras el interruptor esté cerrado, y no una sola vez, se sitúa un contacto eléctrico en la armadura que actúa como un interruptor. Así, cuando la armadura es atraída por el electroimán, se interrumpe el contacto, cesa la corriente en el electroimán y la armadura retrocede a su posición original. Allí vuelve a establecerse el contacto eléctrico, con lo que el electroimán vuelve a atraer a la armadura, y así sucesivamente.

#### 4.11 Borneras hembras y macho

Son dispositivos que permiten realizar conexiones rápidas, en donde se instala el cable que le permite el suministro de voltaje, estas se componen de dos tipos de borneras la hembra y el macho, en donde la bornera tipo macho es incrustada en la bornera tipo hembra.

Figura 19. Borneras hembras



Figura 20. Borneras macho



#### 4.12 BASE DE RELE

Es una base en donde se incrusta un relé mecánico, en donde tiene diferentes puntos de conexión de acuerdo a la actividad de contactores que se deseen activar.

Figura 21. Base de relé



#### 4.13 RIEL OMEGA METALICO

En un dispositivo metálico en donde se instalan accesorios tales como protecciones, relés termo magnéticos, contactores. El cual permite una facilidad de instalar y retirar el componente que se ubique en el.

Figura 22. Riel omega metálico, para sujeción de los accesorios del modulo de instalaciones eléctricas domiciliarias



## 5. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

El diseño del módulo didáctico de instalaciones eléctricas domiciliarias, permitirá una solución de aprendizaje en la realización de prácticas pertinentes en las tecnologías de Electromecánica y Eléctrica en sus respectivos laboratorios. En donde en las asignaturas como Instalaciones eléctricas y redes, Instalaciones e iluminaciones, No se han realizado dichas prácticas. Por medio de este módulo el estudiante al tener el diseño eléctrico domiciliario, lo pondrá en la práctica utilizando los diferentes accesorios en la instalación tales como protecciones, toma corrientes dobles, GFCI, interruptores sencillos, dobles, triples y conmutables, lámparas, plafón, medidor de energía.

En el cálculo y diseño de una instalación eléctrica domiciliaria se requiere del conocimiento de algunos conceptos básicos y la simbología general empleada en ella. Bajo las normas NTC 2050 y RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas)

En todo circuito de una instalación eléctrica, requiere de las siguientes partes básicas:

-Una fuente de energía eléctrica que pueda forzar el flujo de electrones (corriente eléctrica) a fluir a través del circuito eléctrico. Esta fuente de energía es la red pública eléctrica, en donde en el sector residencial entrega una tensión nominal de 120 VAC y 240 VAC.

-Los conductores eléctricos que transportan el flujo de electrones a través de todo el circuito.

-La carga, que es el dispositivo o dispositivos a los cuales se les suministra la energía eléctrica y son los que van a representar como los consumidores. En ellos están las lámparas incandescentes, lámparas fluorescentes, hornillas, calentadores, electrodomésticos, etc.



-Dispositivo de control que permitan conectar o desconectar el circuito eléctrico, tales como los interruptores.

Este modulo facilitará al estudiante realizar diferentes tipos de conexiones de interruptores en escala para el encendido y apagado de iluminación desde diferentes posiciones.

El modulo consta inicialmente de un mueble hecho en madera con una lamina en acrílico transparente incrustado en la parte central. Las dimensiones del modulo son 1.96 metros de altura y 1.90 de ancho. La lámina de acrílico es de 1.20 metros de alto y 1.80 de ancho de un espesor de 5mm. Como se ilustra en la figura.

Figura 23. Modulo de instalaciones eléctricas domiciliarias en proceso de ensamble



El modulo tiene en la parte frontal en el acrílico 6 rieles omegas los cuales permiten la sujeción de los accesorios tales como los tomas, los interruptores, los plafones en sus respectivas cajas.

Las cajas eléctricas de PVC y metálicas galvanizadas, están sujetadas a una base de relé el cual permite colocarlos en el riel omega.

La base de relé se asegura en la caja eléctrica, se perfora la caja para incrustar las borneras banana hembra, la cual permitirá realizar en ella la conexión del cableado. Las borneras hembras de color rojo son para identificar la conexión de la línea fase en los toma corrientes, interruptores, y los plafones como la línea de regreso o retorno. La bornera de hembra de color negro son para identificar la conexión de la línea neutra, tanto para los tomacorrientes y los plafones.

La bornera hembra de color verde es para identificar la conexión de la línea de puesta a tierra, en los toma corrientes y plafones.

De la bornera hembra se procede a soldar un cable que le permitirá conectarlo al accesorio, en sus puntos de conexión, tales como los interruptores, toma corrientes, plafones.

Figura 24. Cable para conexión de Accesorios.



Figura 25. Caja con conexión borneras hembra



El cableado de una instalación eléctrica en base de la norma NTC 2050 y RETIE. establece los conductores por diferentes colores los cuales corresponden a la facilidad de identificación del alambrado. Los conductores como líneas fases deben ser de color negro, azul, amarillo y rojo. Los conductores como la línea neutra serán de color blanco y el conductor como línea de puesta a tierra son de color verde. Los conductores que figuran como líneas de regreso o retorno en un diagrama de conexión eléctrica su color corresponden al mismo del conductor como línea fase.

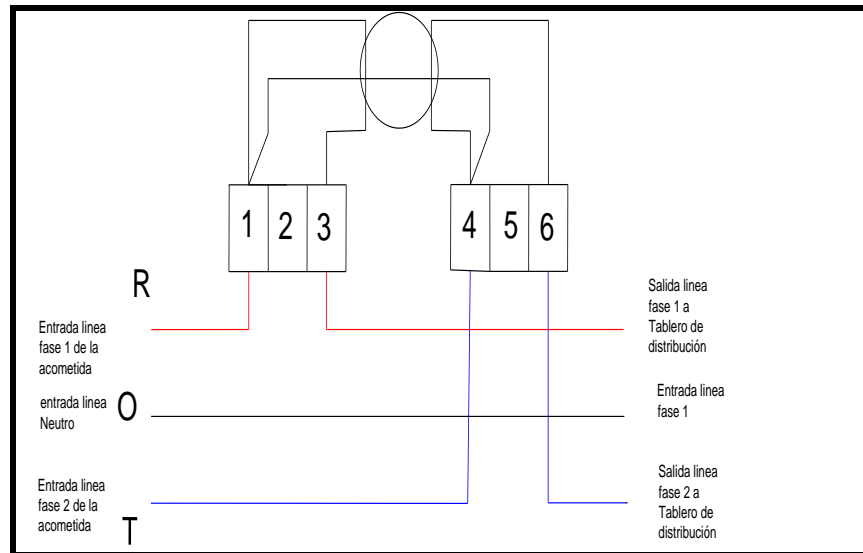
### **5.1 CONEXIÓN DEL MEDIDOR DE ENERGÍA**

En la instalación del medidor de energía, se emplea un medidor monofásico trifilar ciclo métrico. El cual se le instala 2 líneas de fase, línea neutra que entra directamente al tablero de distribución y la línea de puesta a tierra entra a ser conectada al un barraje.

