

**DISEÑO DE GUIAS PARA TALLER ELÉCTRICO I DEL PROGRAMA DE
TECNOLOGÍA ELÉCTRICA**

MARISOL VELEZ GOMEZ

COD. 1093222505

DIONISIO CASTAÑO ARENAS

COD. 1088011108

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA

PEREIRA

2014

**DISEÑO DE GUIAS PARA TALLER ELÉCTRICO I DEL PROGRAMA DE
TECNOLOGÍA ELÉCTRICA**

MARISOL VELEZ GOMEZ

COD. 1093222505

DIONISIO CASTAÑO ARENAS

COD. 1088011108

Trabajo de grado para optar al título de tecnólogo en electricidad

DIRECTOR

SANTIAGO GOMEZ ESTRADA

INGENIERO ELECTRICISTA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA

PEREIRA

2014

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Pereira, 2014

AGRADECIMIENTOS

“A nuestras familias que han sido nuestro gran apoyo e inspiración, que nos han dado el gran ejemplo de que hay que luchar constantemente para no dejar morir los sueños. “

TABLA DE CONTENIDO

	Pag
1. GLOSARIO	12
2. INTRODUCCIÓN.....	14
3. JUSTIFICACION	15
4. MARCO TEORICO.....	16
4.1 REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.	17
4.2 REGLAS DE ORO	17
4.3 ALAMBRES Y CABLES PARA USO ELÉCTRICO	18
4.4 CLAVIJAS Y TOMACORRIENTES	18
4.5 DUCHAS ELÉCTRICAS Y CALENTADORES DE PASO	19
4.6 REQUISITOS PARA INSTALACIONES DE USO FINAL.....	19
4.7 APLICACIÓN DE NORMAS TÉCNICAS	19
5. CONVENCIONES.....	21
6. RECONOCIMIENTO DEL LABORATORIO (TALLER ELECTRICO I).....	22
6.1 OBJETIVO.....	22
6.2 MARCO TEORICO	22
6.2.1 HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA TRABAJOS CON ELECTRICIDAD.	22
6.2.2 CUIDADO DE LA HERRAMIENTA.	25
6.3 PROCEDIMIENTO.....	25
7. EMPALMES Y DOBLADO DE TUBERIA	26
7.1 OBJETIVO.....	26
7.2 MARCO TEORICO	26
7.3 PROCEDIMIENTO.....	27
7.4 INFORME	30
8. DISEÑO DE PEQUEÑOS TRANSFORMADORES.....	31
8.1 OBJETIVO.....	31
8.2 MARCO TEORICO	31
8.3 PROCEDIMIENTO.....	31
8.4 INFORME	34

9.	CONEXIÓN DE INTERRUPTOR SENCILLO, SALIDA DE FUERZA E INTERRUPTOR DOBLE	35
9.1	OBJETIVO.....	35
9.2	MARCO TEORICO	35
9.3	PROCEDIMIENTO.....	36
9.4	INFORME	37
10.	CONEXION DE INTERRUPTOR DE TRES VIAS CON DOS SALIDAS DE FUERZA E	
	INTERRUPTOR TRIPLE	38
10.1	OBJETIVO.....	38
10.2	MARCO TEORICO	38
10.3	PROCEDIMIENTO.....	38
10.4	INFORME	39
11.	CONEXIÓN DE INTERRUPTOR DE CUATRO VÍAS CON INTERRUPTOR DE TRES VÍAS	
	40	
11.1	OBJETIVOS	40
11.2	MARCO TEORICO	40
11.3	PROCEDIMIENTO.....	40
11.4	INFORME	41
12.	CONEXIÓN DE SALIDAS DE FUERZA (TOMACORRINETE SENCILLO Y GFCI)	42
12.1	OBJETIVOS	42
12.2	MARCO TEORICO	42
12.3	PROCEDIMIENTO.....	43
12.4	INFORME	43
13.	CONEXIÓN DE LAMPARAS DE DESCARGA EN GAS ALTA Y BAJA PRESION	44
13.1	OBJETIVO.....	44
13.2	MARCO TEORICO	44
13.3	PROCEDIMIENTO.....	50
13.4	INFORME	51
14.	CONEXIÓN DEL MEDIDOR Y TABLERO DE DISTRIBUCION	52
14.1	OBJETIVOS	52
14.2	MARCO TEORICO	52
14.3	PROCEDIMIENTO.....	53

14.4	INFORME	53
15.	MEDICION DE RESISTIVIDAD Y PUESTA A TIERRA.....	55
15.1	OBJETIVOS	55
15.2	MARCO TEORICO	55
15.2.1	METODOS DE MEDIDA DE RESISTIVIDAD	56
15.3	PROCEDIMIENTO.....	56
15.4	INFORME	57
16.	PRACTICAS REALIZADAS.....	58
16.1	EMPALMES Y DOBLADO DE TUBERIA	58
16.2	CONEXIÓN DE INTERRUPTOR SENCILLO, SALIDA DE FUERZA E INTERRUPTOR DOBLE.....	62
16.3	CONEXION DE INTERRUPTOR DE TRES VIAS CON DOS SALIDAS DE FUERZA E INTERRUPTOR TRIPLE	64
16.4	CONEXIÓN DE INTERRUPTOR DE CUATRO VIAS CON INTERRUPTOR DE TRES VIAS.....	68
16.5	CONEXIÓN DE SALIDAS DE FUERZA(TOMACORRIENTE SENCILLO Y GFCI)	71
16.6	CONEXIÓN DE LAMPARAS DE SODIO DE BAJA Y ALTA PRESION	72
16.7	CONEXIÓN DEL MEDIDOR Y CAJA DE DISTRIBUCION.....	76
16.8	SOLDADURA DE PUESTA A TIERRA	77
17.	REQUISITOS Y TRÁMITES PARA LA APROBACIÓN DE PLANOS	78
17.1	Solicitud de factibilidad	78
17.2	Aprobación de proyectos.....	78
18.	Bibliografía	80
19.	ANEXO	81
19.1	INVENTARIO TALLER ELECTRICO	81

LISTA DE TABLAS

	Pag
<i>Tabla 1 Código de colores para conductores.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2 Convenciones.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 3 Calibre del conductor según el área</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 4 Inventario Armario # 1.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 5 Inventario Armario # 2.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 6 Inventario Armario # 3.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 7 Inventario Armario # 4.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 8 Inventario Caja Plástica # 1</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 9 Inventario Caja Plástica # 2</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 10 Inventario Caja Plástica # 3</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 11 Inventario Caja Plástica # 4</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 12 Inventario Caja Plástica # 5</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 13 Inventario Caja Platica # 6.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 14 Inventario Estanteria</i>	<i>86</i>

LISTA DE FIGURAS

	Pag
<i>Figura 1 Alicata Universal.....</i>	22
<i>Figura 2 Alicata punta plana.....</i>	23
<i>Figura 3 Alicata corta hilos.....</i>	23
<i>Figura 4 Alicata de punta redonda.....</i>	23
<i>Figura 5 Cuchillo de electricista.....</i>	23
<i>Figura 6 Tijera de electricista.....</i>	23
<i>Figura 7 Destornillador plano.....</i>	24
<i>Figura 8 Destornillador estrella o Phillips.....</i>	24
<i>Figura 9 Buscapolos.....</i>	24
<i>Figura 10 Cautín.....</i>	24
<i>Figura 11 Guía de nailon.....</i>	25
<i>Figura 12 Guía de acero.....</i>	25
<i>Figura 13 Empalme Western Unión.....</i>	27
<i>Figura 14 Empalme de cables en T o derivación simple.....</i>	27
<i>Figura 15 Empalme cola de rata.....</i>	27
<i>Figura 16 Empalme T doble.....</i>	28
<i>Figura 17 Empalme T anudada.....</i>	28
<i>Figura 18 Empalme T doblada.....</i>	28
<i>Figura 19 Empalme derivación múltiple.....</i>	29
<i>Figura 20 Empalme por prolongación.....</i>	29
<i>Figura 21 Curva de 45º.....</i>	29
<i>Figura 22 Curva de 90º.....</i>	29
<i>Figura 23 Curva en S.....</i>	29
<i>Figura 24 Parámetros de la chapa.....</i>	31
<i>Figura 25 Bosquejo del molde.....</i>	33
<i>Figura 26 Interruptor simple.....</i>	35
<i>Figura 27 Diagrama esquemático cableado del interruptor sencillo.....</i>	35
<i>Figura 28 Diagrama esquemático interruptor doble.....</i>	36
<i>Figura 29 Conexión de un interruptor sencillo a una bombilla.....</i>	36
<i>Figura 30 Conexión de interruptor sencillo con salida de fuerza.....</i>	36
<i>Figura 31 Conexión de interruptor sencillo con dos bombillas en paralelo y salida de fuerza.....</i>	37
<i>Figura 32 Conexión interruptor doble con dos salidas de fuerza.....</i>	37
<i>Figura 33 Conexión de interruptor conmutable con una salida de fuerza.....</i>	38
<i>Figura 34 Conexión de interruptor conmutable con dos salidas de fuerza.....</i>	39
<i>Figura 35 Conexión interruptor triple.....</i>	39
<i>Figura 36 Diagrama esquemático para prender o apagar una luminaria desde tres lugares diferentes.....</i>	40
<i>Figura 37 Diagrama esquemático para prender o apagar una luminaria desde cuatro lugares diferentes.....</i>	40
<i>Figura 38 Conexión para encender una bombilla de tres lugares.....</i>	40
<i>Figura 39 Conexión para encender una bombilla de cuatro lugares diferentes.....</i>	41
<i>Figura 40 Tomacorriente GFCI.....</i>	42
<i>Figura 41 Conexión tomacorriente sin protección por GFCI.....</i>	43
<i>Figura 42 Conexión de tomacorriente con protección GFCI.....</i>	43
<i>Figura 43 Lámparas fluorescentes.....</i>	45
<i>Figura 44 Lámparas fluorescentes compactas.....</i>	45
<i>Figura 45 Lámparas de mercurio a alta presión.....</i>	46

<i>Figura 46 Partes lámpara de mercurio de alta presión</i>	46
<i>Figura 47 Partes lámpara de luz de mezcla</i>	47
<i>Figura 48 Lámpara de luz de mezcla</i>	47
<i>Figura 49 Partes lámpara con halogenuros metálicos</i>	48
<i>Figura 50 Lámparas con halogenuros metálicos</i>	48
<i>Figura 51 Lámpara de vapor de sodio</i>	49
<i>Figura 52 Lámpara de vapor de sodio a baja presión</i>	49
<i>Figura 53 Lámpara de vapor de odio a alta presión</i>	50
<i>Figura 54 Partes de lámpara de vapor de sodio de alta presión</i>	50
<i>Figura 55 Conexión lámparas de alta presión</i>	50
<i>Figura 56 Conexión lámparas de baja presión</i>	51
<i>Figura 57 Medidor eléctrico</i>	52
<i>Figura 58 Tablero de distribución de circuitos</i>	52
<i>Figura 59 Conexión del medidor</i>	53
<i>Figura 60 Circuito para el funcionamiento del medidor y tablero de distribución</i>	53
<i>Figura 61 Esquema de medición de resistividad por el método Wenner</i>	55
<i>Figura 62 Método de Schlumberger-Palmer</i>	55
<i>Figura 63 Equipo para la medición de puesta a tierra</i>	57
<i>Figura 64 Empalme por Derivación</i>	58
<i>Figura 65 Empalme por prolongación</i>	58
<i>Figura 66 Empalme por derivación 2</i>	58
<i>Figura 67 Empalme T anudada</i>	59
<i>Figura 68 Empalme T doblada</i>	59
<i>Figura 69 Empalme Western Unión</i>	59
<i>Figura 70 Empalme de cables en T</i>	59
<i>Figura 71 Empalme cola de rata</i>	60
<i>Figura 72 Empalme T doble</i>	60
<i>Figura 73 Empalme T doblada con cable y alambre</i>	60
<i>Figura 74 Material utilizado para el doblado de tubería</i>	61
<i>Figura 75 Calentamiento de la tubería</i>	61
<i>Figura 76 Tubería doblada</i>	61
<i>Figura 77 Conexión de la bombilla al interruptor sencillo</i>	62
<i>Figura 78 Salida de iluminación del interruptor sencillo</i>	62
<i>Figura 79 Conexión de dos bombillas a un interruptor sencillo</i>	62
<i>Figura 80 Salida de iluminación en paralelo del interruptor sencillo con dos bombillas en paralelo</i>	62
<i>Figura 81 Conexión primera bombilla al Interruptor doble</i>	63
<i>Figura 82 Primera salida de iluminación del interruptor doble con salida de fuerza</i>	63
<i>Figura 83 Conexión segunda bombilla al interruptor doble</i>	63
<i>Figura 84 Conexión interruptor doble</i>	63
<i>Figura 85 Conexión salida de fuerza</i>	64
<i>Figura 86 Salida de iluminación interruptor doble y circuito de fuerza</i>	64
<i>Figura 87 Conexión de salida de fuerza</i>	64
<i>Figura 88 Conexión del primer interruptor de tres vías</i>	64
<i>Figura 89 Conexión segundo interruptor de tres vías</i>	65
<i>Figura 90 Salida de iluminación del interruptor de tres vías</i>	65
<i>Figura 91 Salida de iluminación con el primer interruptor y salidas de fuerza</i>	65
<i>Figura 92 Salida de iluminación interruptor de tres vías y salidas de fuerza</i>	65
<i>Figura 93 Conexión interruptor triple</i>	66
<i>Figura 94 Conexión salida de iluminación</i>	66
<i>Figura 95 Salida de iluminación primer interruptor</i>	66

<i>Figura 96 Salidas de iluminación primer y segundo interruptor.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 97 Salidas de iluminación de los tres interruptores.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 98 Salida de iluminación primero y tercero interruptor</i>	<i>67</i>
<i>Figura 99 Salidas de iluminación interruptor triple.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 100 Conexión interruptor de cuatro vías.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 101 Conexión primer interruptor de tres vías.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 102 Conexión segundo interruptor de tres vías.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 103 Conexión salida de iluminación</i>	<i>68</i>
<i>Figura 104 Salida de iluminación</i>	<i>69</i>
<i>Figura 105 Salida de iluminación controlada por el primer interruptor de tres vías.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 106 Conexión interruptor de cuatro vías.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 107 Conexión primer interruptor de tres vías.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 108 Conexión segundo para encender desde cuatro lugares</i>	<i>70</i>
<i>Figura 109 Salida de iluminación interruptor de tres vías.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 110 Salida de iluminación</i>	<i>70</i>
<i>Figura 111 Conexión primer tomacorriente</i>	<i>71</i>
<i>Figura 112 Conexión del tomacorriente GFCI.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 113 Salida de fuerza con GFCI activado</i>	<i>71</i>
<i>Figura 114 Salida de fuerza sin GFCI</i>	<i>71</i>
<i>Figura 115 Tomacorriente GFCI.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 116 Salidas de fuerza</i>	<i>71</i>
<i>Figura 117 Implementos necesarios para realizar la conexión de las lámparas de alta y baja presión.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 118 Lámparas de alta presión 250W y 400W</i>	<i>73</i>
<i>Figura 119 Conexión lámpara de 250W de alta presión</i>	<i>73</i>
<i>Figura 120 Lámpara de 250W alta presión</i>	<i>73</i>
<i>Figura 121 Lámpara 250W alta presión.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 122 Conexión lámpara de 400W de alta presión</i>	<i>74</i>
<i>Figura 123 Lámpara de alta presión metalhalide 400W.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 124 Conexión lámpara de 400W alta presión metalhalide.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 125 Lámpara de alta presión</i>	<i>75</i>
<i>Figura 126 Lámpara 400 W alta presión metalhalide.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 127 Balastro electrónico para lámparas de baja presión.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 128 Lámparas de baja presión tubulares (fluorescentes)</i>	<i>75</i>
<i>Figura 129 Conexión del medidor.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 130 Conexión caja de distribución.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 131 Circuito con salidas de iluminación</i>	<i>76</i>
<i>Figura 132 Circuito salidas de fuerza e iluminación</i>	<i>76</i>
<i>Figura 133 Soldadura</i>	<i>77</i>
<i>Figura 134 Pólvora</i>	<i>77</i>
<i>Figura 135 Conductor soldado</i>	<i>77</i>

1. GLOSARIO

Es importante el conocimiento de algunos significados para la elaboración de este proyecto (1)

Acometida: derivación de la red local de servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios la acometida llega hasta el registro de corte general.

Alimentador: todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final.

Bombilla: globo de cristal en el que se ha hecho el vacío y dentro del cual va colocado un hilo de platino, carbón etc., que al paso de una corriente eléctrica se pone incandescente emitiendo luz.

Cable: conductor constituido por un grupo de hilos o de una combinación de grupo de hilos, trenzados y retorcidos juntos ; conjunto formado por una o varias almas reunidas con recubrimientos protectores

Circuito: conjunto de materiales eléctricos, conductores de diferentes fases o polaridades alimentados por la misma fuente de energía y protegidos contra el sobre-intensidad por el o los mismos dispositivos de protección; no quedan incluidos en esta definición los circuitos que formen parte de los aparatos de utilización o receptores.

Circuito alimentador: Los circuitos alimentadores son aquel conjunto de cables conductores comprendidos entre la acometida y las protecciones finales contra sobre-corrientes destinadas a proteger a los conductores de los circuitos ramales y los equipos.

Circuito ramal: elementos que se encuentran entre el dispositivo de protección ubicado en el tablero de distribución y los dispositivos de salida.

Conductor: cuerpo cuyos átomos pueden con facilidad tomar un electrón y ceder otro, como ocurre generalmente con los metales; es el elemento metálico, generalmente de cobre o aluminio que cumple la función de conducir la corriente eléctrica; familiarmente denominado cable o alambre.

Contador eléctrico: aparato que mide la cantidad de energía eléctrica consumida por el abonado de un circuito durante un largo tiempo, en las distribuciones de electricidad. Existen diversos modelos dividiéndose de forma general en: monofásicos, trifilar y trifásicos; estos últimos a su vez se dividen en: de doble tarifa, de triple tarifa, de activa, de reactiva, etc.