La conexión de alimentación de la tensión nominal de 240 VAC esta instalado con dos conductores calibre 8 AWG de color negro que son las líneas fases y 1 conductor calibre 8 AWG de color blanco como línea neutra

En la conexión del medidor una línea fase entra en la bornera 1 y tiene salida por la bornera 3 y la segunda fase entra a la bornera 4 y sale por la bornera 6.

Figura 26. Conexión medidor de energía monofásico trifilar



Del medidor las dos líneas fases que salen de las borneras 3 y 6 son conectadas a dos protecciones de 40 Amperios el cual ayuda a proteger en caso de un cortocircuito o una sobrecarga, de allí sale la derivación de conexión al tablero de distribución en donde cada línea fase ingresa a un barraje para conectar las protecciones.

Figura 27. Medidor de energía en el modulo didáctico de instalaciones eléctricas domiciliarias.



## 5.2 CONEXIÓN DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN.

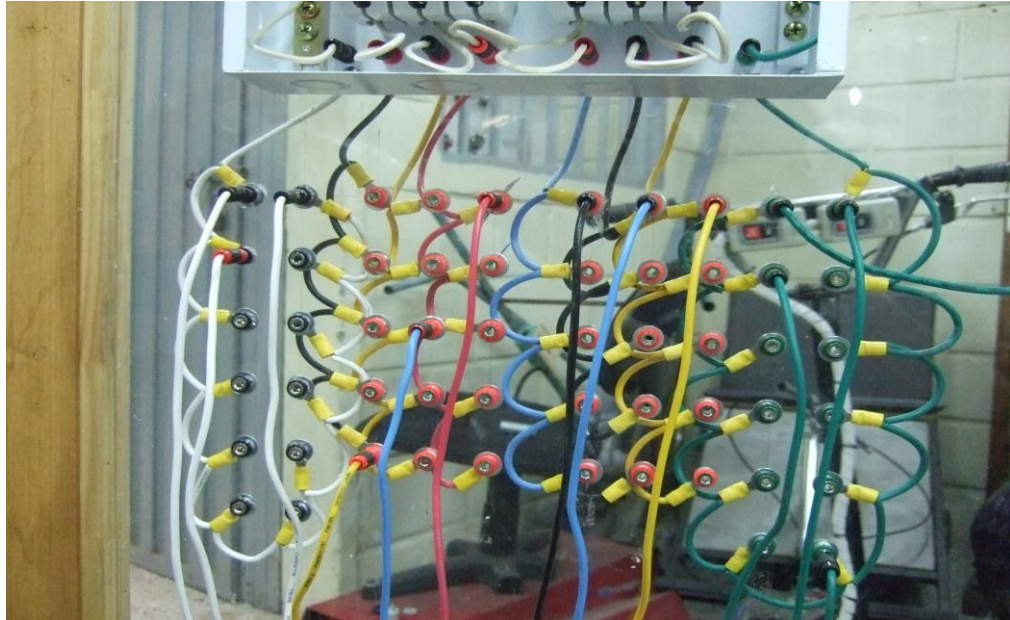
Del tablero de protecciones de diseño conectar a cada protección un cable con una bornera macho, para ser conectada a una bornera hembra, que esta instalada en la parte inferior del tablero de distribución y de allí se conecta una serie de 5 borneras hembras de color rojo, las cual facilitara el cableado para la conexión a cada circuito. Y del barraje de neutro también se instalo una bornera hembra de color negro, de la cual tiene una derivación de conexión de 12 borneras hembras de color negro adicionales, para facilitar el cableado. Igualmente del barraje de puesta a tierra se instalo una bornera hembra de color verde, de la cual tiene una derivación de conexión de 12 borneras hembras de color verde adicionales, para facilitar el cableado.

Por cada protección se instalaron 5 borneras hembra en total 30 borneras de color rojo para las protecciones, 12 borneras de color negro para la línea neutro y doce borneras hembra de color verde para la puesta a tierra.

Figura 28. Tablero de distribución.



Figura 29. Conexión de borneras desde las protecciones



### 5.3 CONEXIÓN DE UN TOMA CORRIENTE CON POLO A TIERRA

En el montaje y conexión del toma corriente doble con polo a tierra consta de los siguientes accesorios, la caja pvc 2x4 la cual tiene instalada la base de relé para ser ubicada el riel omega. Tiene instaladas 5 borneras hembras. 2 borneras de color rojo las cuales permitirán las conexiones de las líneas de carga (fases), también tiene 2 borneras de color negro las cuales servirán para la conexión de las líneas neutras, y por ultimo tiene 1 bornera hebra de color verde, en donde en ella se realizara la conexión de la puesta a tierra o polo a tierra.

Se toma la línea de carga ( fase) que sale de las protecciones y se conecta a la bornera hembra de color rojo que esta ubicada el la caja PVC 2x4, de esta bornera sale un cable soldado que se instala en la terminal de la clavija pequeña del toma corriente, la línea neutra que se toma del barraje de neutro del tablero y se conecta a la bornera hembra negra, la cual tiene una conexión de un cable que va ha a la terminal de la clavija grande del toma corriente. Y la conexión de puesta a

tierra se toma del barraje del tablero, conectándolo a la bornera hembra de color verde y esta tiene la conexión a la terminal lateral de puesta a tierra del toma corriente.