Enchufe, clavija: dispositivo introducido o retirado manualmente de un tomacorriente, el cual posee patas (contacto macho) que entran en contacto con los contactos hembra del tomacorriente.

Tablero de carga: es un tablero metálico que contiene una cantidad determinada de interruptores termo-magnético, generalmente empleados para la protección y desconexión de pequeñas cargas eléctricas y alumbrado.

Tomacorriente: dispositivo que tiene contactos hembra para la conexión de una clavija y terminales para la conexión a los circuitos de salida. Un tomacorriente sencillo es un dispositivo sencillo sin más dispositivos de contacto en el mismo molde. Un tomacorriente múltiple es un dispositivo que contiene dos o más tomacorrientes

2. INTRODUCCIÓN

Se propone desde este Proyecto de grado el diseño y la elaboración de unas guías con sus respectivos formatos de preinformes para realizar cada una de las prácticas que conforman el curso de Taller Eléctrico I de tal forma que el estudiante en cada practica conozca qué es lo que va a hacer, como lo va a realizar, cuales son los objetivos y cuáles deben ser sus resultados.

Se pretende con lo anterior, contribuir al mejoramiento académico, fomentar el interés del estudiante y crear en él espacios para la investigación, el análisis y facilitar la toma de decisiones.

3. JUSTIFICACION

Para la realización de las prácticas de laboratorio propuestas en el Plan de Estudios del Programa de Tecnología Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Pereira, es indispensable y fundamental que el estudiante previamente tenga un conocimiento teórico básico de los temas objeto de cada práctica.

El propio programa de tecnología a considerado esta necesidad y para ello a dispuesto en su respectivo pensum, cada uno de los prerrequisitos que se deben cumplir para acceder a los cursos prácticos de laboratorio en los diferentes campos de la carrera: Circuitos eléctricos, electrónica, maquinas eléctricas, control etc. Estos cursos cuentan con unas guías elaboradas específicamente para desarrollar cada una de las prácticas de laboratorio y además un formato especial de pre informe para cada caso la cual le permite al estudiante conocer, estudiar y preparar con la debida anticipación cada uno de los temas objeto del laboratorio.

En el caso particular de la asignatura Taller Eléctrico I, no se cuenta actualmente con unas guías escritas ni con los formatos especiales para hacer los respectivos preinformes como se dispone para las demás asignaturas prácticas del programa.

Esto hace que el estudiante llegue al taller sin poder conocer, estudiar y preparar los temas que debe abordar en la ejecución del taller, lo que limita sus probabilidades para un mejor aprendizaje.

4. MARCO TEORICO

La siguiente información fue extraída de (3)

CÓDIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES

Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación del nivel de tensión y tipo de sistema utilizado, se debe cumplir el código de colores para conductores aislados de potencia, establecido en las Tablas 6.5 y 6.6 según corresponda. Se tomará como válido para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o una marcación clara en las partes visibles, con pintura, con cinta o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito igualmente aplica a conductores desnudos, que actúen como barrajes en instalaciones interiores y no para los conductores utilizados en instalaciones a la intemperie diferentes a la acometida.

Tabla 1 Código de colores para conductores

Sistema A.C	1φ	1φ	3φY	3φΔ	3φΔ-	3φY	3φY	3φΔ	3φΔ	3φY
Tensión nominal (Voltios)	120	240/120	208/120	240	240/208/120	380/220	480/277	480-440	Más de 100V	Más de 100V
Conductor activo	1 fase	2 fases	3 fases	3 fases	3 fases	3 fases	3 fases	3 fases	3 fases	3 fases
	2 hilos	3 hilos	4 hilos	4 hilos	4 hilos	4 hilos	4 hilos	4 hilos		
Fase	Color negro	Color negro	Amarillo-azul-rojo	Negro-azul-rojo	Negro-Naranja-Azul	Café-Negro-Amarillo	Café-Naranja-Amarillo	Café-Naranja-Amarillo	Violeta-Café-rojo	Amarillo-Violeta-rojo
Neutro	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Blanco ó gris	No aplica	No aplica	No aplica
Tierra de protección	Desnudo ó Verde	Desnudo ó Verde	Desnudo ó Verde	Desnudo ó Verde	Desnudo ó Verde	Desnudo ó Verde	Desnudo ó Verde	Desnudo ó Verde	Desnudo ó Verde	No aplica
Tierra aislada	Verde-Amarillo	Verde-Amarillo	Verde-Amarillo	No aplica	Verde-Amarillo	Verde-Amarillo	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

En todos los casos el neutro debe ser de color blanco o marcado con blanco en todas las partes visibles y la tierra de protección color verde o marcada con franja verde. **No se debe utilizar el blanco ni el verde para las fases.**

Los tableros procedentes del exterior para uso en Colombia, también deben marcarse según los colores establecidos en el **RETIE**.

En sistemas de medida, el cableado de los transformadores tanto de potencial como de corriente, la conexión debe respetar el color de la fase asociada.

4.1 REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Para evitar el sobrecalentamiento de conductores, en sistemas trifásicos de instalaciones de uso final con cargas no lineales, los conductores de neutro deben ser dimensionados por lo menos al 173% de la corriente de fase según los lineamientos de las normas la **IEEE 519** o **IEEE1100**.

4.2 REGLAS DE ORO

Los trabajos que deban desarrollarse con las redes o equipos desenergizados, deben cumplir las siguientes “Reglas de oro”:

Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo.

Condenación o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos indicando “No energizar” o “prohibido maniobrar” y retirar los portafusibles de los cortacircuitos. Se llama “condenación o bloqueo” de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada.

Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión apropiado al nivel de tensión nominal de la red, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.

Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Es la operación de unir entre sí todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra. En tanto no estén efectivamente puestos a tierra, todos los conductores o partes del circuito se consideran como si estuvieran energizados a su tensión nominal. Los equipos de puesta a tierra se deben manejar con pértigas aisladas, conservando las distancias de seguridad respecto a los conductores, en tanto no se complete la instalación.

Señalizar y delimitar la zona de trabajo. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.

El área de trabajo debe ser delimitada por vallas, manilas o bandas reflectivas. En los trabajos nocturnos se deben utilizar conos o vallas fluorescentes y además señales luminosas.

Cuando se trabaje sobre vías que no permitan el bloqueo del tránsito, se debe parquear el vehículo de la cuadrilla atrás del área de trabajo y señalizar en ambos lados de la vía.

4.3 ALAMBRES Y CABLES PARA USO ELÉCTRICO

REQUISITOS DE INSTALACIÓN

Se aceptan cables o alambres de aluminio o aluminio recubierto en cobre en instalaciones de uso final, cuando se cumplen los siguientes requisitos:

Sean de aleación de aluminio de alta ductibilidad, es decir, la serie AA 8000. No se admiten los de la serie 1350.

El conductor de aluminio ha sido probado y certificado como serie AA 8000 y cumple la prueba de calentamiento cíclico de 2000 horas, conforme a normas tales como **UL 83**, **UL 44**, **UL 2556** o equivalentes.

La aleación de aluminio es complementario al uso del cobre, además el uso del aluminio solo puede ser manipulado o instalado por personal que tenga certificadas las competencias en el manejo de éste y que toda instalación de uso final realizada en aluminio debe tener certificación plena independiente de su carga instalable

4.4 CLAVIJAS Y TOMACORRIENTES

REQUISITOS DE INSTALACIÓN.

- 1) Donde se tenga la presencia permanente de niños menores de tres años, los terminales de los tomacorrientes deben ser protegidos para evitar que introduzcan objetos y hagan contacto con partes energizadas. En salacunas o jardines infantiles o lugares de alta concentración de niños menores de tres años los tomacorrientes deben tener protección contra contacto a partes energizadas, tales como protección aumentada, a prueba de manipulación o a prueba de niños como se le conoce (Tamper Resistant), tapas de protección o estar localizadas a una altura (1,70 m) que no afecte la seguridad de los niños.
- 2) Cuando los tomacorrientes se instalen de forma horizontal, el contacto superior debe corresponder al neutro. Cuando exista un arreglo de varios tomacorrientes en un mismo producto, el contacto superior debe ser el neutro.
- 3) Cuando se instalen tomacorrientes en redes con conductores de aluminio, la conexión debe hacerse mediante conector de compresión dual Cu-Al, conector bimetálico o bornera de aleación de aluminio serie 6000, tal como lo establece la sección 110 -14 de la **NTC 2050**. Si la clavija y tomacorriente son CO/ALR no se necesitan los conectores indicados anteriormente, tal como lo indican los numerales 380-14 y 410-56 de la **NTC-2050** ya que el cable de aluminio se conecta directamente a estos dispositivos.

4.5 DUCHAS ELÉCTRICAS Y CALENTADORES DE PASO

REQUISITOS DE INSTALACIÓN

La instalación de la ducha atenderá los requisitos e instrucciones suministrada por el productor.

- 1) Las duchas eléctricas, deben alimentarse mediante un circuito exclusivo, de capacidad no menor a 30 A para tensiones menores a 150 V y no menor a 20 A para tensiones mayores a 150 V y menores a 240 V con su protección termomagnética. El circuito debe tener protección diferencial contra falla a tierra en el caso de duchas sin blindaje. El circuito no debe tener interrupciones y debe garantizar la conexión permanente de la ducha. La protección debe estar localizada fuera del alcance de una persona expuesta en área mojada.
- 2) La conexión eléctrica debe ser a prueba de agua.
- 3) El circuito que alimenta la ducha debe tener un conductor de puesta a tierra, el cual debe estar conectado tanto al conductor puesto a tierra de la instalación como a la terminal de puesta tierra de la ducha.
- 4) Para evitar el contacto directo con el envoltente de la parte eléctrica en la ducha, en el cuarto de baño la ducha no debe tener partes localizadas a menos de 2 m del piso.

4.6 REQUISITOS PARA INSTALACIONES DE USO FINAL

Las instalaciones para uso final de la electricidad, denominadas comúnmente como instalaciones interiores o instalaciones domiciliarias o receptoras, son las que están alimentadas por una red de distribución o por una fuente de energía propia y tienen como objeto permitir la entrega de la energía eléctrica al usuario. Dentro de este concepto queda incluida cualquier instalación receptora aunque toda o alguna de sus partes esté situada a la intemperie.

4.7 APLICACIÓN DE NORMAS TÉCNICAS

El cable de acometida aérea de baja tensión debe ser de tipo antifraude como el concéntrico, o trenzado cumplir una norma técnica como la **UL 854** o la **NTC 4564**, apto para instalaciones a la intemperie, de cobre calibre no menor a 10 AWG para instalaciones monofásicas de capacidad instalable menores o iguales a 3 kVA y 8 AWG para instalaciones entre 3 kVA y a 10 kVA. Para potencias superiores se debe hacer el cálculo conforme a la sección 220 de la **NTC 2050**. En el evento de utilizar conductores de aluminio grado eléctrico debe ser de serie AA8000 y la sección deberá ser dos calibres mayores a la del conductor de cobre y se debe

utilizar los conectores bimetálicos que se requieran para controlar corrosión por efectos del par galvánico, aflojamiento, puntos calientes o arco eléctrico.

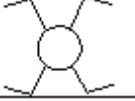
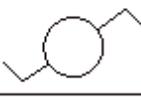
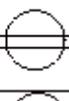
El Operador de Red podrá aceptar otros tipos de cables aptos para acometidas, siempre que cumplan los requerimientos de la capacidad instalable, de uso a la intemperie y estén certificados para este uso.

Se debe asegurar que la regulación de tensión en la acometida no supere el 3%.
En lugares con bajo nivel de fraude.

En la fachada no se permite el uso de conductores a la vista, ni incrustados directamente, los cables que lleguen a la caja del medidor deben ser encerrados en tubería metálica incrustada y en los lugares donde por limitaciones de los materiales de las paredes no se pueda hacer la incrustación, la canalización debe ser certificada para intemperie y a prueba de impacto no menor al de la tubería metálica tipo intermedio. Se aceptarán cables a la vista sólo si el cable de la acometida es tipo concéntrico con cubierta XLPE o HDPE, no presenta bucles que generen contaminación visual en la fachada, no contravengan las normas de planeación municipal o disposiciones de las autoridades municipales competentes sobre fachadas y se le comunique previamente al usuario.

5. TABLA DE CONVENCIONES

Tabla 2 Convenciones

	Interruptor sencillo
	Interruptor doble
	Interruptor triple
	Interruptor de cuatro vias
	Interruptor conmutable
	Salida de iluminación
	Tomacorriente
	Tomacorriente GFCI
	Tomacorriente protegido con GFCI
	Conductores Fase-Neutro-Tierra

6. RECONOCIMIENTO DEL LABORATORIO (TALLER ELECTRICO I).

6.1 OBJETIVO

- Reconocer el espacio en el cual se va a realizar las prácticas de laboratorio.
- Visualizar los elementos con los cuales se realizaran las prácticas.
- Plantear las condiciones con las cuales se deben tener en cuenta para el desarrollo de todas las prácticas, tales como realizar las prácticas, cumpliendo todo a su vez con la norma RETIE y NTC2050.

6.2 MARCO TEORICO

El laboratorio (Taller Eléctrico), es un espacio el cual consta con una gran variedad de elementos, los cuales se usaran para las prácticas de laboratorio; posee elementos tales como herramientas para un electricista, elementos para luces de alta descarga e iluminación, rollos de cobre para la elaboración de pequeños transformadores, conductores (cables y alambres) de diferentes calibres (AWG), el equipo para realizar las pruebas de puesta a tierra (teluometro), comandos de iluminación (interruptores), elementos para los circuitos de fuerza

(tomacorriente) y entro otros más; para ello a continuación se puede visualizar las herramientas básicas para trabajar en el sector de la electricidad.(2)

6.2.1 HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA TRABAJOS CON ELECTRICIDAD.

Para el desarrollo de las prácticas de taller eléctrico I, es necesario primero que todo visualizar todas las herramientas que se van a emplear para el desarrollo de las mismas; por ello se cuenta con los siguientes elementos que son los más usados:

- **Alicates universales:** Es una herramienta muy útil y versátil, aunque por sus características se utiliza por lo general para sujetar, cortar grandes secciones de cable y doblar, dependiendo de su uso su tamaño puede variar aunque para trabajos comunes se emplea de 180 mm.

Figura 1 Alicates Universal



- **Alicates punta plana:** Son aislados de boca plana, permiten sujetar y doblar en trabajos de tipo medio, muy empleados en la realización de cableados, su longitud es de 160 mm.

Figura 2 Alicate punta plana



- **Alicates corta hilos:** Son elementos aislados con bocas de corte frontal o lateral, aunque estos son los más empleados, su función principal es la de cortar conductores o alambres de tipo medio, aunque son más eficientes para pelar hilos, su longitud es de 160 mm.

Figura 3 Alicate corta hilos



- **Alicates de punta redonda:** Son alicates de punta conica, se usan para realizar anillas o cocas, doblar con cierto grado de curvatura y sujetar con precision, su tamaño es de 160 mm.

Figura 4 Alicate de punta redonda



- **Cuchillo de electricista:** Cuchillo con mango de plastico o madera, a veces sin punta y con una media luna al nicio del filo. Se emplea para pelar el aislante de los conductores, muy util para pelar mangueras y conductores de gran seccion su tamaño es de 180 mm.

Figura 5 Cuchillo de electricista



- **Tijeras de electricista:** Son diseñadas especialmente y aisladas para trabajos eléctricos. Se usan para pelar conductores, su longitud es de 125 mm.

Figura 6 Tijera de electricista



- **Destornilladores y buscapolos:** El mas importantes es el plano, poseen un material aislante. También puede incorporar una punta de estrella o Phillips. También se encuentra los buscapolos, ya que estos son muy prácticos para verificar la existencia de electricidad; utilizan una lámpara de neón en el mango del destornillador que al encenderse delata la presencia de corriente en el sistema.

Para el destornillador plano hay varias dimensiones:

- Pequeño 3 x 100 mm.
- Mediano 4 x 125 mm.
- Grande 5.5 x 150 mm.

Para el destornillador en estrella o Phillips hay varias dimensiones:

- Pequeño 0 x 60 mm.
- Mediano 1 x 80 mm.
- Grande 2 x 100 mm.

Figura 7 Destornillador plano



Figura 8 Destornillador estrella o Phillips



Figura 9 Buscapolos



- **Cautín:** Se denomina soldador de estaño, instrumento técnico eléctrico usado para las soldaduras de estaño que se utilizan, su función principal es permitir por medio de la soldadura de estaño las conexiones entre los diversos componentes que están interconectados en los circuitos electricos.

Figura 10 Cautín



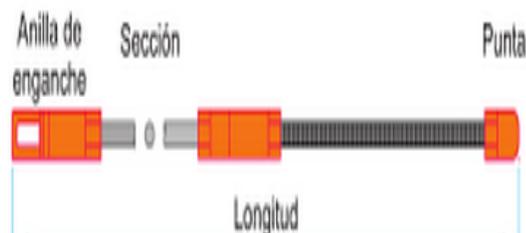
- **Guías de pasa cables:** Son usadas para introducir conductores por el tubo y si el tramo es corto, se doblan las puntas de los conductores y se

introducen directamente en el, de ser lo contrario se emplea la guía, la cual puede pasar por el tubo varios conductores sujetos en una rosca por donde se pasan las puntas de los conductores pelados y se doblan y posteriormente se procede a halar la guía para poderlos pasar.

Dependiendo de los conductores a introducir se emplea un tipo de guía diferente:

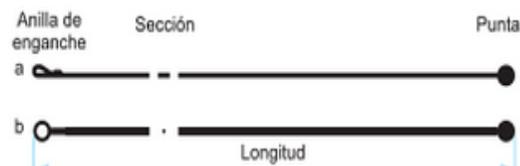
- **Guía de nailon:** Posee una sección circular cuyo grosor y longitud pueden variar dependiendo del trabajo o esfuerzo a realizar; no se deben practicar fuertes tirones ya que se corre el riesgo de partirlas.

Figura 11 Guía de nailon



- **Guía de acero:** Puede ser de tipo cinta o alambre. Por su dureza y resistencia se utiliza para conductores de gran sección y situaciones en las que hay que realizar gran esfuerzo mecánico; posee una desventaja es que se pueden enredar fácilmente.

Figura 12 Guía de acero



6.2.2 CUIDADO DE LA HERRAMIENTA.

Para el cuidado de la herramienta se debe seguir los siguientes puntos:

- Evitar la caída o golpes de alguno de los elementos, ya que el aislante puede dañarse con facilidad perdiendo dichas propiedades con el consiguiente peligro en su manejo.

- Usar la herramienta adecuada para el trabajo que hay que realizar no solo por seguridad personal, además de la del equipo o instalación con la que se está trabajando y la propia herramienta. Una herramienta en mal estado es peligrosa.

- Cuando se realizan trabajos en lugares con excesiva suciedad, polvo, humedad, etc. Hay que revisar la herramienta y proceder a su limpieza si es necesario.

- Mantener en perfectas condiciones de uso y seguridad la herramienta de funcionamiento eléctrico, prestando especial atención a peladuras del cable y al conecionado eléctrico en general.

6.3 PROCEDIMIENTO

Para la demostración del espacio, se hará posible por medio del profesor el cual les facilitara de forma teórica y práctica el funcionamiento y uso de dichos elementos mencionados anteriormente y otros que se encuentren en dicho espacio no se hayan hecho énfasis en este documento.

7. EMPALMES Y DOBLADO DE TUBERIA

7.1 OBJETIVO

- Adquirir conocimiento sobre las curvas realizadas en las instalaciones eléctricas para la conexión de los dispositivos.
- Obtener conocimiento acerca del tipo de empalme que se debe utilizar en las instalaciones eléctricas.

7.2 MARCO TEORICO

EMPALMES ELECTRICOS (6)

En las instalaciones eléctricas se utilizan alambres y cables de diferentes tipos y calibres, y algunas veces es necesario pegar 2 ó más de ellos, prolongar (hacer más largos) algunos de ellos o sacar derivaciones de ellos (permitir que la corriente que pasa por un cable se comparta con otro). Para lograr que esto pase es necesario aplicar empalmes (también conocidos como “amarres”). En pocas palabras, un empalme es la unión de dos o más cables y/o alambres en una instalación eléctrica, que permite que la corriente eléctrica pase a través de ellos. A grandes rasgos se puede decir que existen 3 pasos básicos para hacer un empalme:

- Cortar los diferentes cables que van a ser unidos por un empalme.

- Pelar los cables. Para ello, simplemente debemos retirar el plástico aislante que les rodea.
- Los conductores se deben empalmar o unir con medios de empalme identificados para su uso o con soldadura de bronce, de arco o blanda, con un metal o aleación fusible. Antes desoldarse, los empalmes se deben unir de modo que queden mecánica y eléctricamente seguros y después si se deben soldar. Todos los empalmes y uniones y los extremos libres de los conductores se deben cubrir con un aislante equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante identificado para ese fin. Los conectores o medios de empalme de los cables en conductores que van directamente enterrados o en instalaciones subterráneas, deben estar certificados para cada uno de estos usos.

Longitud de los conductores libres en las salidas, uniones y puntos de conmutación.

En todos los puntos de salidas, uniones y de interruptores, debe quedar como mínimo una longitud de 15 cm libre en los conductores para empalmes o conexiones de elementos o dispositivos eléctricos.

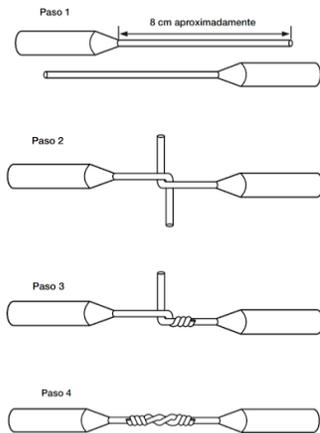
7.3 PROCEDIMIENTO

1. Realizar los siguientes empalmes entre alambres:

UNION WESTERN

Se utiliza para unir dos conductores, cuando se requiere prolongar uno de ellos. Este empalme se practica en instalaciones a la vista, y sobre todo en conductores que están sometidos a efectos de tracción.

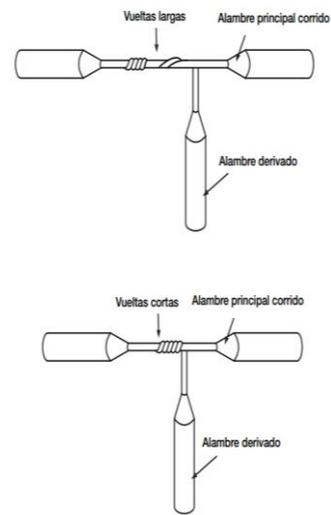
Figura 13 Empalme Western Unión



UNION T SENCILLA

Este empalme se realiza para derivar una línea de otra principal en las instalaciones a la vista, cuando de un tendido recto y largo de conductores se desea sacar ramificaciones.

Figura 14 Empalme de cables en T o derivación simple

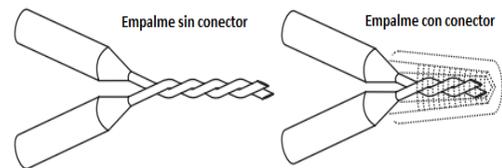


UNION COLA DE RATA

Este tipo de empalme se efectúa en uniones entre dos o más conductores, con el fin de prolongarlos o derivarlos. Estos empalmes se utilizan principalmente dentro de las cajas metálicas de una instalación hecha en tubería.

Este empalme puede ser utilizado con conductores hasta el número 6AWG.

Figura 15 Empalme cola de rata

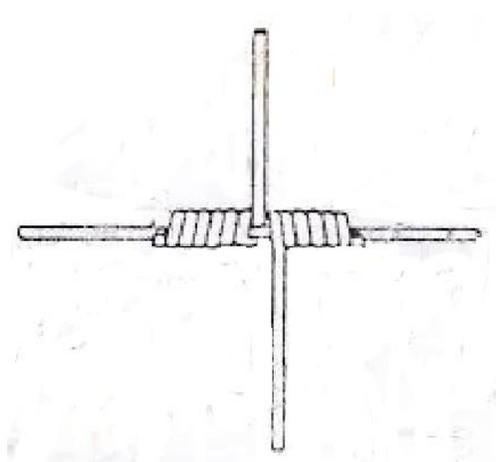


UNION T DOBLE

Este empalme se utiliza, cuando se requiere derivar de un mismo punto de un conductor principal, dos conductores.

Es muy practicado en instalaciones a la vista o de sobre pared.

Figura 16 Empalme T doble

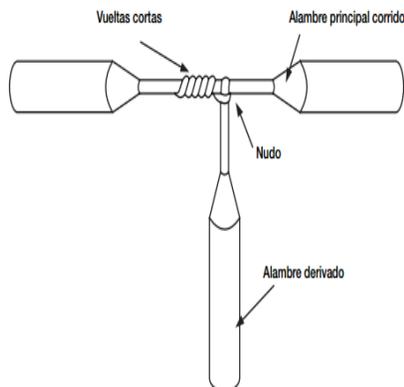


UNION T ANUDADA

Llamada también T de seguridad. Este empalme cumple el mismo trabajo que la unión T sencillo, con la diferencia que la derivación es más segura, de ahí el nombre de seguridad.

Se utiliza principalmente en las instalaciones aéreas y sobre pared. Sobre todo cuando los conductores van a estar expuestos.

Figura 17 Empalme T anudada



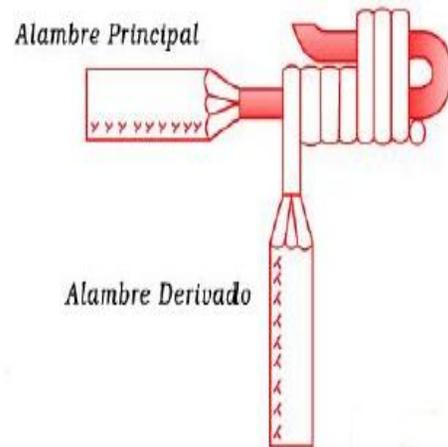
UNION T DOBLADA

Es otro tipo de derivacion sencilla, se utiliza cuando al final de la linea necesitamos hacer una ultima derivacion.

Esta union realiza un buen contacto electrico y presenta bastante resistencia a la tension mecanica.

Tambien es muy utilizado cuando el cable derivado es mas delgado que el principal.

Figura 18 Empalme T doblada

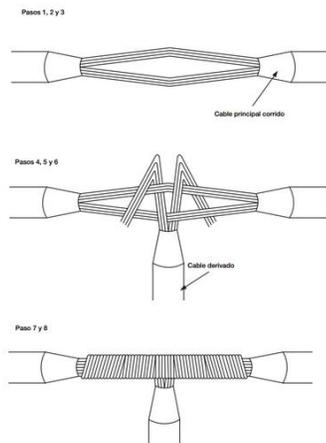


2. Realizar los siguientes empalmes entre cables:

EMPALME DE CABLES EN T O DERIVACION MULTIPLE

Este empalme se emplea para realizar uniones entre una punta de un cable de derivación a otro que corre de manera continua.

Figura 19 Empalme derivación múltiple



- Encender el fuego e ir pasando el tubo por el fuego trasladándolo de un lado a otro (no se puede dejar en un solo punto)
- Cuando el tubo este lo suficientemente caliente empezar a hacer el dobles que desee realizar.

Figura 21 Curva de 45°



EMPALME DE PROLONGACION

Este tipo de empalme se utiliza para la prolongación de cables gruesos.

Figura 20 Empalme por prolongación

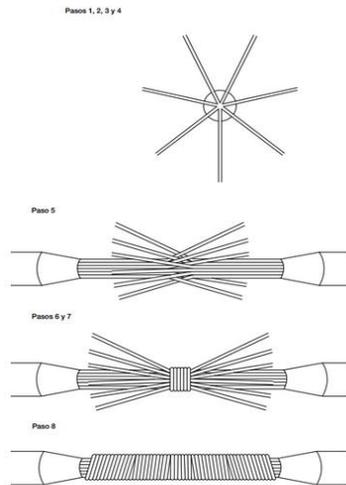


Figura 22 Curva de 90°



3. realizar las siguientes curvas con tubería

- Escoger el tubo de pvc que se va a utilizar para realiza la curva.
- Introducir el caucho dentro del tubo (si no hay caucho se puede utilizar arena).

Figura 23 Curva en S



7.4 INFORME

7.4-1 Objetivos

7.4-2 Elaborar la respectiva lista de materiales utilizados para la realización de la práctica.

7.4-3 Descripción o desarrollo de la práctica.

7.4-4 Evidencias visuales de la práctica.

7.4-5 Observaciones

7.4-6 Conclusiones.

8. DISEÑO DE PEQUEÑOS TRANSFORMADORES

8.1 OBJETIVO

- Conocer el procedimiento necesario para el diseño y construcción de un pequeño transformador.

8.2 MARCO TEORICO

Se denomina transformador a un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño y tamaño, entre otros factores.

El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética. Está constituido por dos bobinas de material conductor, devanadas sobre un núcleo cerrado de material ferromagnético, pero aisladas entre sí eléctricamente. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo.

El núcleo, generalmente, es fabricado bien sea de hierro o de láminas apiladas de acero eléctrico, aleación apropiada para optimizar el flujo

magnético. Las bobinas o devanados se denominan primario y secundario según correspondan a la entrada o salida del sistema en cuestión, respectivamente.

8.3 PROCEDIMIENTO

1. Cálculo del número de chapas

f_s = Factor de apilamiento

A_{ef} = Área eficaz del núcleo [cm²]

A_g = Área geométrica [cm²]

P = Potencia del transformador [W]

$$A_{ef} = 1,1 \cdot \sqrt{P}$$

A = Ancho de la E

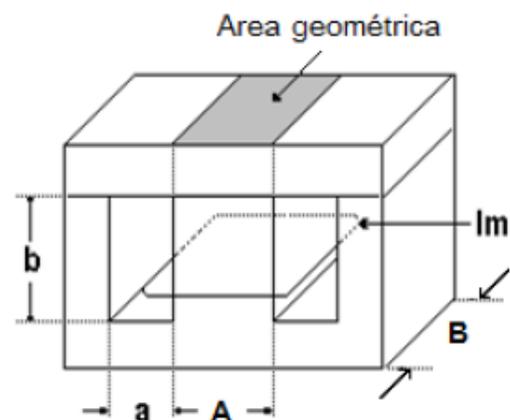
B = Grosor de las chapas apiladas

$$A_g = A \cdot B$$

$$A_{ef} = A_g \cdot f_s$$

Conociendo A , f_s y A_{ef} se determina el número de chapas que requiere el núcleo para poder manejar la potencia deseada.

Figura 24 Parámetros de la chapa



$$B = \frac{Aef}{A * fs}$$

Numero de Chapas = $\frac{B}{\text{Grosor de una lamina}}$

Si el Número de chapas no es entero, se debe aproximar este al siguiente valor entero.

2. Hallar N1 y N2

N1 = Numero de espiras del primario
N2 = Numero de espiras del secundario

Utilizando la ecuación fundamental de la maquina eléctrica

$$V_{ef} = 4,44 N f B A_{ef} * 10^{-8}$$

V_{ef} = Valor eficaz de la tensión [V]

N = Numero de espiras

f = Frecuencia [Hz]

B = Campo magnético en [Gauss]

Ec. (1)

$$V_{ef1} = 4,44 * N1 * f * B * A_{ef} * 10^{-8}$$

Ec. (2)

$$V_{ef2} = 4,44 * N2 * f * B * A_{ef} * 10^{-8}$$

Despejando de las ecuaciones (1) y (2) N1 y N2 se tiene:

Ec. (3)

$$N1 = (V_{ef1} * 108) / (4,44 * f * B * A_{ef})$$

Ec. (4)

$$N2 = (V_{ef2} * 108) / (4,44 * f * B * A_{ef})$$

(4)

Igualando las ecuaciones (3) y (4) se tiene:

Ec. (5)

$$\frac{V1}{V2} = \frac{N1}{N2} \quad N2 = \frac{N1 * V2}{V1}$$

Con los valores nominales se calcula N1 de (3).

$$N1 = (V_{ef1} * 108) / (4,44 * f * B * A_{ef})$$

Conociendo N1, se utiliza Ec. (5) para calcular N2 para cada diferente nivel de tensión en el secundario.

3. Cálculo de la corriente y el conductor

$$P = VI \cos \theta$$

Asumiendo un factor de potencia igual a uno (fp = 1).

$$P = V * I \quad I = \frac{P}{V}$$

$$I_p = \frac{P}{V_p}$$

$$I_s = \frac{P}{V_s}$$

I_p=Corriente en el primario

I_s=Corriente en el secundario

V_p=Tensión en el primario

V_s=Tensión en el secundario

Calculo del calibre de los conductores.

Teniendo que $J = 3 \text{ A / mm}^2$

$$J = \frac{I}{\text{Area}}$$

Calculo del conductor del primario

$$\text{Area primario} = \frac{I_p}{J}$$

Calculo del conductor del secundario

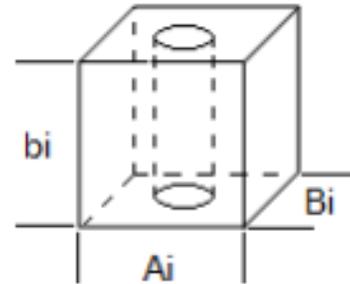
$$\text{Area secundario} = \frac{I_s}{J}$$

Tabla 3 Calibre del conductor según el área

CALIBRE AWG	ALAMBRE DESNUDO		CAPA DOBLE	
	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	ÁREA (mm ²)	MÍNIMO INCREMENTO (mm)	MÁXIMO DIÁMETRO O (mm)
8	3,26	8,37	0,089	3,383
9	2,906	6,63	0,086	3,023
10	2,588	5,26	0,086	2,703
11	2,304	4,17	0,084	2,416
12	2,052	3,31	0,081	2,159
13	1,829	2,63	0,081	1,935
14	1,628	2,08	0,081	1,732
15	1,45	1,65	0,076	1,549
16	1,29	1,31	0,074	1,384
17	1,151	1,04	0,071	1,24
18	1,024	0,824	0,066	1,11
19	0,912	0,653	0,064	0,993
20	0,813	0,519	0,061	0,892
21	0,724	0,412	0,056	0,8
22	0,643	0,325	0,053	0,714
23	0,574	0,259	0,051	0,643
24	0,511	0,205	0,048	0,577
25	0,455	0,163	0,046	0,516
26	0,404	0,128	0,043	0,462
27	0,361	0,102	0,041	0,419
28	0,32	0,0804	0,041	0,373
9	0,287	0,0647	0,038	0,338
30	0,254	0,0507	0,033	0,302

4. Calculo del molde

Figura 25 Bosquejo del molde



t = tolerancia.

$t = 1 \text{ mm}$

$b_i = b - 2 * t$

$A_i = A + 2 * t$

$B_i = B + 2 * t$

5. Hallar el número de capas en la bobina de alta tensión

Espacio para el bobinado = $b_i - (2 * \text{calibre del papel para aislar con respecto al núcleo})$

de espiras por capa = # esp.capa

$$\# \text{ esp.capa} = \frac{\text{Espacio para el bobinado}}{\text{diametro conductor primario}} - 1$$

$$\# \text{ capas primario} = \frac{N1}{\# \text{ esp.capa}}$$

6. Hallar el número de capas en la bobina de baja tensión

Espacio para el bobinado = $b_i - (2 * \text{calibre del papel para aislar con respecto al núcleo})$

de espiras por capa = # esp.capa

$$\# \text{ esp.capa} = \frac{\text{Espacio para el bobinado}}{\text{diametro conductor secundario}} - 1$$

$$\# \text{ capas secundario} = \frac{N_2}{\# \text{ esp.capa}}$$

7. Cálculo del aislamiento

a) Aislamiento entre núcleo y baja tensión

- 2 vueltas con papel de calibre para aislar con respecto al núcleo.

b) Espesor de la bobina de baja tensión.