Figura 30. Conexión de un toma corriente doble polo a tierra

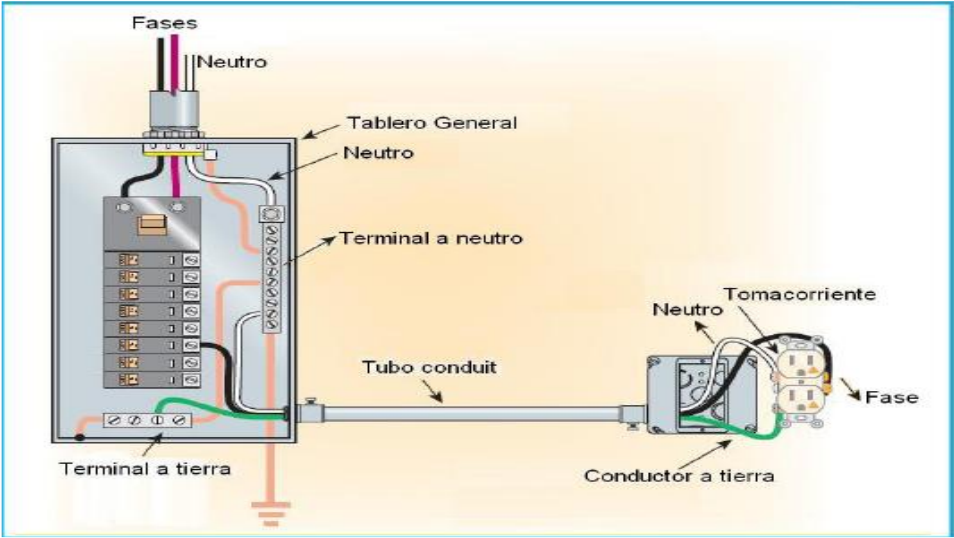


Figura 31. Ensamble de un toma corriente doble con polo a tierra

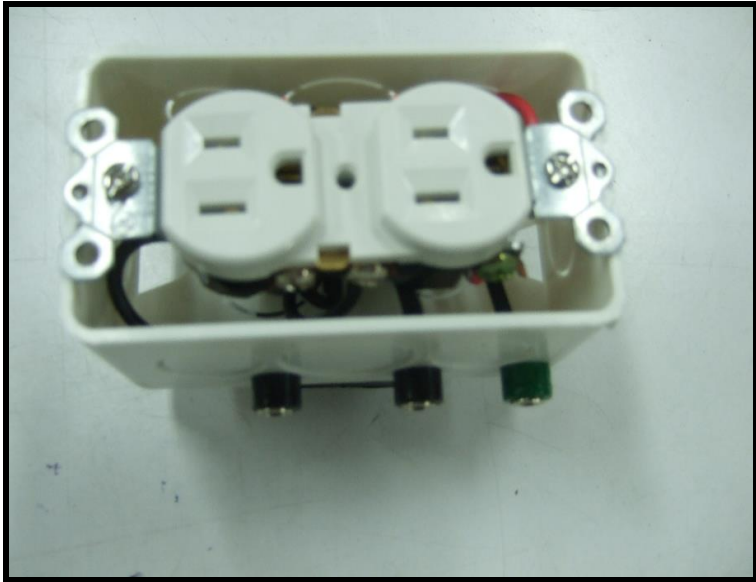
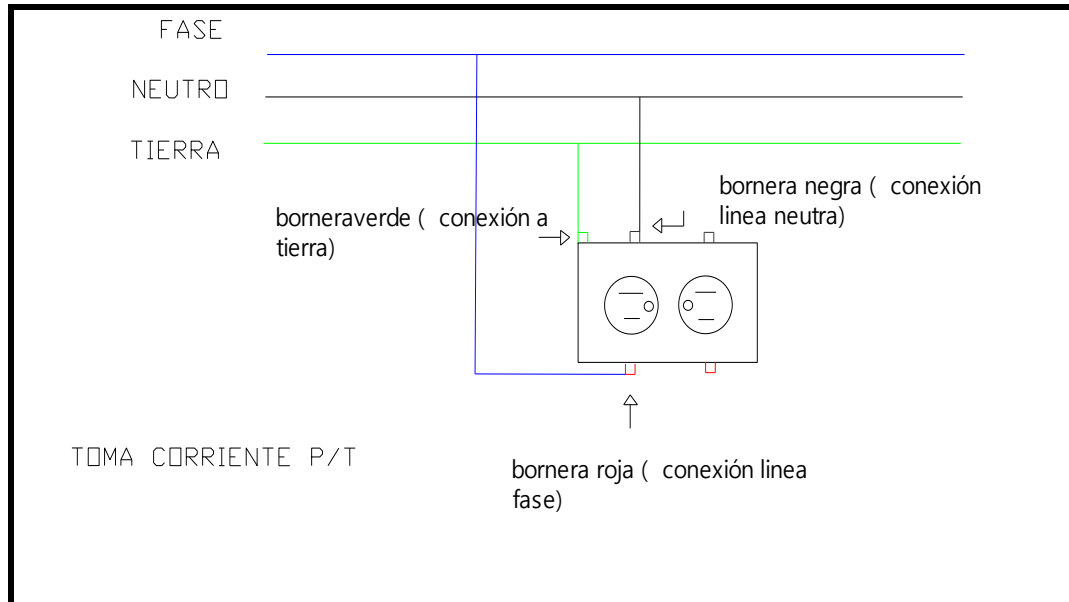


Figura 32. Conexión de un toma corriente doble



#### 5.4 CONEXIÓN TOMA CORRIENTE GFCI

Un toma corriente GFCI ( Ground Fault Circuit Interruptor), que traduce circuito por falla a tierra. Es diferente a un toma corriente convencional. En caso de contacto accidental, el toma corriente se dispara interrumpiendo rápidamente la circulación de corriente, evitando así ocasionar lesiones graves.



Figura 33. Toma corriente doble GFCI. vista internamente

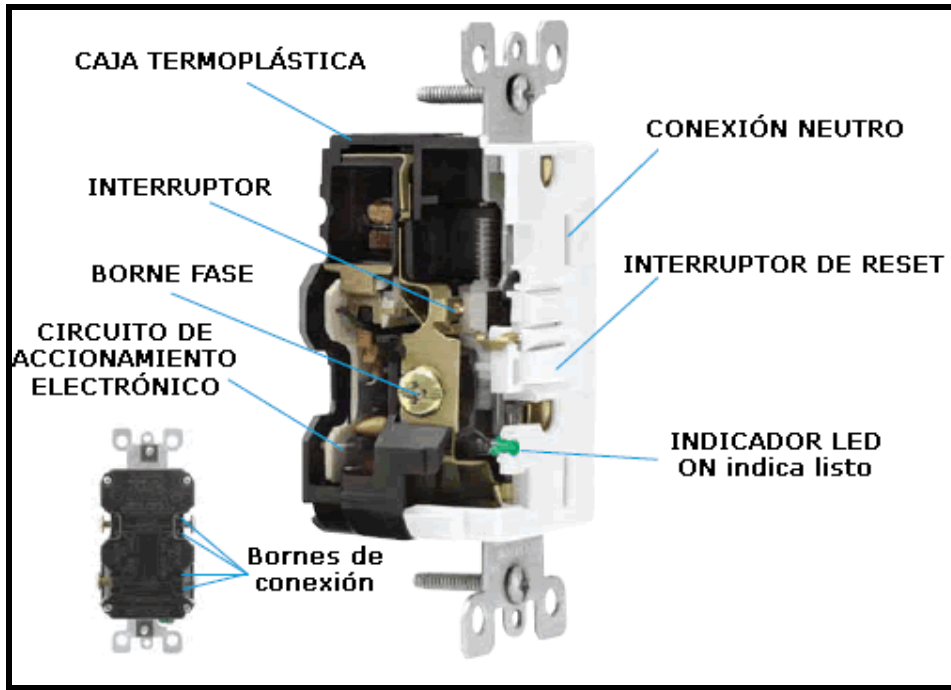
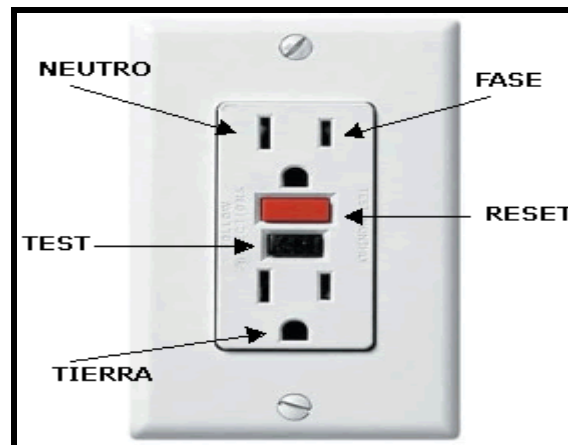


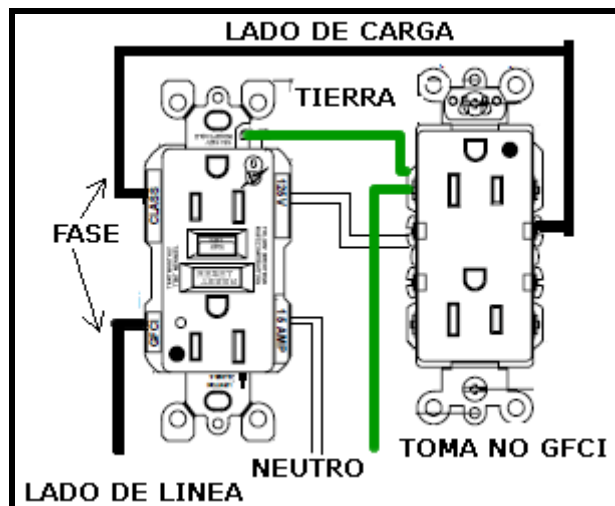
Figura 34. Toma corriente doble GFCI



En el montaje y conexión del toma corriente doble con polo a tierra consta de los siguientes accesorios, la caja pvc 2x4 la cual tiene instalada la base de relé para ser ubicada el riel omega. Tiene instaladas 5 borneras hembras. 2 Borneras de color rojo las cuales permitirán las conexiones de las líneas de carga (fases), una de ellas serán para la conexión de la línea también tiene 2 borneras de color negro las cuales servirán para la conexión de las líneas neutras, y por ultimo tiene 1 bornera hebra de color verde, en donde en ella se realizara la conexión de la puesta a tierra o polo a tierra.