- $[\# \text{ capas sec} * \text{diam conduc sec.}] + [(\# \text{ Capas sec} - 1) * \text{calibre papel para aislar entre capas}]$

c) Aislamiento entre baja tensión y alta tensión.

- 1 vuelta con papel de calibre para aislar con respecto al núcleo.

d) Espesor de la bobina de alta tensión.

- $[\# \text{ capas prim} * \text{diam conduc prim.}] + [(\# \text{ Capas prim} - 1) * \text{calibre papel para aislar entre capas}]$

e) Aislamiento entre alta tensión y núcleo.

- 1 vuelta con papel de calibre para aislar con respecto al núcleo.

Ancho total de la bobina = $a)+b)+c)+d)+e)$

NOTA:

El ancho total de la bobina debe ser menor que el ancho de la ventana

8.4 INFORME

8.4-1 Objetivos

8.4-2 Elaborar la respectiva lista de materiales utilizados para la realización de la práctica.

8.4-3 Descripción o desarrollo de la práctica.

8.4-4 Principio de funcionamiento del transformador.

8.4-5 Evidencias visuales de la práctica.

8.4-6 Observaciones.

8.4-7 Conclusiones.

9. CONEXIÓN DE INTERRUPTOR SENCILLO, SALIDA DE FUERZA E INTERRUPTOR DOBLE

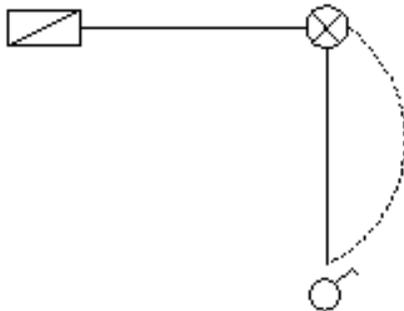
9.1 OBJETIVO

- Aprender como conectar una salida de fuerza.
- Obtener conocimiento a cerca del tipo de conexión de los interruptores sencillo y doble e implementación.

9.2 MARCO TEORICO

El interruptor sencillo se utiliza para prender o apagar una o más luminarias siempre del mismo lugar.(2)

Figura 26 Interruptor simple



Para su instalación se requiere:

Un conductor para tierra, el cual debe ser de color verde y tiene que colocarse por todos los ductos que conducen desde el tablero de distribución hasta la salida para luminaria incluyendo el interruptor que la controla.

Un conductor para el neutro el cual debe ser colocado desde el tablero de distribución hasta la salida de la luminaria, este conductor no se coloca nunca al interruptor.

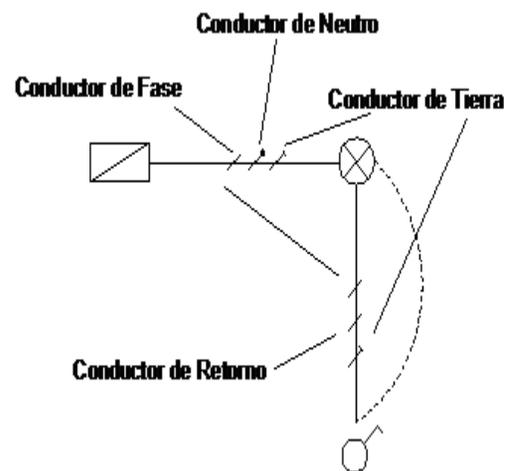
El conductor de neutro debe ser colocado a la parte roscada del plafón (roseta) como se indica en la NTC 2050 (410-23. *Polarización de los aparatos*)

Un conductor para la fase el cual debe ser colocado por todos los ductos desde el tablero de distribución hasta la salida del interruptor.

Un conductor de retorno, el cual conduce la fase desde el interruptor hasta la salida de la luminaria.

El cableado debe quedar como se muestra en la Fig 27:

Figura 27 Diagrama esquemático cableado del interruptor sencillo

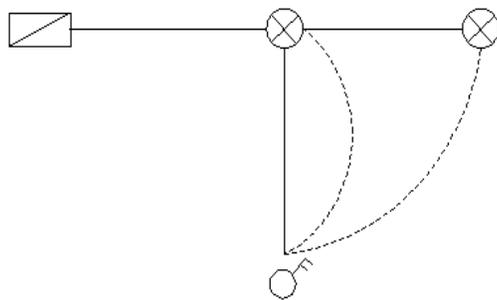


Cuando sea necesario prender o apagar varias luminarias simultáneamente desde el mismo lugar, el conductor de retorno de la primera luminaria se empalma y se

lleva hasta cada una de las salidas para luminaria.

Cuando sea necesario prender o apagar dos luminarias desde el mismo lugar pero de manera independiente, se requiere un interruptor sencillo doble

Figura 28 Diagrama esquemático interruptor doble



Para su instalación se requiere:

Un conductor para tierra, el cual debe ser de color verde y tiene que colocarse por todos los ductos que conducen desde el tablero de distribución hasta la salida para cada una de las luminarias incluyendo el interruptor que las controla.

Un conductor para el neutro el cual debe ser de color blanco colocado desde el tablero de distribución hasta la salida de cada una de las luminarias, este conductor no se coloca nunca al interruptor.

Un conductor para la fase el cual debe ser rojo colocado por todos los ductos que conducen desde el tablero de distribución hasta la salida del interruptor.

Tanto el interruptor doble, tiene dos bornes de conexión por cada interruptor, esto quiere decir que el

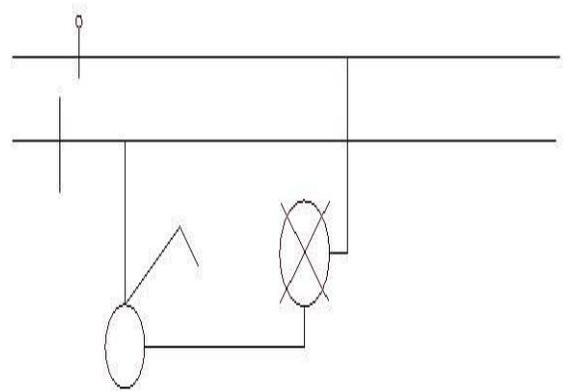
interruptor doble tendrá cuatro bornes de conexión.

Al interruptor doble se le conectan dos conductores de retorno.

9.3 PROCEDIMIENTO

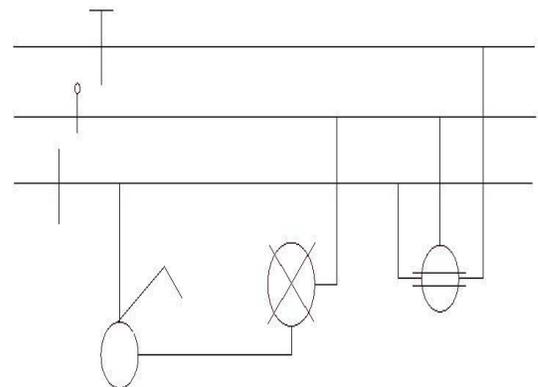
1. Conectar el circuito de la Fig.29

Figura 29 Conexión de un interruptor sencillo a una bombilla



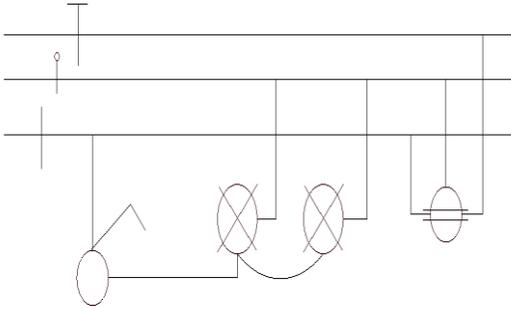
2. Conectar al circuito de iluminación una salida de fuerza (tomacorriente); como se ilustra en la Fig.30

Figura 30 Conexión de interruptor sencillo con salida de fuerza



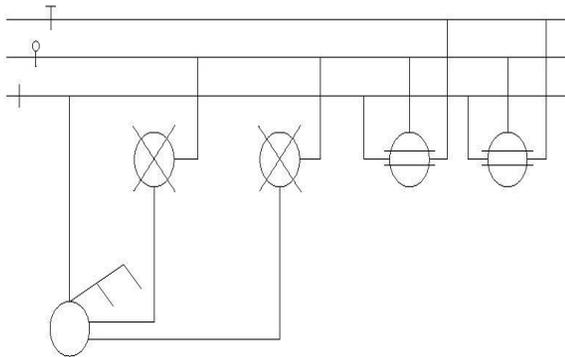
3. Conectar al circuito anterior una salida de iluminación en paralelo con el circuito ya existente nótese en la Fig.31

Figura 31 Conexión de interruptor sencillo con dos bombillas en paralelo y salida de fuerza



4. conectar el circuito de la Fig.32

Figura 32 Conexión interruptor doble con dos salidas de fuerza



9.4 INFORME

9.4-1 Objetivos

9.4-2 Elaborar la respectiva lista de materiales utilizados para cada uno de los circuitos.

9.4-3 Descripción o desarrollo de la práctica

9.4-4 Principio de funcionamiento de los interruptores sencillo y doble.

9.4-5 Evidencias visuales de la práctica.

9.4-6 Observaciones.

9.4-7 Conclusiones.

10. CONEXION DE INTERRUPTOR DE TRES VIAS CON DOS SALIDAS DE FUERZA E INTERRUPTOR TRIPLE

10.1 OBJETIVO

- Implementación de los interruptores triples.
- Estudiar en la práctica la conexión de salidas de iluminación y de fuerza; usando interruptores de tres vías.

10.2 MARCO TEORICO

Los interruptores de tres vías pueden controlar los circuitos de iluminación desde dos lugares, lo que permite que las luces se enciendan o se apaguen desde cualquier ubicación. Conectar varias luces en una habitación o un pasillo a un par de interruptores de tres vías permite tener una manera conveniente de controlar las luces cuando se camina por una zona de forma regular. Los circuitos de tres vías son comunes en las escaleras, en los pasillos, y en cualquier habitación a la que se pueda acceder por más de una puerta.(2)

Para su instalación requiere:

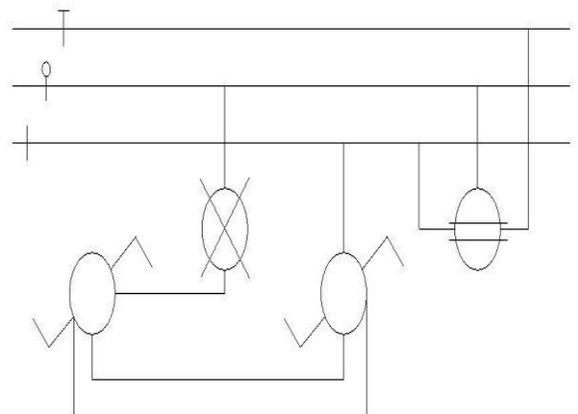
1. Un conductor de tierra (verde) el cual debe pasar por todos los conductos y se debe empalmar a todas las salidas metálicas que tenga la instalación.

2. Un conductor de neutro (blanco) el cual debe ser colocado por todos los conductos que van desde el tablero de distribución hasta la salida de la iluminación
3. Un conductor de fase (rojo) el cual debe ser colocado por todos los conductos que van desde el tablero de distribución hasta la salida para el interruptor.
4. Dos conductores llamados las viajeras, los cuales deben ser colocados por todos los conductos que van desde una salida para un interruptor, hasta la otra salida del interruptor; Es decir, las viajeras son conductores que unen el interruptor de un lugar, hasta el interruptor en el otro lugar y que forma parte del mismo circuito. (1)

10.3 PROCEDIMIENTO

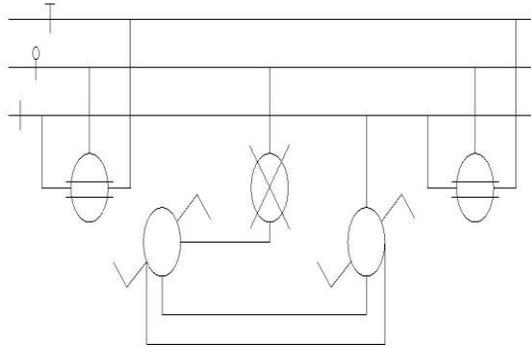
1. Conectar el circuito de la Fig.33

Figura 33 Conexión de interruptor conmutable con una salida de fuerza



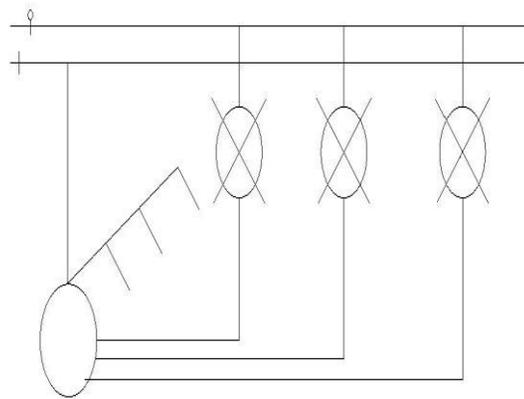
2. Conectar al circuito de iluminación dos salida de fuerza (tomacorriente); como se ilustra en la Fig.34

Figura 34 Conexión de interruptor conmutable con dos salidas de fuerza



3. Conectar el circuito que se muestra a continuación Fig.35

Figura 35 Conexión interruptor triple



10.4 INFORME

10.4-1 Objetivos

10.4-2 Elaborar la respectiva lista de materiales utilizados para cada uno de los circuitos.

10.4-3 Descripción o desarrollo de la práctica.

10.4-4, Principio de funcionamiento de los interruptores de tres vías.

10.4-5 Evidencias visuales de la práctica.

10.4-6 Observaciones.

10.4-7 Conclusiones.

11. CONEXIÓN DE INTERRUPTOR DE CUATRO VÍAS CON INTERRUPTOR DE TRES VÍAS

11.1 OBJETIVOS

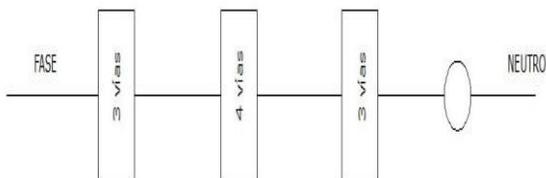
- Implementación del interruptor de cuatro vías y tres vías para comandar una salida de iluminación (bombilla) de varias posiciones.

11.2 MARCO TEORICO

CIRCUITO CONMUTABLE DE CUATRO VÍAS (5)

El circuito conmutable de cuatro vías se utiliza para prender o apagar una o más luminarias desde tres o más lugares diferentes. Está formado siempre por dos interruptores conmutables de tres vías y uno de cuatro vías conectados entre sí como se muestra en la Fig 36.

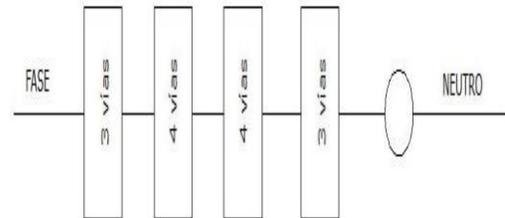
Figura 36 Diagrama esquemático para prender o apagar una luminaria desde tres lugares diferentes



Cada que se quiera agregar un nuevo sitio de control, se debe colocar un interruptor conmutable de cuatro vías

entre los conmutables de tres vías como se muestra en la Fig 37.

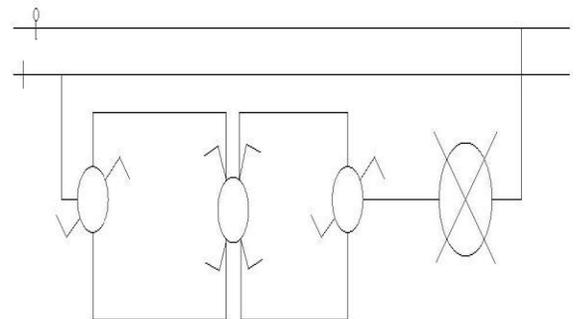
Figura 37 Diagrama esquemático para prender o apagar una luminaria desde cuatro lugares diferentes



11.3 PROCEDIMIENTO

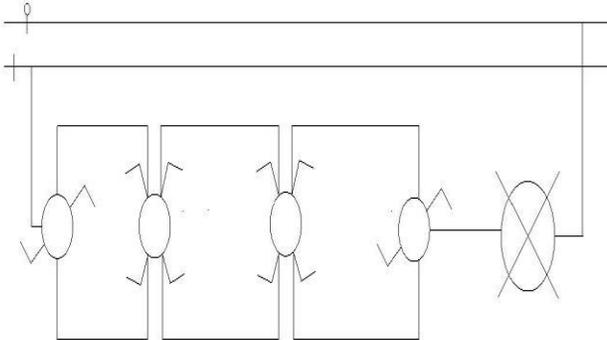
1. Conectar el circuito de la Fig.38 el cual nos muestra como encender una bombilla de tres posiciones:

Figura 38 Conexión para encender una bombilla de tres lugares



2. Conectar el circuito de la Fig. 39 en el que podemos ver como encender una bombilla de tres lugares diferentes:

Figura 39 Conexión para encender una bombilla de cuatro lugares diferentes



11.4 INFORME

11.4-1 Objetivos

11.4-2 Elaborar la respectiva lista de materiales utilizados para cada uno de los circuitos.

11.4-3 Descripción o desarrollo de la práctica.

11.4-4, Principio de funcionamiento de los interruptores de cuatro vías.

11.4-5 Evidencias visuales de la práctica.

11.4-6 Observaciones.

11.4-7 Conclusiones.

12. CONEXIÓN DE SALIDAS DE FUERZA (TOMACORRIENTE SENCILLO Y GFCI)

12.1 OBJETIVOS

- Adquirir conocimientos acerca de la conexión y funcionamiento del tomacorriente GFCI.
- Funcionamiento del tomacorriente GFCI como protección de otras salidas de fuerza.

12.2 MARCO TEORICO

La función del tomacorriente GFCI es monitorear la cantidad de corriente que fluye de la línea al neutro, y si existe una diferencia, como en el caso en el que la corriente fluya a tierra pasando por una persona, el dispositivo abre el circuito, cortando el flujo de corriente.