La línea fase se conecta en la terminal de clavija pequeña del toma corriente GFCI, en la posición de línea. La línea neutro se conecta en la terminal de la clavija grande del toma corriente GFCI, y la línea de puesta a tierra se conecta en la terminal lateral. Así que energizado y tomacorriente GFCI y de la posición de carga se hace la conexión de derivación para conectar otros dos tomacorrientes convencionales en cascada con el fin de protegerlos como se muestra en la figura.

Figura 35. Conexión de toma corriente doble GFCI



Su funcionamiento consiste cuando se cablea el toma GFCI correctamente se procede a energizarlo, activando la protección desde el tablero de distribución. Se pulsa el botón de color rojo ubicado en el centro del toma corriente GFCI y así se activara el sistema de protección del toma corriente, en caso un cortocircuito se desactivara el botón rojo, y se deberá pulsar el botón negro par restablecer su funcionamiento. Así permitirá proteger los otros dos toma corrientes normales conectados con el en paralelo.

Para realizar la conexión del toma corriente GFCI, se debe conectar a un ramal independiente de los otros toma corrientes convencionales.

## **5.5 CONEXIÓN DEL TOMA CORRIENTE BIFILAR**

El toma bifilar se conecta a una tensión de 240 VAC, y tiene una capacidad de corriente de 20 Amperios, cuando la corriente supera los 20 amperios se presenta calentamiento en los conductores y así se dispara la protección del tablero de distribución.

Para su funcionamiento se conectan las dos líneas fases a las dos borneras de color rojo, y estas están conectadas por dos cables a las clavijas del toma, Y la línea de puesto a tierra se conecta a la bornera de color verde, este circuito debe se conecta a una protección independiente, ya que estos circuitos son independientes y no se comparten con otros accesorios.

En el modulo está ubicado en el riel omega 6, y está protegido por la protección del tablero de distribución numero 6.

Figura 36. Ensamble de un toma bifilar

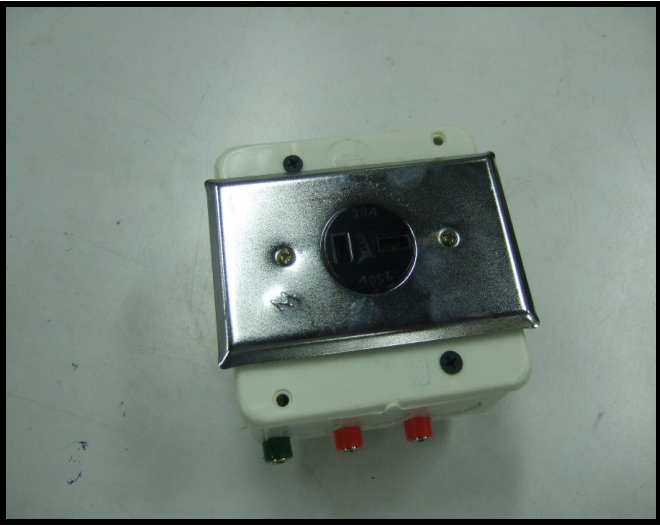
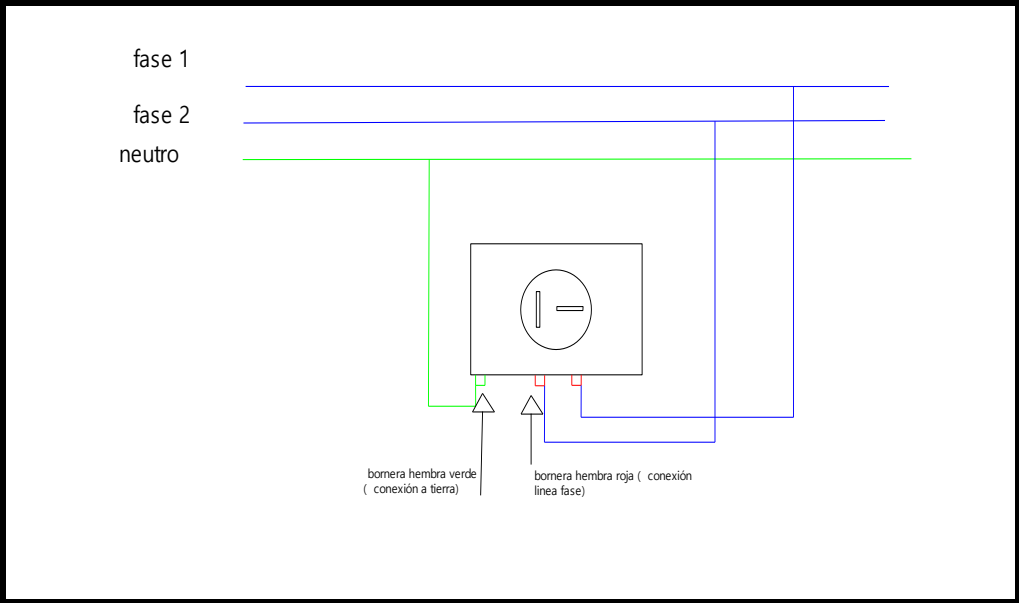


Figura 37. Conexión de un toma bifilar



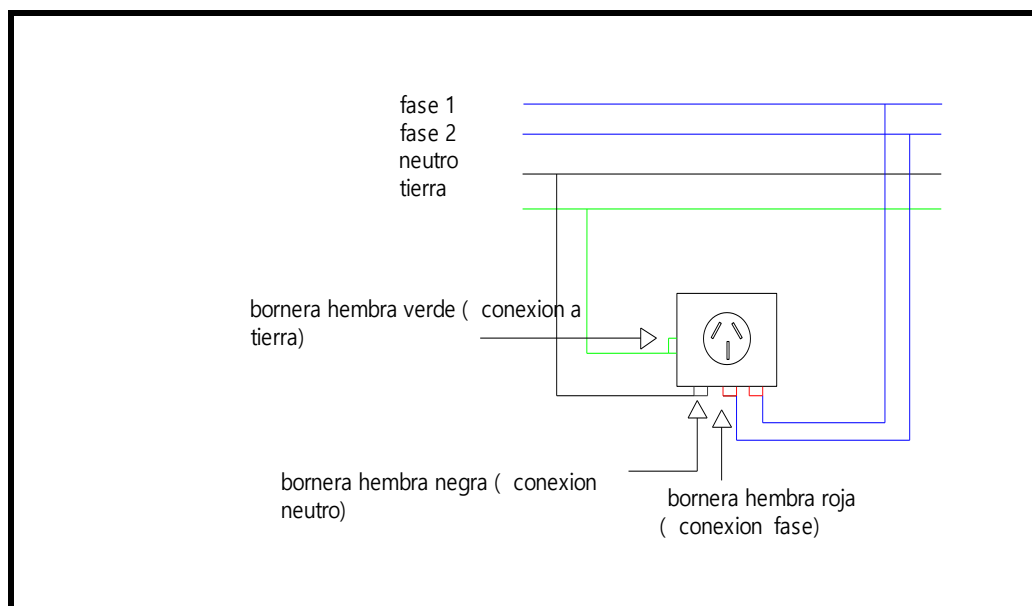
## 5.6 CONEXIÓN DEL TOMA CORRIENTE TRIFILAR