El tomacorriente GFCI es usado en lugares "húmedos", tales como cocinas, baños, lavanderías, vestidores, estacionamiento, patios de servicios, lugares a la intemperie, etc.

Todos los tomas GFCI deben ser probados periódicamente, como se indica más adelante, usualmente cada mes, para garantizar que se encuentren en óptimas condiciones de trabajo.

También es importante hacer pruebas a los tomas GFCI una vez que estén instalados para asegurarnos de que

esté funcionando correctamente la protección.

OBSERVACIÓN.

Los tomacorriente GFCI no se deben usar para alimentar equipos médicos de los cuales dependa la vida de una persona, ni en equipos eléctricos que deban tener una alimentación continua, tampoco en aquellos equipos que por su funcionamiento no se deban desenergizar repentinamente. (4)

Figura 40 Tomacorriente GFCI



CÓMO PROBAR UN TOMACORRIENTE GFCI.

- Para una revisión apropiada se debe conectar una lámpara a la salida. La lámpara debe estar encendida. A continuación se presiona el botón de TEST en la toma GFCI. El botón de RESET debe saltar fuera y la lámpara se debe de apagar.
- Si el botón de RESET salta, pero la luz no se apaga, el GFCI se

encuentra mal cableado y se debe revisar la conexión.

- Si el botón de RESET no salta, el tomacorriente GFCI puede estar defectuoso y debe ser remplazada.

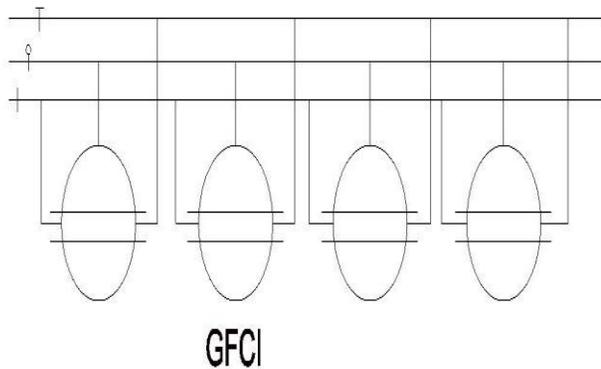
- Si el tomacorriente GFCI trabaja correctamente y la lámpara se apaga, se debe presionar el botón RESET para restaurar la energía.

- Se debe detectar si hay corrientes de fuga.

12.3 PROCEDIMIENTO

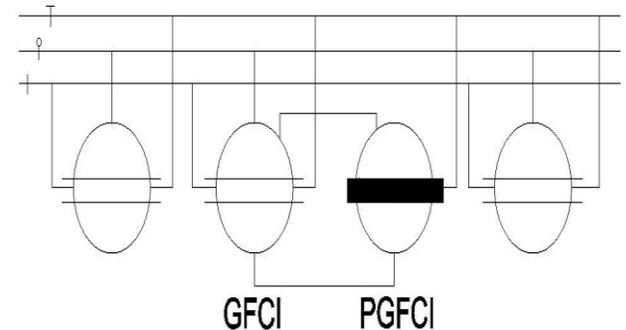
1. Conectar el circuito de la Fig. 41 en el cual se muestra la conexión de un tomacorriente sencillo y a su vez conectado en el circuito un GFCI.

Figura 41 Conexión tomacorriente sin protección por GFCI



2. Conectar el circuito de la Fig. 42 en el cual se muestra cómo proteger un tomacorriente por medio de un GFCI, (PGFCI).

Figura 42 Conexión de tomacorriente con protección GFCI



12.4 INFORME

12.4-1 Objetivos

12.4-2 Elaborar la respectiva lista de materiales utilizados para cada uno de los circuitos.

12.4-3 Descripción o desarrollo de la práctica.

12.4-4 Principio de funcionamiento de los tomacorrientes sencillos y GFCI

12.4-5 Evidencias visuales de la práctica.

12.4-6 Observaciones.

12.4-7 Conclusiones.

13. CONEXIÓN DE LAMPARAS DE DESCARGA EN GAS ALTA Y BAJA PRESION

13.1 OBJETIVO

- Aprender los diferentes tipos de lámparas eléctricas.
- Obtener conocimiento acerca del tipo de lámpara a utilizar según la necesidad del usuario.

13.2 MARCO TEORICO

La siguiente información fue tomada de (6)

ALTA PRESIÓN (HID)

- SODIO
- MERCURIO
- METALHALIDE

BAJA PRESIÓN (fluorescentes)

- COMPACTAS
- TUBULARES

Las lámparas de descarga son fuentes luminosas que producen luz mediante una descarga eléctrica en gases o vapores metálicos presentes en el interior de la ampolla.

Para encender las lámparas de descarga se requiere de un dispositivo llamado reactancia o balasto, que produce el encendido con un alto voltaje inicial y luego disminuye la energía eléctrica al nivel operativo normal. Los balastos electromagnéticos son los

tradicionales de filamentos de cobre, que ya están siendo reemplazados por balastos electrónicos.

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o sodio) o la presión a la que este se encuentre (alta o baja presión) Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para unos usos u otros.

- Lámparas de vapor de mercurio
- Baja presión
- Lámparas fluorescentes

Las fluorescentes son lámparas de descarga de baja presión en forma de tubo, rellenas en su interior de vapor de mercurio. A través de la descarga eléctrica, se emite una radiación UV invisible que se convierte en luz gracias al polvo fluorescente. La radiación ultravioleta generada por la descarga de mercurio se convierte en luz visible por los fluorescentes que se encuentran en la pared interior del depósito de descarga. Mediante distintos fluorescentes se consiguen una serie de colores de luz y distintas calidades de reproducción cromática.

La lámpara fluorescente posee generalmente electrodos calentados y puede así encenderse con tensiones en comparación bajas. Las lámparas fluorescentes requieren de balastos, reactancias o reactancias electrónicas.

Ventajas

Consumo de corriente hasta tres veces menor que la de una lámpara incandescente

Los colores son más fieles al color real.

La emisión de luz es de 4 a 6 veces mayor que la de una lámpara incandescente de la misma potencia.

Provee una luz más uniforme y menos deslumbrante, porque el área de iluminación es mayor.

Calentamiento reducido.

Duración promedio de vida es de 7500 horas en condiciones normales.

La lámpara fluorescente está compuesta de un tubo de vidrio que está revestido por su parte interior con una sustancia fluorescente. Dentro del tubo hay gases y vapor de mercurio a baja presión. Este tubo tiene, en sus dos extremos, un filamento y un electrodo sensor.

Figura 43 Lámparas fluorescentes



Existen lámparas fluorescentes en diversos formatos: tubulares,

circulares y en forma de "U", así como lámparas fluorescentes compactas.

Las lámparas fluorescentes compactas que por la combinación de varios depósitos de descarga cortos o de un depósito de descarga doblado alcanzan dimensiones especialmente compactas. Las lámparas fluorescentes compactas se sujetan y conectan en el portalámparas de un solo lado.

Figura 44 Lámparas fluorescentes compactas



Alta presión:

Lámparas de vapor de mercurio a alta presión

A medida que aumentamos la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de la lámpara a baja presión pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible (violeta de 404.7 nm, azul 435.8 nm, verde 546.1 nm y amarillo 579 nm).

En estas condiciones la luz emitida, de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes que emitan

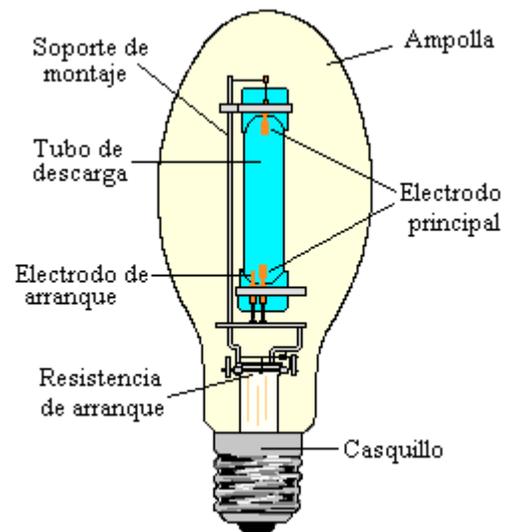
en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500 K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible.

Los modelo más habituales de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180 V que permite conectarlas a la red de 220 V sin necesidad de elementos auxiliares. Para encenderlas se recurre a un electrodo auxiliar próximo a uno de los electrodos principales que ioniza el gas inerte contenido en el tubo y facilita el inicio de la descarga entre los electrodos principales. A continuación se inicia un periodo transitorio de unos cuatro minutos, caracterizado porque la luz pasa de un tono violeta a blanco azulado, en el que se produce la vaporización del mercurio y un incremento progresivo de la presión del vapor y el flujo luminoso hasta alcanzar los valores normales. Si en estos momentos se apagara la lámpara no sería posible su reencendido hasta que se enfriara, puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta.

Figura 45 Lámparas de mercurio a alta presión



Figura 46 Partes lámpara de mercurio de alta presión



Lámparas de luz de mezcla

Las lámparas de luz de mezcla son una combinación de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente y habitualmente, un recubrimiento fosforescente. El resultado de esta mezcla es la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara

incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia. Estas lámparas ofrecen una buena reproducción del color con un rendimiento en color de 60 y una temperatura de color de 3600 K. La duración viene limitada por el tiempo de vida del filamento que es la principal causa de fallo. Respecto a la depreciación del flujo hay que considerar dos causas. Por un lado tenemos el ennegrecimiento de la ampolla por culpa del wolframio evaporado y por otro la pérdida de eficacia de los polvos fosforescentes. En general, la vida media se sitúa en torno a las 6000 horas.

Figura 47 Partes lámpara de luz de mezcla

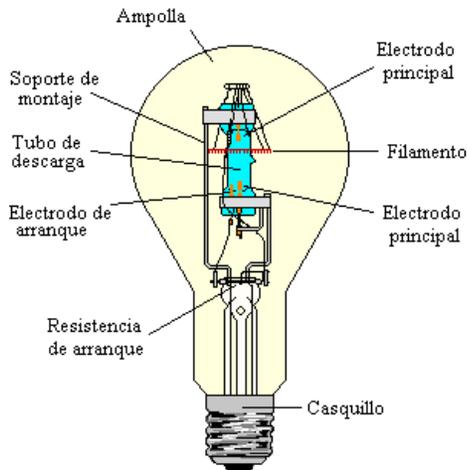


Figura 48 Lámpara de luz de mezcla



Una particularidad de estas lámparas es que no necesitan balasto ya que el propio filamento actúa como estabilizador de la corriente. Esto las hace adecuadas para sustituir las lámparas incandescentes sin necesidad de modificar las instalaciones.

Lámparas con halogenuros metálicos
Si añadimos en el tubo de descarga yoduros metálicos (sodio, talio, indio...) se consigue mejorar considerablemente la capacidad de reproducir el color de la lámpara de vapor de mercurio. Cada una de estas sustancias aporta nuevas líneas al espectro (por ejemplo amarillo el sodio, verde el talio y rojo y azul el indio).

Los resultados de estas aportaciones son una temperatura de color de 3000 a 6000 K dependiendo de los yoduros añadidos y un rendimiento del color de entre 65 y 85. La eficiencia de estas lámparas ronda entre los 60 y 96 lm/W y su vida media es de unas 10000 horas. Tienen un periodo de encendido de

unos diez minutos, que es el tiempo necesario hasta que se estabiliza la descarga. Para su funcionamiento es necesario un dispositivo especial de encendido, puesto que las tensiones de arranque son muy elevadas (1500-5000 V).

Figura 49 Partes lámpara con halogenuros metálicos

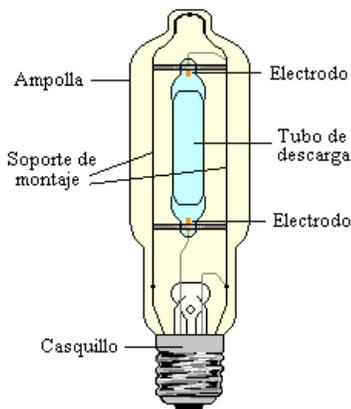


Figura 50 Lámparas con halogenuros metálicos



Las excelentes prestaciones cromáticas la hacen adecuada entre otras para la iluminación de instalaciones deportivas, para retransmisiones de TV, estudios de cine, proyectores, etc.

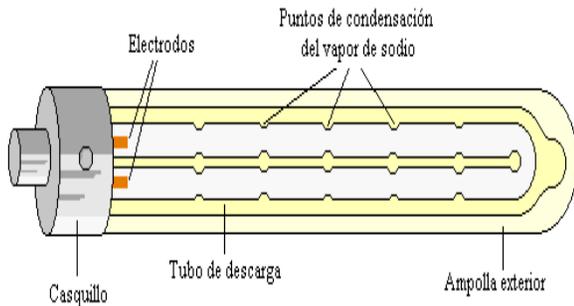
Lámparas de vapor de sodio

Lámparas de vapor de sodio a baja presión

La descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio a baja presión produce una radiación monocromática característica formada por dos rayas en el espectro (589 nm y 589.6 nm) muy próximas entre sí. La radiación emitida, de color amarillo, está muy próxima al máximo de sensibilidad del ojo humano (555 nm). Por ello, la eficacia de estas lámparas es muy elevada (entre 160 y 180 lm/W). Otras ventajas que ofrece es que permite una gran comodidad y agudeza visual, además de una buena percepción de contrastes. Por contra, su monocromatismo hace que la reproducción de colores y el rendimiento en color sean muy malos haciendo imposible distinguir los colores de los objetos.

La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es de entre 6000 y 8000 horas. Esto junto a su alta eficiencia y las ventajas visuales que ofrece la hacen muy adecuada para usos de alumbrado público, aunque también se utiliza con finalidades decorativas. En cuanto al final de su vida útil, este se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones como ocurre en otras lámparas de descarga.

Figura 51 Lámpara de vapor de sodio



Lámpara de vapor de sodio a baja presión

En estas lámparas el tubo de descarga tiene forma de U para disminuir las pérdidas por calor y reducir el tamaño de la lámpara. Está elaborado de materiales muy resistentes pues el sodio es muy corrosivo y se le practican unas pequeñas hendiduras para facilitar la concentración del sodio y que se vaporice a la temperatura menor posible. El tubo está encerrado en una ampolla en la que se ha practicado el vacío con objeto de aumentar el aislamiento térmico. De esta manera se ayuda a mantener la elevada temperatura de funcionamiento necesaria en la pared del tubo (270 °C).

El tiempo de arranque de una lámpara de este tipo es de unos diez minutos. Es el tiempo necesario desde que se inicia la descarga en el tubo en una mezcla de gases inertes (neón y argón) hasta que se vaporiza todo el sodio y comienza a emitir luz. Físicamente esto se corresponde a pasar de una luz roja (propia del neón) a la amarilla característica del

sodio. Se procede así para reducir la tensión de encendido.

Figura 52 Lámpara de vapor de sodio a baja presión



Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión.

Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color ($T_{\text{color}} = 2100 \text{ K}$) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión (IRC = 25, aunque hay modelos de 65 y 80). No obstante, esto se consigue a base de sacrificar eficacia; aunque su valor que ronda los 130 lm/W sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas.

La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20000 horas y su vida útil entre 8000 y 12000 horas. Entre las causas que limitan la

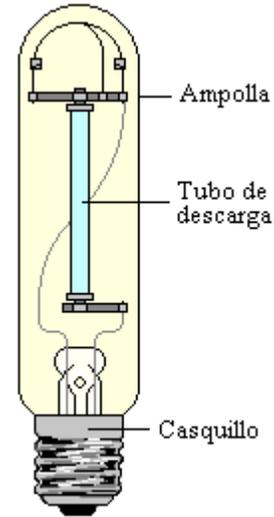
duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento.

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas (1000 °C), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.

Figura 53 Lámpara de vapor de sodio a alta presión



Figura 54 Partes de lámpara de vapor de sodio de alta presión

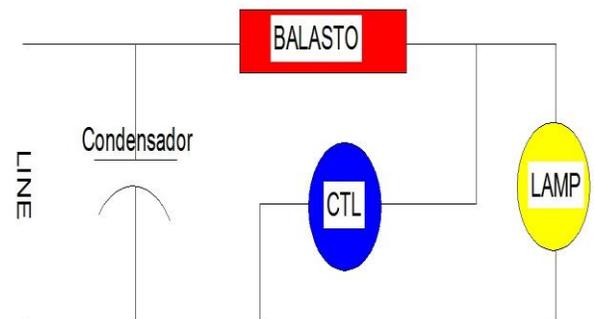


Este tipo de lámparas tienen muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores. Algunos ejemplos son en iluminación de naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa.

13.3 PROCEDIMIENTO

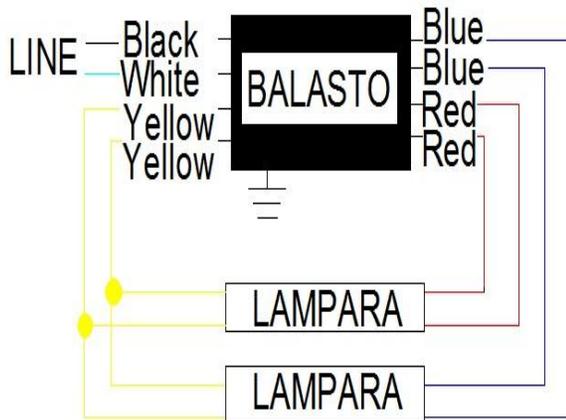
1. Conectar el circuito de la Fig. 55 el cual muestra la conexión para lámparas de alta presión

Figura 55 Conexión lámparas de alta presión



2. Conectar el circuito de la Fig.56 en el cual se encuentra la conexión para lámparas de baja presión

Figura 56 Conexión lámparas de baja presión



13.4 INFORME

13.4-1 Objetivos

13.4-2 Elaborar la respectiva lista de materiales utilizados para cada uno de los circuitos.

13.4-3 Descripción o desarrollo de la práctica.

13.4-4 Evidencias visuales de la práctica.

13.4-5 Observaciones.

13.4-6 Conclusiones.

14. CONEXIÓN DEL MEDIDOR Y TABLERO DE DISTRIBUCION

14.1 OBJETIVOS

- Aprender las diferentes formas de conexión de los medidores eléctricos (monofásico, bifásico y trifásico).
- Obtener conocimiento acerca de cómo se le suministra alimentación desde la acometida hasta el tablero de distribución y por consiguiente energizar los circuitos ramales.

14.2 MARCO TEORICO

La siguiente información fue extraída de (7)

El medidor de energía, conocido también como contador, es un equipo que se emplea para medir la energía suministrada a los clientes. Aplicada una tarifa establecida por el Ente Regulador, posibilita a la Empresa realizar una facturación adecuada de la potencia y energía consumida.

Figura 57 Medidor eléctrico



En una instalación eléctrica, los tableros eléctricos son una de las partes principales. En los tableros eléctricos se encuentran los dispositivos de seguridad y los mecanismos de maniobra de dicha instalación.

Figura 58 Tablero de distribución de circuitos



Interruptores de seguridad en el tablero de distribución:

Existen dos tipos de interruptores de seguridad que debemos instalar en un tablero eléctrico, el interruptor termo magnético o disyuntor, y el interruptor diferencial.

Interruptor termo magnético posee un sistema magnético de respuesta rápida ante subidas abruptas en la corriente (cortocircuitos), y una protección térmica que se desconecta ante una subida de la corriente más lenta como una sobrecarga.

Se usa para proteger cada circuito de la instalación, y evita sobrecalentamientos en la instalación. Se requiere un interruptor por circuito.

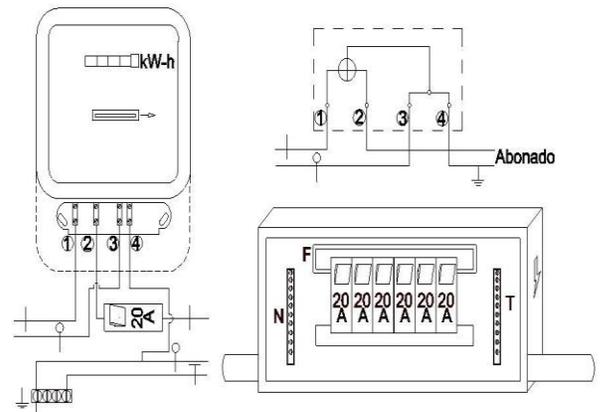
Interruptor diferencial es un elemento destinado a la protección de los usuarios, de contactos indirectos. Se instala en el tablero eléctrico, después del interruptor automático del circuito que se desea proteger, en general es para circuitos de tomacorrientes (enchufes).

Si sólo queremos instalar un interruptor diferencial, lo hacemos después del interruptor automático general

14.3 PROCEDIMIENTO

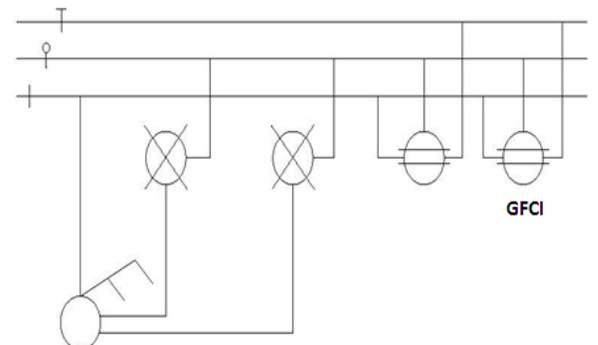
1. Conectar el circuito de la Fig.59

Figura 59 Conexión del medidor



2. Conectar el circuito de la Fig.60 el cual va alimentado desde el medidor y el tablero de distribución

Figura 60 Circuito para el funcionamiento del medidor y tablero de distribución



14.4 INFORME

14.4-1 Objetivos

14.4-2 Elaborar la respectiva lista de materiales utilizados para cada uno de los circuitos.

14.4-3 Descripción o desarrollo de la práctica.

14.4-4 Evidencias visuales de la práctica.

14.4-5 Observaciones.

14.4-6 Conclusiones.

15. MEDICION DE RESISTIVIDAD Y PUESTA A TIERRA

15.1 OBJETIVOS

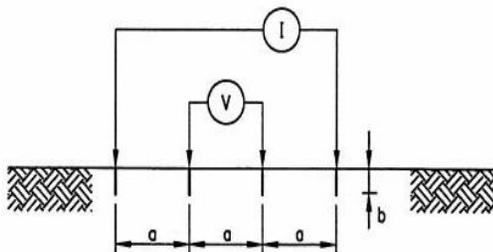
- Conocer el método por el cual se hacen las medidas de resistividad en un terreno para diseñar el STP (Sistema de Puesta a Tierra).
- Saber la importancia y ventajas de un STP.

15.2 MARCO TEORICO

Podemos definir una puesta a tierra como un conjunto de elementos metálicos (electrodos) que proporcionan un contacto eléctrico conductivo entre el medio en que se encuentran inmersos (terreno, en general) e instalaciones, equipos, estructuras metálicas, etc., que se encuentran instaladas fuera de este medio.

La medición de resistividad en general es un conjunto de conductores de un sistema eléctrico específico, que unen los equipos eléctricos con el suelo o terreno.

Figura 61 Esquema de medición de resistividad por el método Wenner



a = Distancia entre electrodos
 b = Profundidad entre electrodos
 R = Resistencia eléctrica medida en $\Omega = V/I$
 ρ = resistividad aparente del terreno

$$\rho = \frac{4\pi a R}{\left(1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}\right)}$$

PERO Si “b” es muy pequeño con respecto a “a” ($b \ll a$)

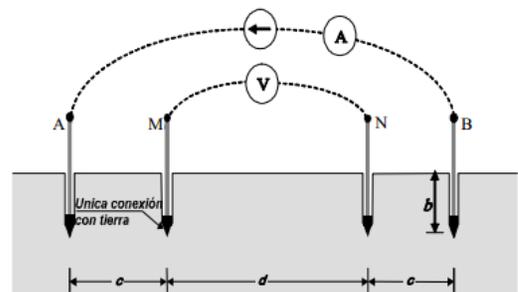
a = Distancia entre electrodos
 R = Resistencia eléctrica medida en $\Omega = V/I$
 ρ = resistividad aparente del terreno

$$\rho = 2\pi a R$$

Método de Schlumberger-Palmer

En este arreglo, al igual que en el de Wenner, los electrodos de emisión (corriente) y medición (tensión) están situados en línea recta, la variante de este arreglo radica en que la separación entre electrodos es, aunque simétrica, desigual para la correspondiente entre los electrodos de tensión y entre estos y los de corriente.

Figura 62 Método de Schlumberger-Palmer



El procedimiento para obtener el modelo del terreno, consiste en separar progresivamente los electrodos, alrededor de un punto central permanente, denominado punto de máxima exploración. La fórmula con la cual se calcula la resistividad aparente del terreno es:

$$\rho = \frac{\pi c(c + d)R}{d}$$

c: es la separación entre el electrodo de corriente y su correspondiente de tensión.

d: es la separación entre los electrodos de tensión.

15.2.1 METODOS DE MEDIDA DE RESISTIVIDAD

- Método de los dos puntos (Voltímetro-Amperímetro).
- Método de la caída de potencial.
- Método de la triangulación o de los tres puntos.
- Método de intersección curvas.
- Método de la pendiente.
- Método de los cuatro potenciales.
- Método estrella-triángulo.

Utilidad de la medición de resistividad

Conocer la resistividad del terreno es especialmente necesario para determinar el diseño de la conexión a tierra de instalaciones nuevas, y también es utilizado para la protección de equipos y seguridad del personal.

15.3 PROCEDIMIENTO

1. Nos ubicamos en el terreno donde se hace la medida se toma una línea de 30m de longitud se ubica en la mitad se ubican 4 electrodos distanciadas 1m cada una inicialmente para tomar la primera medida. Se utiliza el teluometro para inyectar corriente y tensión y así poder obtener el valor de la resistividad. Ahora se deben separar los electrodos 2m entre ellas para ello se separan los electrodos centrales 50cm y los externos 1.50 así quedara cada electrodo a 2m de distancias, este mismo procedimiento se hace para tomar 8 datos después de esto se hace lo mismo de forma horizontal al terreno para tomar otro 8 datos.

1m= 41.1Ω-metro

2m=23.2Ω-metro

3m=17.2Ω-metro

4m=12.7Ω-metro

5m=9.9Ω-metro

6m=7.3Ω-metro

7m=6.4Ω-metro

8m=5.5Ω-metro

15.4125

15.775

Ahora se toma las medidas desde el principio pero de forma vertical y el teluometro arroja los siguientes datos

1m=41.0Ω-metro

2m=24.1Ω-metro

3m=18.2Ω-metro

4m=14.1Ω-metro

5m=10.2Ω-metro

6m=7.7 Ω-metro

7m=6.1Ω-metro

8m=4.8Ω-metro

Para tener la medida de la resistencia se saca un promedio de todos los datos con todos los datos promediados daría las resistencia del terreno 15.59375 Ω -metro

Figura 63 Equipo para la medición de puesta a tierra



2. Realizar la soldadura de puesta a tierra.

15.4 INFORME

13.4-1 Objetivos

13.4-2 Elaborar la respectiva lista de materiales utilizados.

13.4-3 Descripción o desarrollo de la práctica.

13.4-4 Evidencias visuales de la práctica.

13.4-5 Observaciones.

13.4-6 Conclusiones.

16. PRACTICAS REALIZADAS

16.1 EMPALMES Y DOBLADO DE TUBERIA

Figura 64 Empalme por Derivación



Figura 65 Empalme por prolongación



Figura 66 Empalme por derivación 2



Figura 67 Empalme T anudada



Figura 68 Empalme T doblada



Figura 69 Empalme Western Unión



Figura 70 Empalme de cables en T



Figura 71 Empalme cola de rata



Figura 72 Empalme T doble



Figura 73 Empalme T doblada con cable y alambre



Figura 74 Material utilizado para el doblado de tubería



Figura 75 Calentamiento de la tubería



Figura 76 Tubería doblada



16.2 CONEXIÓN DE INTERRUPTOR SENCILLO, SALIDA DE FUERZA E INTERRUPTOR DOBLE

Figura 77 Conexión de la bombilla al interruptor sencillo



Figura 78 Salida de iluminación del interruptor sencillo



Figura 79 Conexión de dos bombillas a un interruptor sencillo

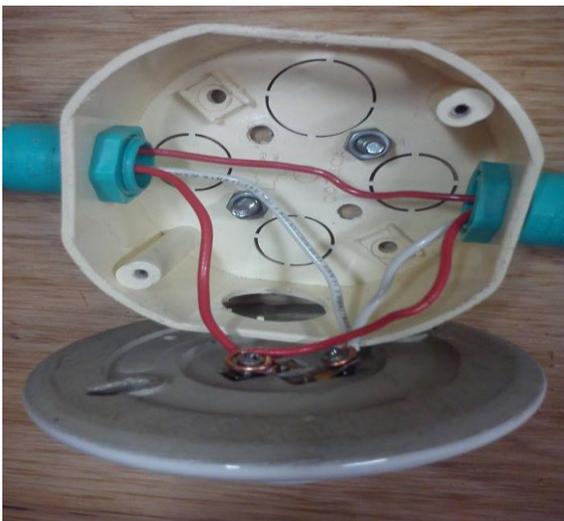


Figura 80 Salida de iluminación en paralelo del interruptor sencillo con dos bombillas en paralelo



Figura 81 Conexión primera bombilla al Interruptor doble

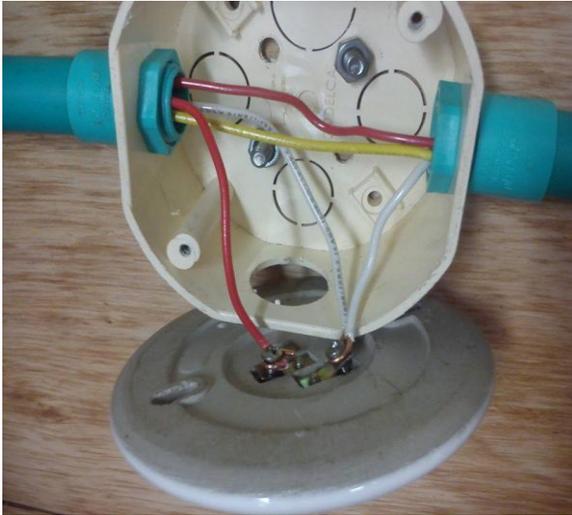


Figura 82 Primera salida de iluminación del interruptor doble con salida de fuerza

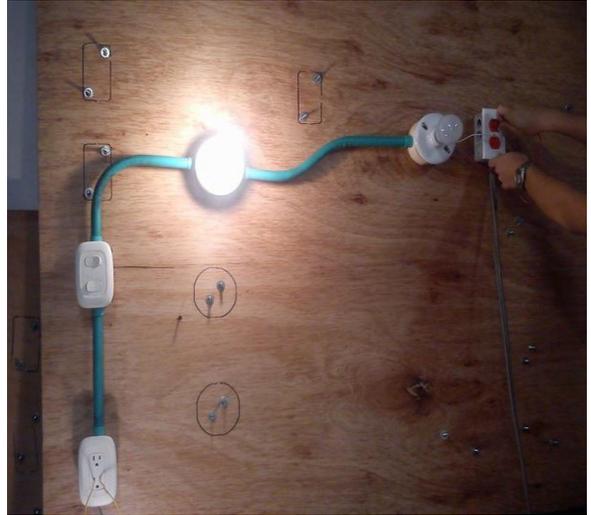


Figura 83 Conexión segunda bombilla al interruptor doble

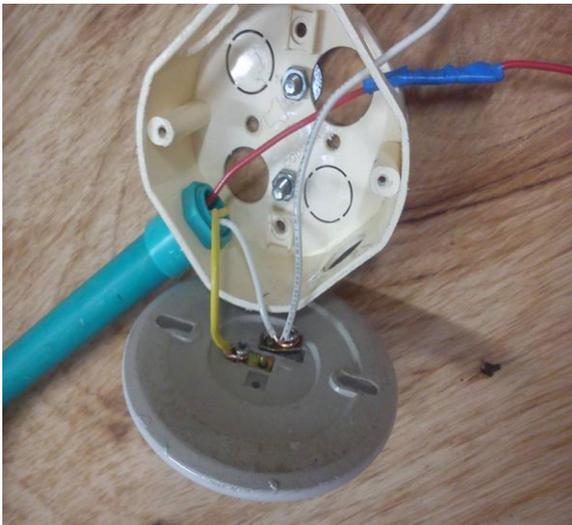


Figura 84 Conexión interruptor doble

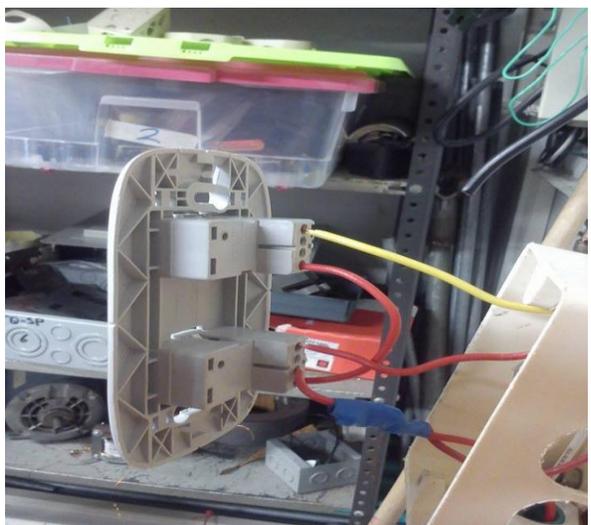


Figura 85 Conexión salida de fuerza

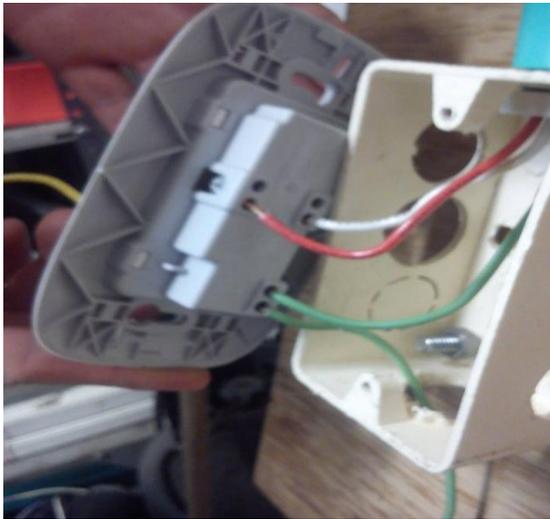
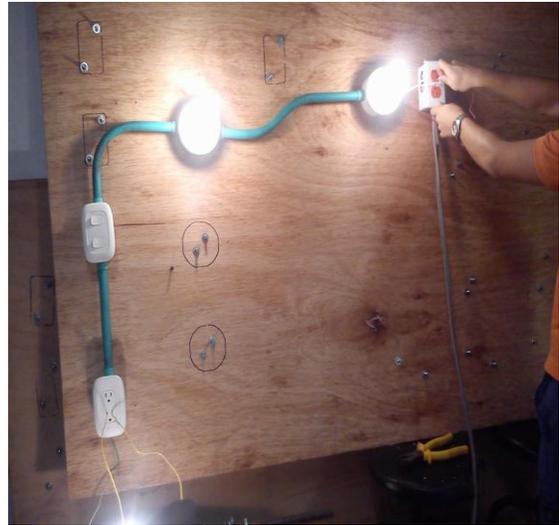