El toma trifilar se conecta a una tensión de 240 Vac, y tiene una capacidad de corriente de 50 Amperios, cuando la corriente supera los 20 amperios se presenta calentamiento en los conductores y así se dispara la protección del tablero de distribución.

Para su funcionamiento se conectan dos líneas fases a las dos borneras de color rojo y estas están conectadas por dos cables a las clavijas del toma, a la de los extremos. La línea neutra se conecta a la bornera negra, que esta conectada por un cable a la clavija central, y la línea de puesto a tierra a la bornera de color verde, este circuito conecta a una protección independiente, ya que estos circuitos son independientes y no se comparten con otros accesorios.

El toma bifilar y trifilar se pueden conectar los dos desde la misma protección. En el modulo está ubicado en el riel omega 6, y está protegido por la protección del tablero de distribución numero 6.

Figura 38. Conexión de un toma trifilar

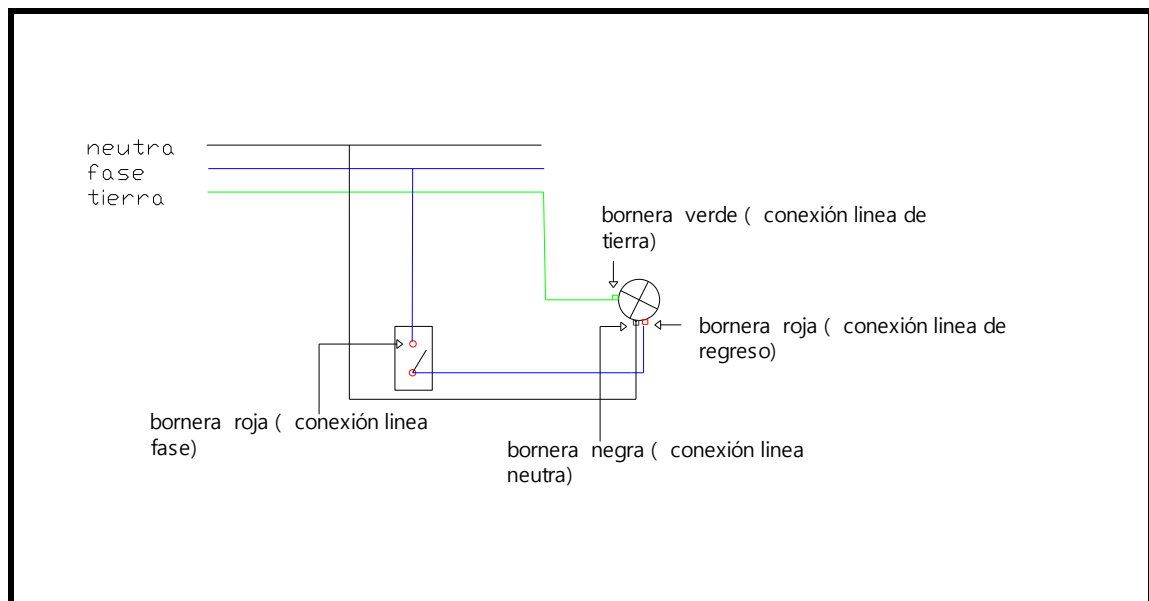


## 5.7 CONEXIÓN DE UN INTERRUPTOR SENCILLO (S 1)

En la figura nos muestra el cableado para el encendido y apagado de una lámpara incandescente por medio de un interruptor sencillo.

La línea fase que sale del tablero de protecciones, se conecta a una de las borneras hembras de color rojo, la cual va conectada por medio de un cable a una de la terminales del interruptor sencillo, y la línea neutra sale también del tablero de protecciones y es conectado a la bornera negra hembra del plafón, la cual va conectada por medio de un conductor a la terminal del plafón y la línea de regreso o retorno es conectado de la bornera hembra roja del plafón y esta se conecta a la segunda bornera hembra roja conexión del interruptor sencillo. La línea de puesta a tierra se conecta directamente a la bornera hembra de color verde. Cuando se acciona el interruptor la corriente fluye a través de los conductores y así se energiza la bombilla incandescente. Cuando se vuelva a accionar el interruptor se abre el circuito y apaga la lámpara incandescente.

Figura 39. Conexión de un interruptor sencillo (S1)

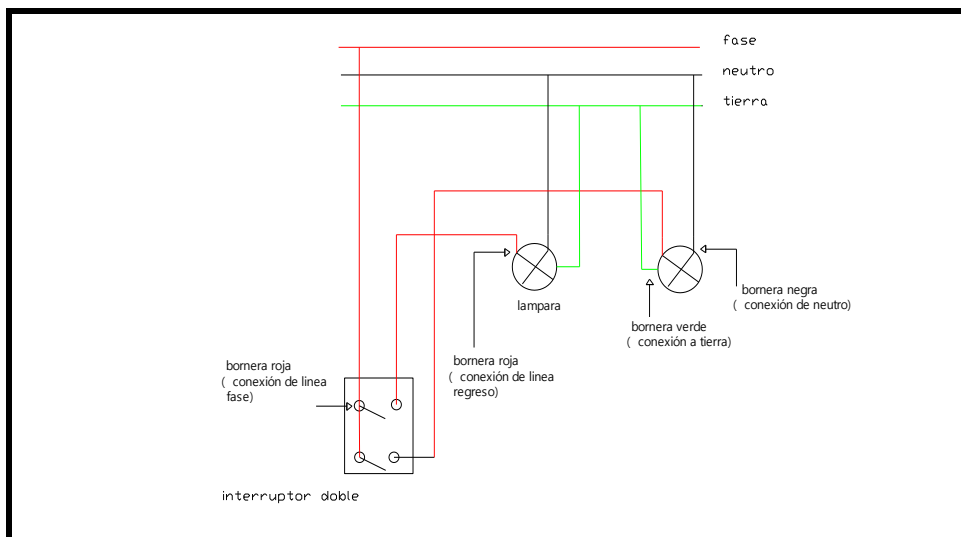


El interruptor sencillo se encuentra ubicado en el modulo didáctico de instalaciones eléctricas domiciliarias en el riel omega 3 conectado a un plafón de iluminación ubicado en el riel omega 1

## 5.8 CONEXIÓN DE UN INTERRUPTOR DOBLE (S 2)

Este circuito es igual al del interruptor sencillo, La línea fase sale del tablero de protecciones y se conecta a una de las borneras hembras de color rojo, la cual va conectada por medio de un cable a una de la terminales del interruptor doble, y la línea neutra sale también del tablero de protecciones y es conectado a la bornera negra hembra del plafón y la línea de regreso o retorno es conectado de la bornera hembra roja del plafón y esta se conecta a la segunda bornera hembra roja conexión del interruptor doble. La línea de puesta a tierra se conecta directamente a la bornera hembra de color verde, esta conexión se repite para el alambrado de la segunda lámpara. Cuando se accionan los contactos del interruptor la corriente fluye a través de los conductores y así se energiza la bombilla incandescente. Cuando se vuelva a accionar el interruptor se abre el circuito apagando la lámpara incandescente.