Figura 86 Salida de iluminación interruptor doble y circuito de fuerza



16.3 CONEXION DE INTERRUPTOR DE TRES VIAS CON DOS SALIDAS DE FUERZA E INTERRUPTOR TRIPLE

Figura 87 Conexión de salida de fuerza



Figura 88 Conexión del primer interruptor de tres vías

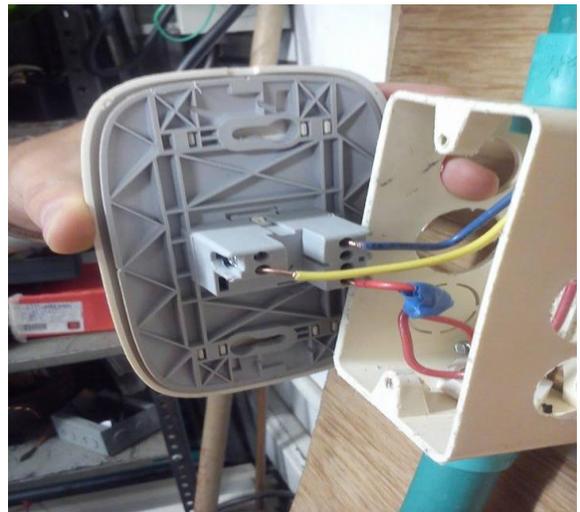


Figura 89 Conexión segundo interruptor de tres vías



Figura 90 Salida de iluminación del interruptor de tres vías

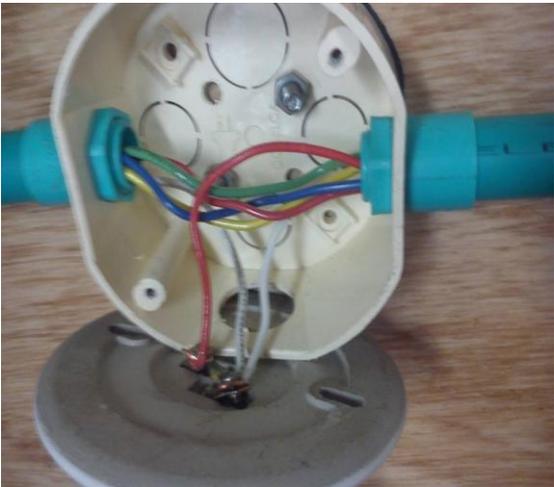
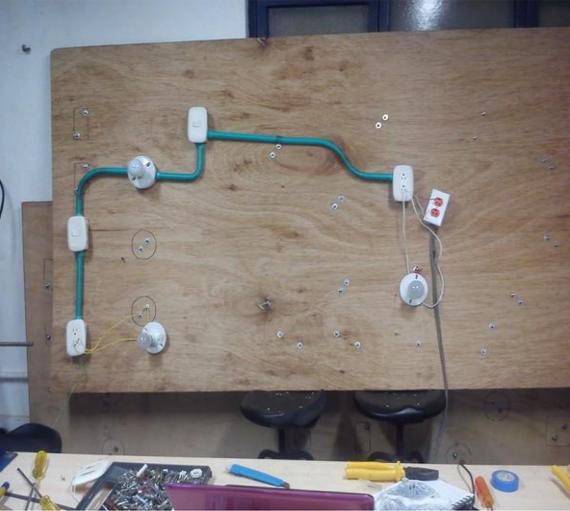


Figura 91 Salida de iluminación con el primer interruptor y salidas de fuerza



Figura 92 Salida de iluminación interruptor de tres vías y salidas de fuerza



Conexión de tres bombillas controladas por un interruptor triple

Figura 93 Conexión interruptor triple

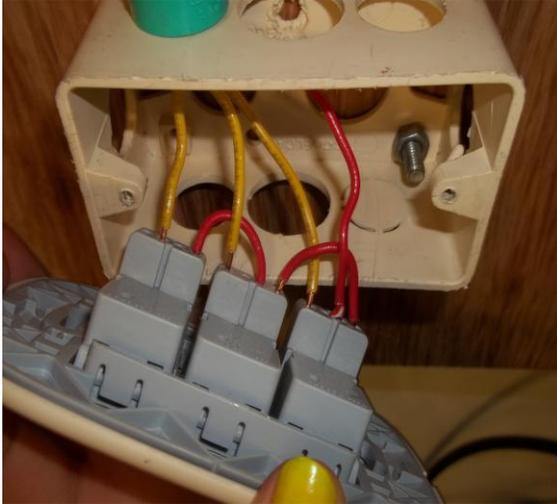


Figura 94 Conexión salida de iluminación

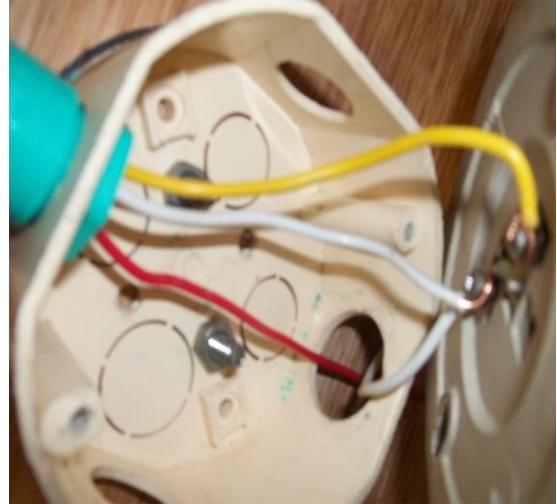


Figura 95 Salida de iluminación primer interruptor



Figura 96 Salidas de iluminación primer y segundo interruptor

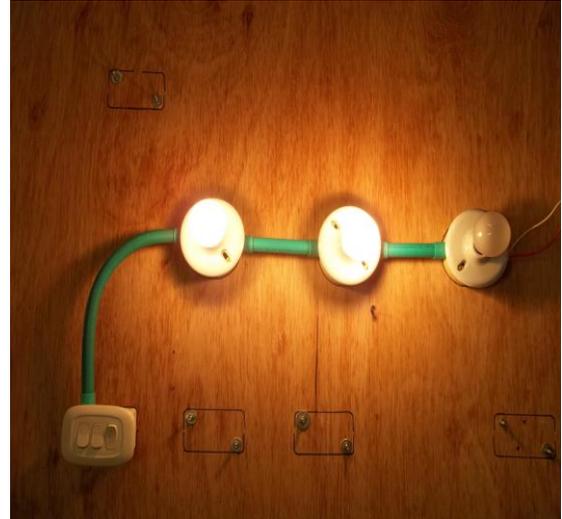


Figura 97 Salidas de iluminación de los tres interruptores



Figura 98 Salida de iluminación primero y tercero interruptor

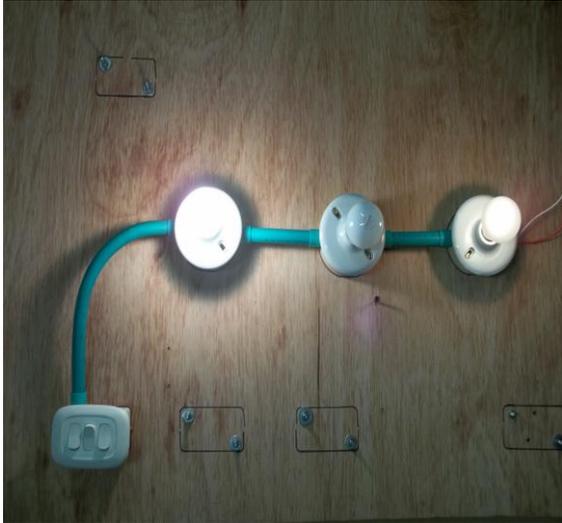
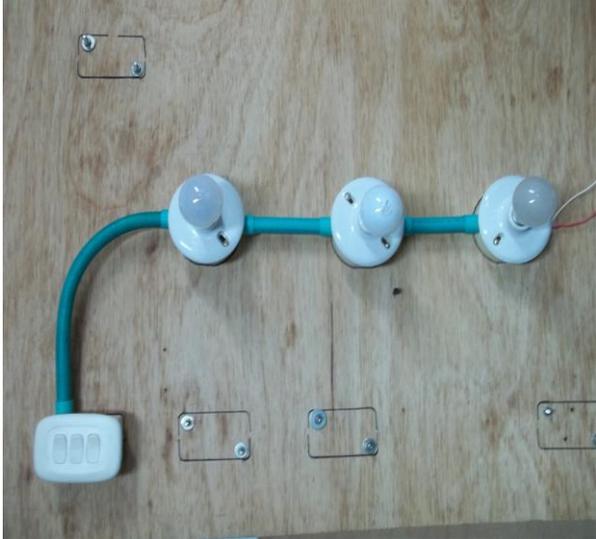


Figura 99 Salidas de iluminación interruptor triple



16.4 CONEXIÓN DE INTERRUPTOR DE CUATRO VIAS CON INTERRUPTOR DE TRES VIAS

Conexión para encender una bombilla de tres lugares

Figura 100 Conexión interruptor de cuatro vías

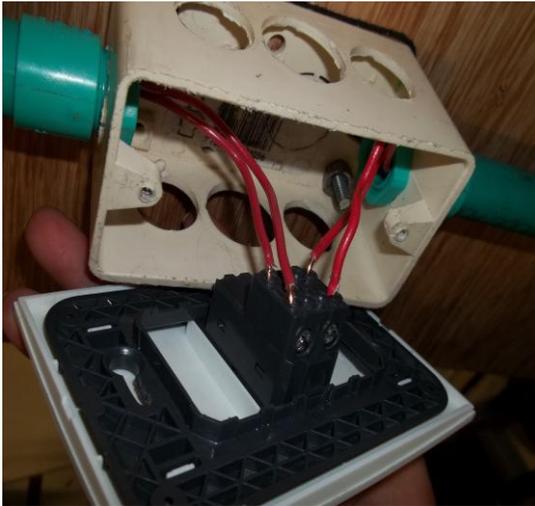


Figura 101 Conexión primer interruptor de tres vías

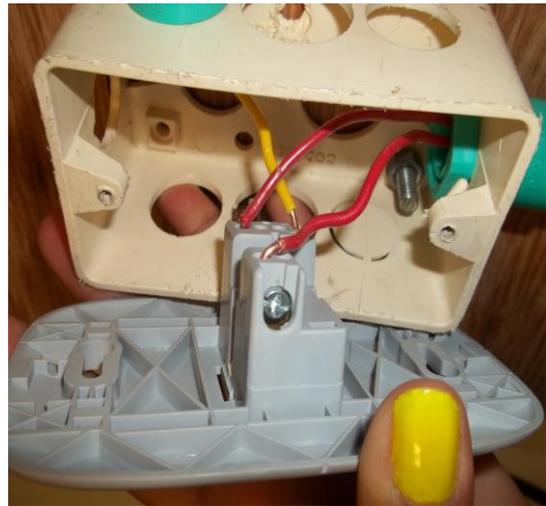


Figura 102 Conexión segundo interruptor de tres vías

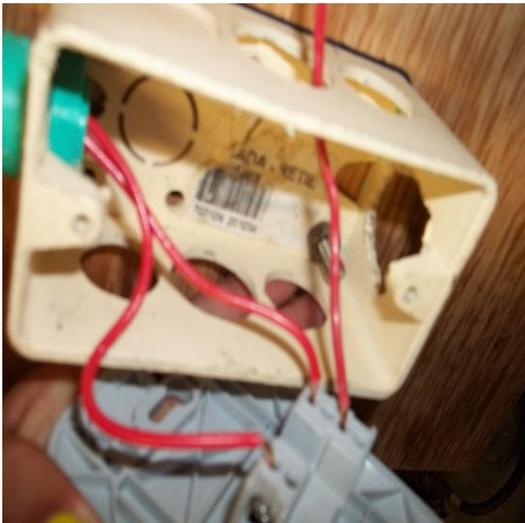


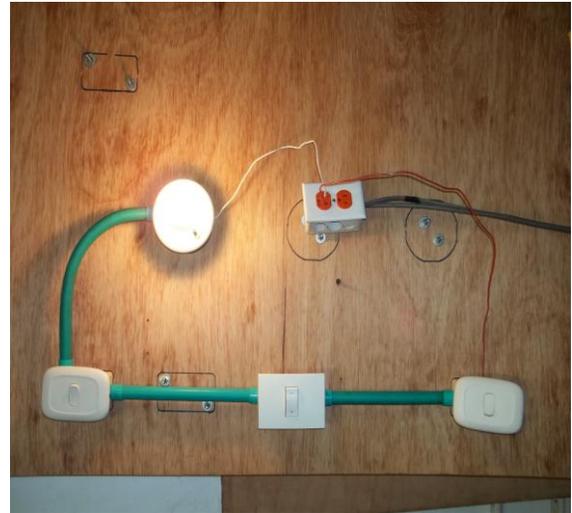
Figura 103 Conexión salida de iluminación



Figura 104 Salida de iluminación



Figura 105 Salida de iluminación controlada por el primer interruptor de tres vías



Conexión para encender una bombilla de cuatro lugares

Figura 106 Conexión interruptor de cuatro vías



Figura 107 Conexión primer interruptor de tres vías

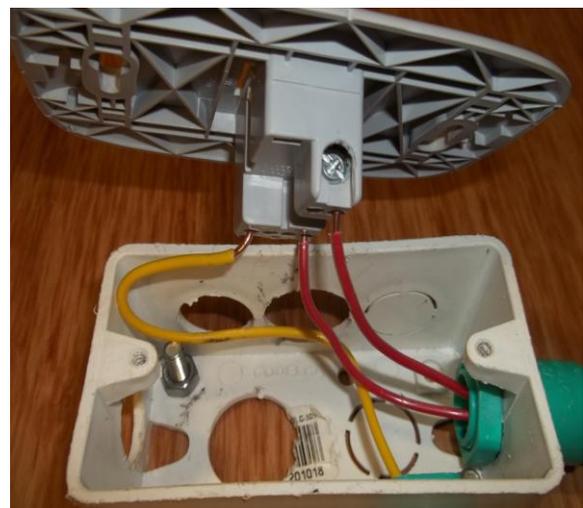


Figura 108 Conexión segundo encender desde cuatro lugares

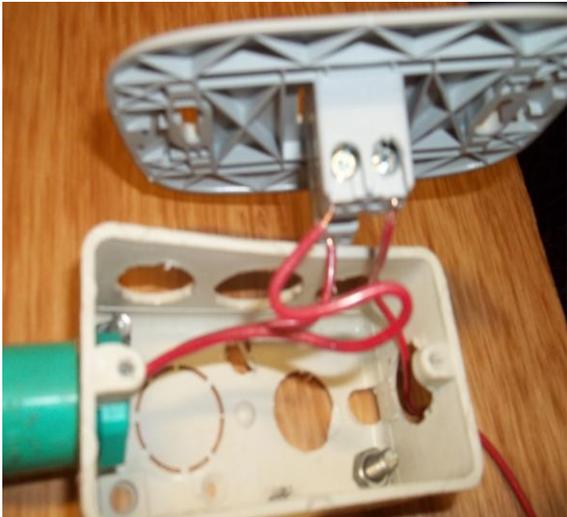


Figura 109 Salida de iluminación interruptor de tres vías

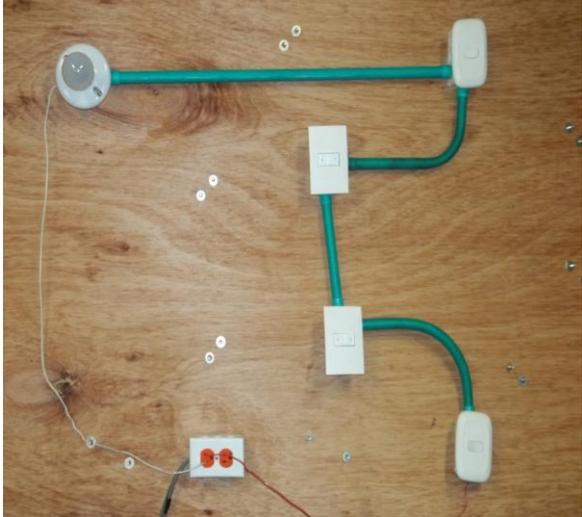
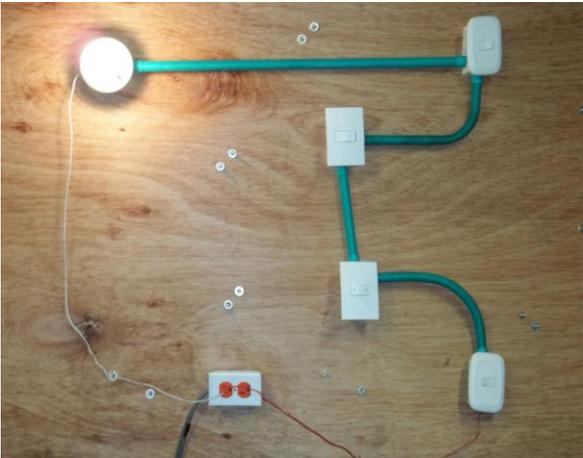