Figura 40. Conexión de un interruptor doble sencillo (S2)



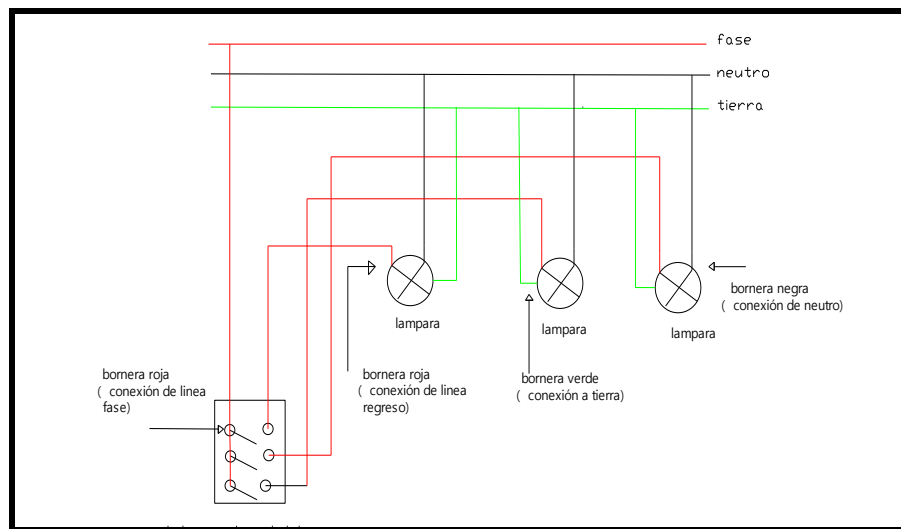
El interruptor doble se encuentra ubicado en el modulo didáctico de instalaciones eléctricas domiciliarias en el riel omega 4 conectado a un plafón de iluminación ubicado en el riel omega 2

### 5.9 CONEXIÓN DE UN INTERRUPTOR TRIPLE (S 3)

La línea fase se conecta a una de las se conecta a una de las borneras hembras de color rojo, la cual va conectada por medio de un cable a una de la terminales del primer pulsador en el interruptor triple, y la línea neutra sale también del tablero de protecciones y es conectado a la bornera negra hembra del primer plafón y la línea de regreso o retorno es conectado de la bornera hembra roja del plafón y esta se conecta a la segunda bornera hembra roja del primer pulsador del interruptor triple. La línea de puesta a tierra se conecta directamente a la bornera hembra de color verde, del primer plafón.

Esta conexión se repite para el alambrado de la segunda y tercera lámpara. Cuando se accionan los contactos del interruptor la corriente fluye a través de los conductores y así se energiza la bombilla incandescente. Cuando se vuelva a accionar el interruptor se abre el circuito apagando la lámpara incandescente.

Figura 41. Conexión de un interruptor triple sencillo (S3)

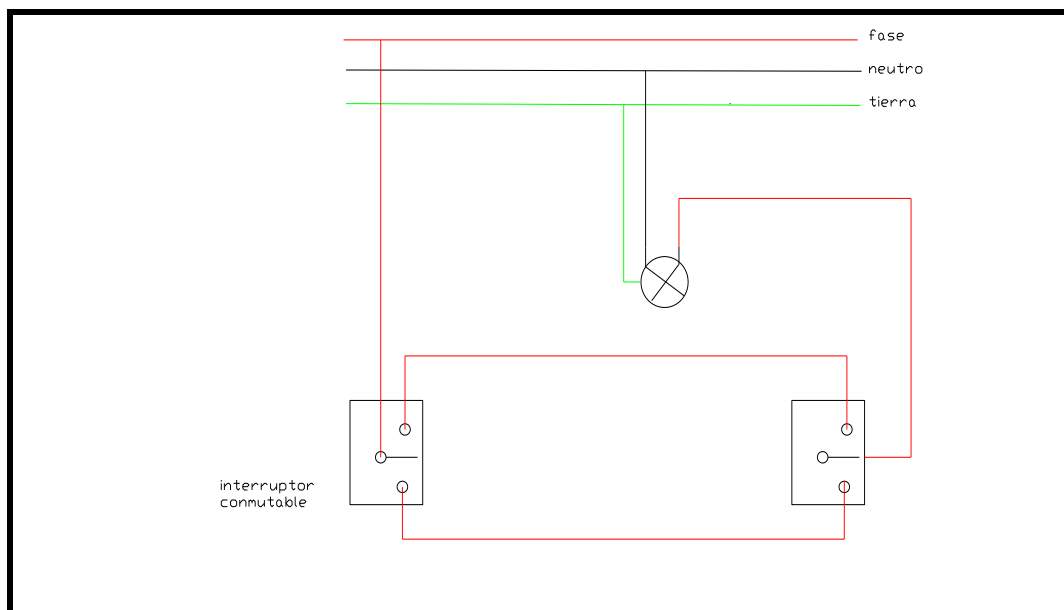




## 5.10 CONEXIÓN DE UN INTERRUPTOR CONMUTABLE (SE)

En esta conexión de interruptor conmutable es necesario tener otro interruptor conmutable, para poder efectuar la función del encendido de una lámpara desde dos posiciones diferentes. La línea fase se conecta a la bornera hembra del centro del interruptor de color rojo, la línea neutra sale también del tablero de protecciones y es conectada a la bornera negra hembra del plafón y la línea de regreso o retorno es conectada de la bornera hembra roja del plafón y esta se conecta a la Bornera hembra del centro del segundo interruptor conmutable. Las borneras hembras rojas de los extremos de los dos interruptores conmutables, se realiza un puente entre los dos interruptores. La línea de puesta a tierra se conecta directamente a la bornera hembra de color verde, del plafón. Cuando se accionan el primer interruptor se energiza la lámpara, y se acciona el segundo interruptor se desenergiza la lámpara y así se realiza la conmutación de los dos interruptores.

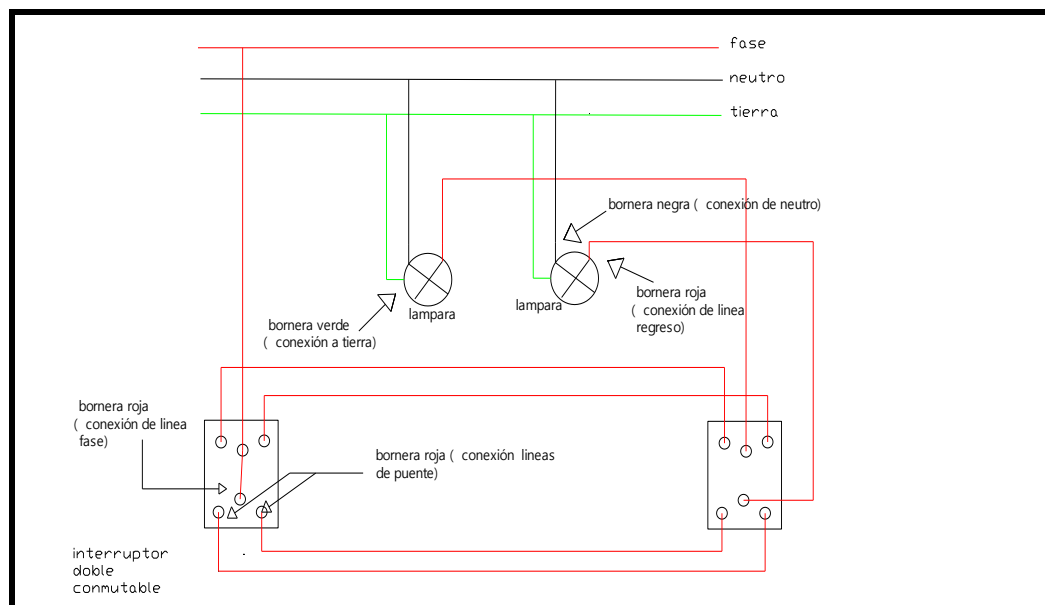
Figura 42. Conexión de un interruptor conmutable (SE1)



## 5.11 CONEXIÓN DE UN INTERRUPTOR DOBLE CONMUTABLE ( SE 2)

En esta conexión del interruptor conmutable doble es necesario tener otro interruptor conmutable, para así poder efectuar la función del encendido de dos lámparas desde dos posiciones diferentes. La línea fase se conecta a la bornera hembra de color rojo, del centro del primer interruptor en el primer pulsador del interruptor doble conmutable. la línea neutra sale también del tablero de protecciones y es conectado a la bornera negra hembra del primer plafón y la línea de regreso o retorno es conectado de la bornera hembra roja del primer plafón y esta se conecta a la bornera hembra del centro del segundo interruptor conmutable. Las borneras hembras rojas de los extremos de los dos interruptores conmutables, se realiza un puente entre los dos interruptores. La línea de puesta a tierra se conecta directamente a la bornera hembra de color verde, del plafón. La conexión de la segunda lámpara se realiza igualmente a la primera. Cuando se accionan el primer interruptor se energiza la lámpara, y se acciona el segundo interruptor de des energiza la lámpara y así se realiza la conmutación de los dos interruptores.

Figura 43. Conexión de un interruptor doble conmutable (SE2)

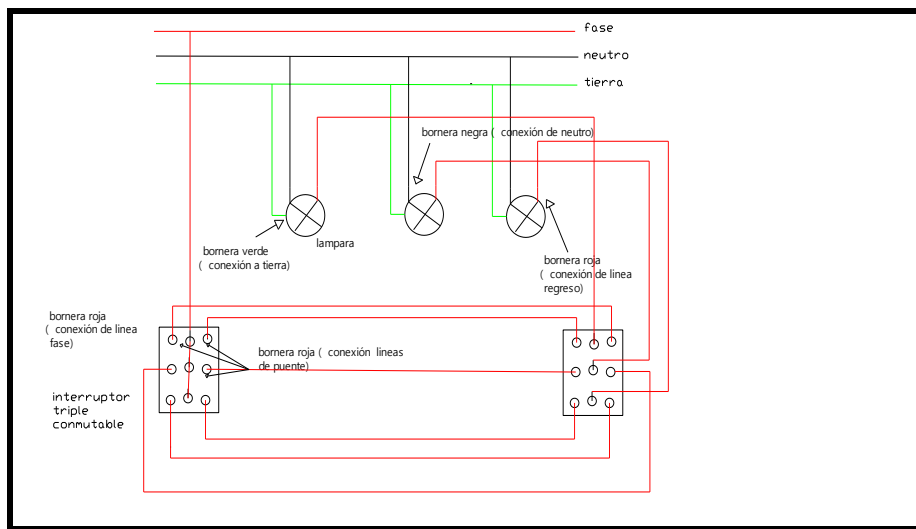


En el modulo didáctico de instalaciones eléctricas domiciliarias están ubicados en el riel omega 4

### 5.12 CONEXIÓN DE UN INTERRUPTOR TRIPLE CONMUTABLE ( SE 3)

En esta conexión del interruptor conmutable triple es necesario tener otro interruptor triple conmutable, para así poder efectuar la función del encendido de tres lámparas desde dos posiciones diferentes. La línea fase se conecta a la bornera hembra de color rojo, del centro del primer interruptor en el primer pulsador del interruptor triple conmutable. la línea neutra sale también del tablero de protecciones y es conectado a la bornera negra hembra del primer plafón y la línea de regreso o retorno es conectado de la bornera hembra roja del primer plafón y esta se conecta a la bornera hembra del centro del segundo interruptor triple conmutable. Las borneras hembras rojas de los extremos de los dos interruptores conmutables, se realiza un puente entre los dos interruptores. La línea de puesta a tierra se conecta directamente a la bornera hembra de color verde, del plafón. La conexión de la segunda y tercera lámpara se realiza igualmente a la primera. Cuando se accionan el primer interruptor se energiza la lámpara, y se acciona el segundo interruptor de des energiza la lámpara y así se realiza la conmutación de los dos interruptores.

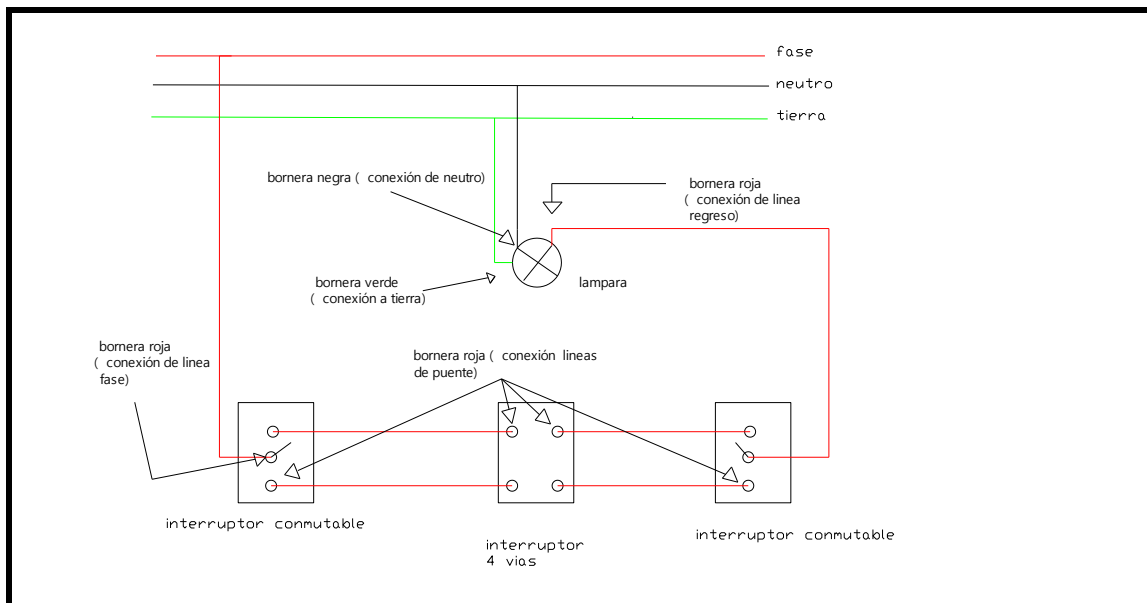
Figura 44. Conexión de un interruptor triple conmutable (SE3)



## 5.11 CONEXIÓN DE UN INTERRUPTOR 4 VIAS ( S4)

Para la conexión de un interruptor de 4 vías, es necesario tener en la instalación eléctrica dos interruptores conmutables, los cuales se ubicaran en los extremos y el interruptor de 4 vías se ubicara en el centro, este tipo de circuito electro permite el encendido y apagado de una lámpara desde 3 puntos diferentes. La línea fase se conecta a la bornera hembra roja central del primer interruptor conmutable, línea neutra sale del tablero de protecciones y es conectado a la bornera negra hembra del plafón y la línea de regreso o retorno es conectado de la bornera hembra roja del primer plafón y esta se conecta a la bornera hembra del centro del segundo interruptor conmutable. Las borneras del los extremos del primer interruptor conmutable se conectan a las dos primeras borneras hembras rojas del interruptor 4 vías, las borneras de os extremos del segundo interruptor conmutable se conectan con las otras dos borneras hembras rojas del interruptor 4 vías. En el modulo didáctico de instalaciones eléctricas domiciliarias esta conexión esta en el riel omega 3

Figura 45. Conexión de un interruptor cuatro vías (S4)



## CONEXIÓN DE UN PULSADOR TIMBRE CON LA CAMPANILLA

La línea fase que se toma del tablero de distribución se conecta a la primera bornera hembra roja del pulsador, la línea de regreso o retorno se conecta de la bornera hembra de color rojo de la campanilla y de allí se conecta a la segunda bornera hembra roja del pulsador. La línea neutra se toma la conexión desde del tablero de distribución y se conecta a la bornera hembra de color negro de la campanilla. Al accionar el interruptor o pulsador se acciona y sonara la campanilla, y al dejarlo de accionarlo se desenergiza la campanilla.

Figura 46. Conexión de un pulsador timbre

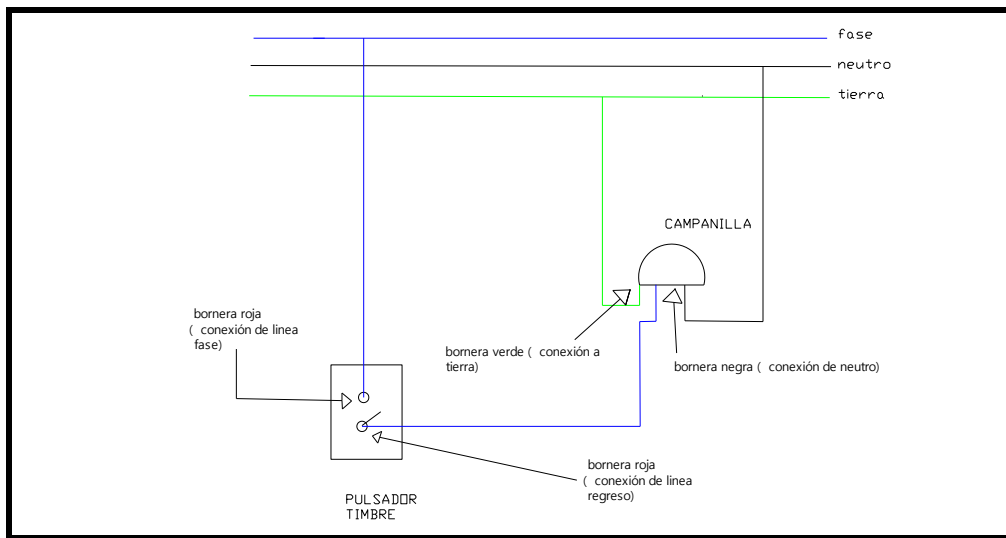


Figura 47. Modulo didáctico de instalaciones eléctricas en etapa final.



## **6. CONCLUSIONES**

Con el diseño de este modulo de instalaciones eléctricas domiciliarias se implemento la normatividad del código eléctrico colombiano (NTC 2050) y el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), para la realización de una instalación eléctrica residencial, que le permitirá a los estudiantes de la institución universitaria pascual bravo de las tecnologías de electromecánica y eléctrica, realizar un laboratorio en donde implementen los conocimientos tomados en las asignaturas correspondientes en el área eléctrica.

El modelo propuesto ofrece herramientas para calcular, medir y diseñar los circuitos eléctricos antes de ejecutarlos; lo cual es garantía para la seguridad de las personas que intervienen en el desarrollo de la actividad. Ya que estamos en proceso de formación se pretende un acercamiento amable con los equipos y herramientas.

La propuesta didáctica permite recrear una adecuada y estratégica distribución de los elementos eléctricos requeridos en una instalación domiciliaria contribuyendo en el proceso educativo con aportes puntuales en el área eléctrica a los estudiantes.

## BIBLIOGRAFIA

Código eléctrico colombiano (NTC 2050) Pág. 29, 93-99.

Reglamento técnico de instalaciones eléctricas ( RETIE) abril 2007. Pág.33

Revista de Centelsa. Boletín técnico. Noviembre 2005

Revista de Centelsa. Boletín técnico. Abril 2001

Procables S. A. Catálogos de productos. Bogota: 1.996

Procobre-Chile. Manual técnico. 2001

Pirelli-sica. Manual de instalaciones eléctricas.

Sena. Manual de instalaciones eléctricas.

DIEZ HENAO, Carlos Mario. Instalaciones eléctricas. 1ra ed. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Robledo Vélez, Rodrigo. Instalaciones eléctricas residenciales e industriales. Medellín, 1988. 209 p

Enríquez Harper, Gilberto. Guía para el diseño de instalaciones eléctricas residenciales, industriales y comerciales. 2. ed. México: Limusa, 2002. 560 p

Enríquez Harper, Gilberto. El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales.

Mexico: Limusa, 1998. 240



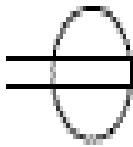
## ANEXO

### *Simbología eléctrica residencial.*

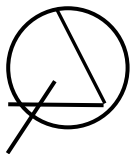
#### *Tierra*



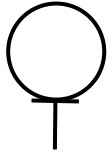
#### *Toma corriente doble con polo a tierra*



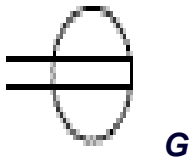
#### *Toma trifilar*



#### *Toma bifilar*



***Toma corriente GFCI***



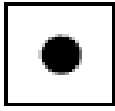
***Tablero de distribución***



***Lámpara incandescente***



***Pulsador***



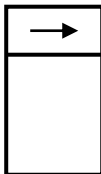
***Timbre o campanilla***



***Protecciones***



***Medidor de energía***



***Interruptor Sencillo***

***S1***

***Interruptor doble***

**S2**

***Interruptor triple***

**S3**

***Interruptor conmutable***

**SE 1**

***Interruptor doble conmutable***

**SE 2**

***Interruptor triple conmutable***

**SE 3**

***Interruptor 4 vías***

**S4**