Figura 110 Salida de iluminación



16.5 CONEXIÓN DE SALIDAS DE FUERZA(TOMACORRIENTE SENCILLO Y GFCI)

Figura 111 Conexión primer tomacorriente

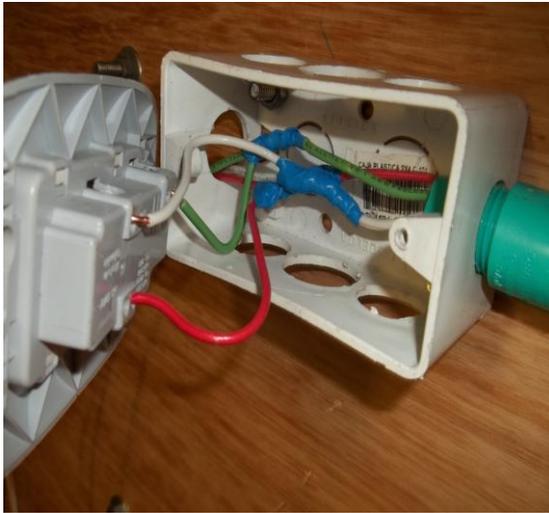


Figura 112 Conexión del tomacorriente GFCI



Figura 113 Salida de fuerza con GFCI activado

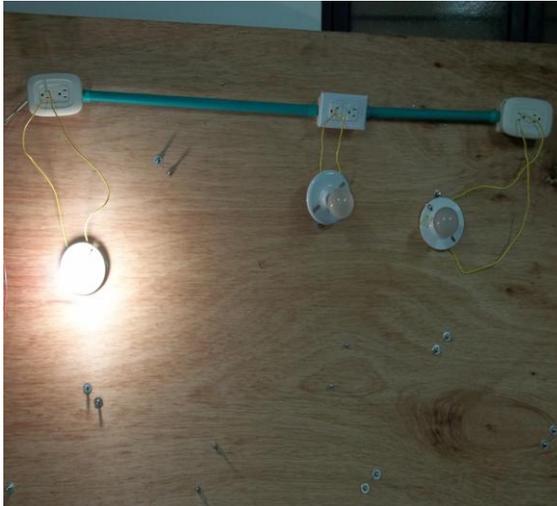


Figura 114 Salida de fuerza sin GFCI

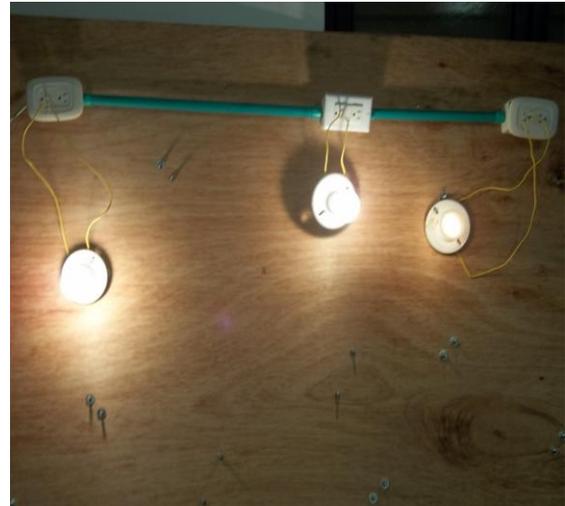
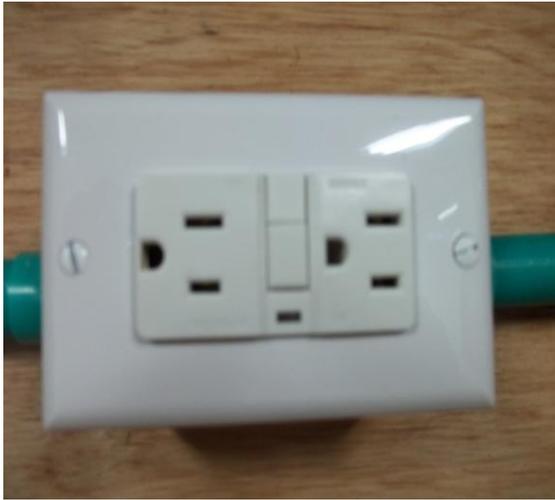


Figura 115 Tomacorriente GFCI

Figura 116 Salidas de fuerza



16.6 CONEXIÓN DE LAMPARAS DE SODIO DE BAJA Y ALTA PRESION

Figura 117 Implementos necesarios para realizar la conexión de las lámparas de alta y baja presión

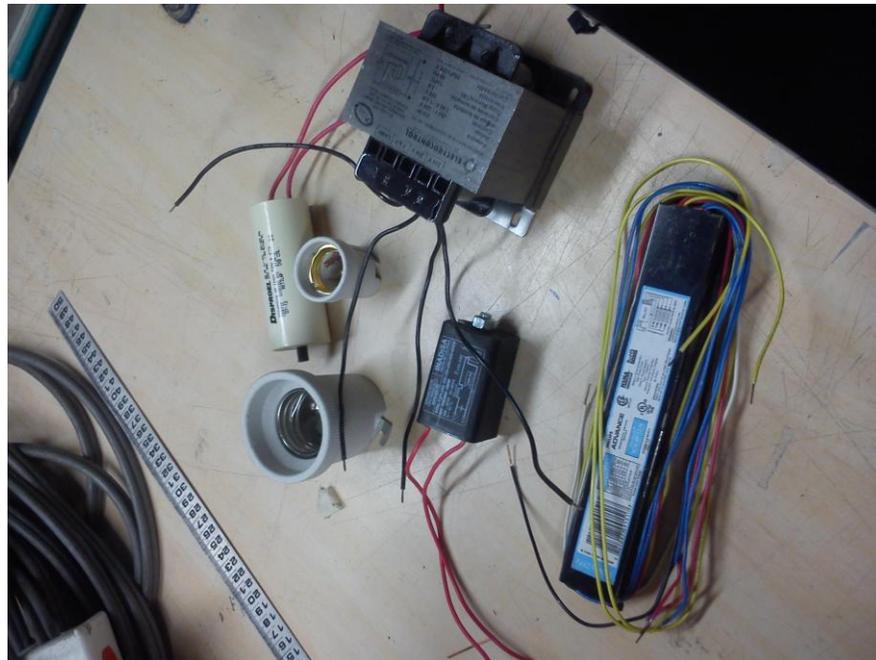


Figura 118 Lámparas de alta presión 250W y 400W



Figura 119 Conexión lámpara de 250W de alta presión

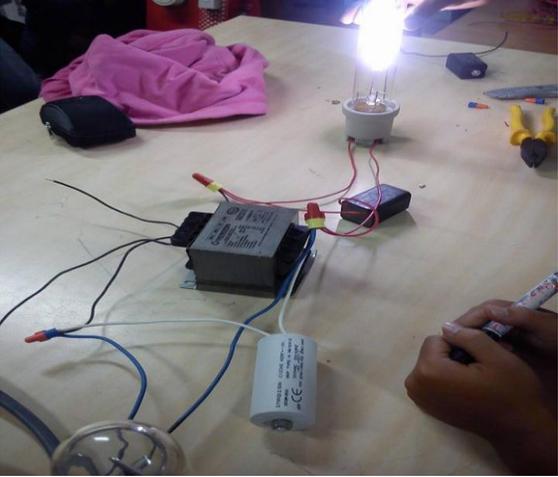


Figura 120 Lámpara de 250W alta presión



Figura 121 Lámpara 250W alta presión

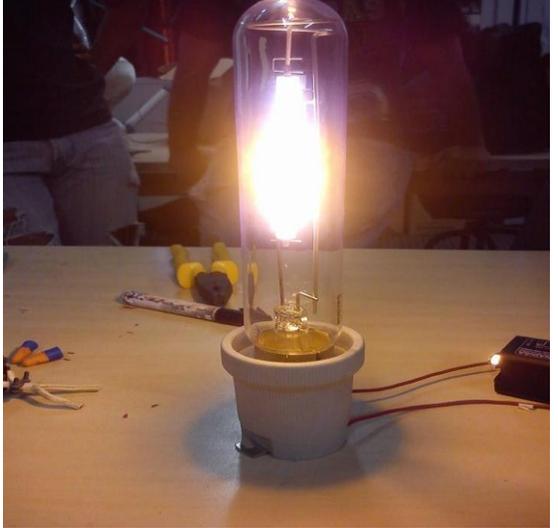


Figura 122 Conexión lámpara de 400W de alta presión

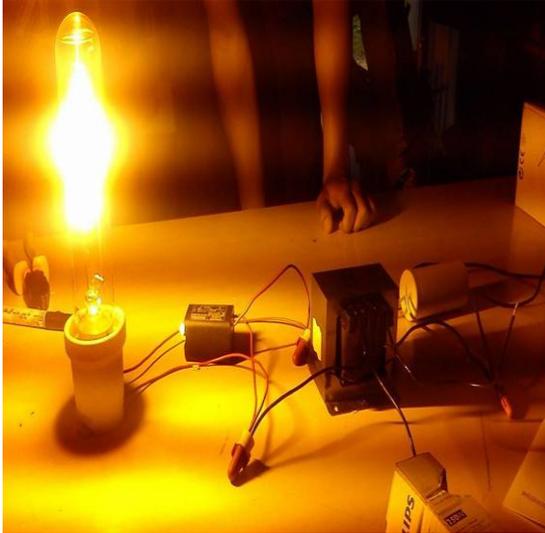


Figura 123 Lámpara de alta presión metalhalide 400W



Figura 124 Conexión lámpara de 400W alta presión metalhalide

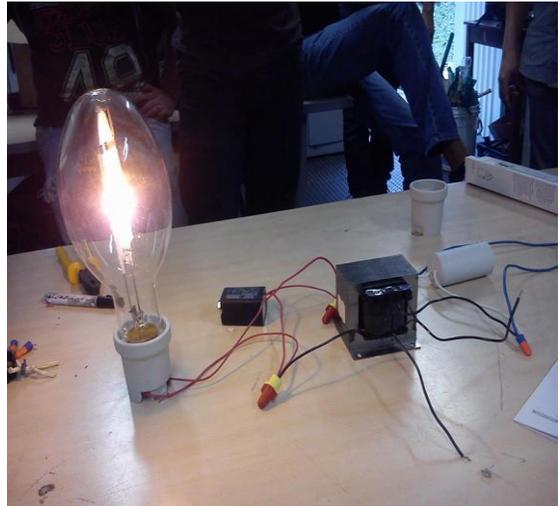


Figura 125 Lámpara de alta presión

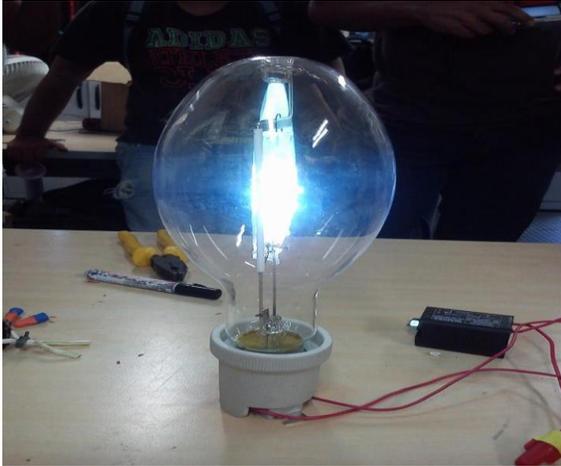


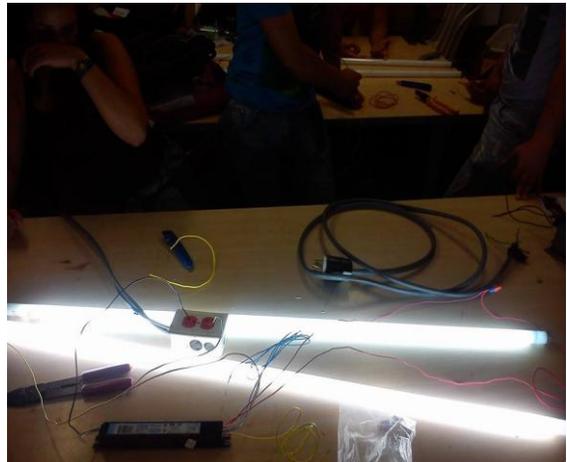
Figura 126 Lámpara 400 W alta presión metalhalide



Figura 127 Balastro electrónico para lámparas de baja presión



Figura 128 Lámparas de baja presión tubulares (fluorescentes)



16.7 CONEXIÓN DEL MEDIDOR Y CAJA DE DISTRIBUCION

Figura 129 Conexión del medidor



Figura 130 Conexión caja de distribución

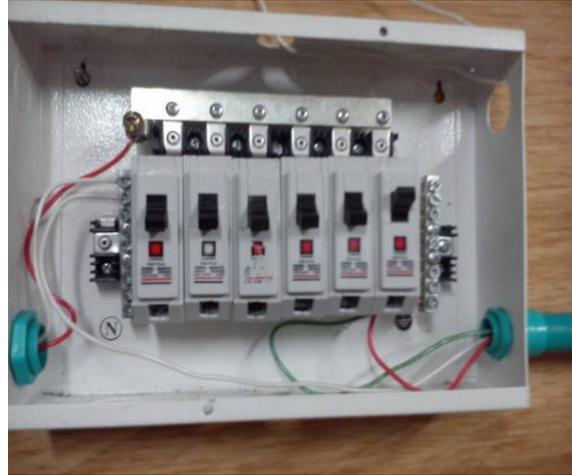


Figura 131 Circuito con salidas de iluminación

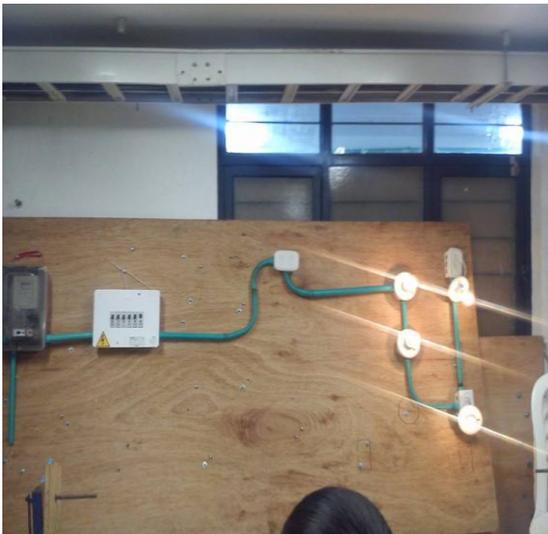
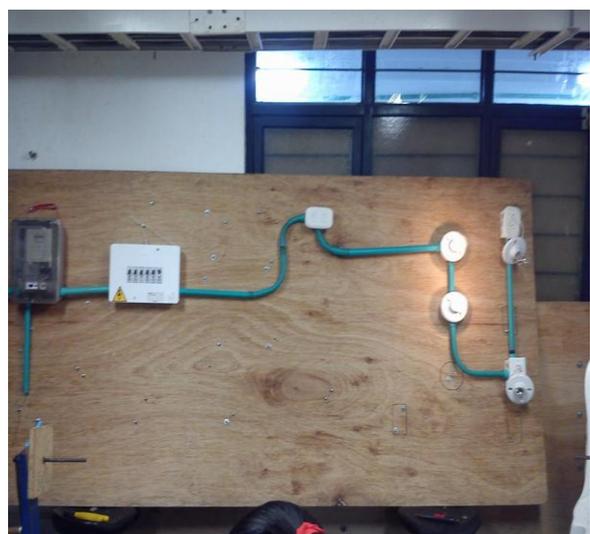


Figura 132 Circuito salidas de fuerza e iluminación



16.8 SOLDADURA DE PUESTA A TIERRA

Figura 133 Soldadura



Figura 134 Pólvora



Figura 135 Conductor soldado



17. REQUISITOS Y TRÁMITES PARA LA APROBACIÓN DE PLANOS

La siguiente información fue extraída de (3)

En acatamiento al RETIE (Capítulo II), para toda instalación eléctrica será obligatorio que actividades tales como las de diseño, dirección, construcción, supervisión, recepción, operación, mantenimiento e inspección, sean realizadas por personal calificado con matrícula profesional vigente que lo autorice para ejercer dicha actividad.

Antes de elaborar un diseño es necesario realizar el siguiente procedimiento y cumplir con los requisitos que se dan:

17.1 Solicitud de factibilidad.

Se debe pedir, como requisito inicial y obligatorio, la correspondiente disponibilidad de servicio y para ello se presentarán ante la División de Control de Expansión de la EEP S.A. E.S.P. o quien haga sus veces, los siguientes documentos, ciñéndose la Empresa a la Resolución CREG 070/98 ó Código de Distribución y sus modificaciones:

- Formato de solicitud de factibilidad completamente diligenciado y firmado, el cual se puede pedir en la División mencionada.
- Recibo de caja por el valor correspondiente a la solicitud de factibilidad, según
- Resolución de Gerencia No. 301 de octubre 18 de 2005 ó aquella que la modifique y/o reemplace.

17.2 Aprobación de proyectos.

Una vez aceptada la factibilidad del servicio, se presentarán los diseños eléctricos correspondientes al proyecto en trámite acompañados de:

- Dos copias de las memorias de cálculo.
- Dos copias de los planos eléctricos. Si el proyecto incluye alumbrado público, las copias deben venir con el visto bueno del concesionario del alumbrado público de Pereira, en la actualidad ENELAR.
- Carta mediante la cual el propietario del proyecto autoriza al ingeniero que firma los planos a presentar, en su nombre, los cálculos y diseños respectivos.
- Carta de responsabilidad del ingeniero en lo relativo a los cálculos y diseños y su acatamiento al RETIE.
- Recibo de caja por el valor correspondiente a la aprobación de planos, según

Resolución de Gerencia No. 301 de octubre 18 de 2005 ó aquella que la modifique y/o reemplace.

18. Bibliografía

1. Cardona, Daniel. ECURED. *ECURED*. [En línea] 14 de 05 de 2013. http://www.ecured.cu/index.php/Interrupcion_de_tres_v%C3%ADas.
2. Portal electricos. [En línea] <http://www.portalelectricos.com/cursos/electricidad/interconmuta4v.php>.
3. RETIE. *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas*. PEREIRA : s.n., 2013.
4. Protección en el Hogar ,Tomas de corriente con protección GFCI. [En línea] Schneider Electric, Septiembre de 2010. <http://www.programacasasegura.org/mx/wp-content/uploads/2010/09/Tomas-de-corriente-con-GFCI.pdf>.
5. Cefire. CEFIRE. [En línea] <http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd>>.
http://cefire.edu.gva.es/pluginfile.php/199806/mod_resource/content/0/contenidos/009/luminotecnia/31__tipos_de_lmparas.html.
6. casero, Bricolaje. Bricolaje casero. [En línea] 2007-2014. [Citado el: 22 de Noviembre de 2014.] <http://www.bricolajecasero.com/electricidad/tablero-electrico.php>.
7. Mad, Max. Yahoo respuestas. [En línea] 2009. [Citado el: 06 de 05 de 2014.] <https://ar.answers.yahoo.com/question/index?qid=20090715131101AAQ2VG6>.
8. Roa, Edwin. Diccionario electrico. [En línea] Instituto Tecnico Superior Industrial,

19. ANEXO

19.1 INVENTARIO TALLER ELECTRICO

Tabla 4 Inventario Armario # 1

ARMARIO #1	
BREAKERS 15A	4
BREAKERS 20A	14
BREAKERS 30A	2
BREAKERS 50A	6
BREAKERS TRIFASICO 100A	1
BREAKERS TRIFASICO 70A	1
BROCA 1/2	1
BROCA 1/4	4
BROCA 1/8	2
BROCA 3/8	2
BROCA 5/16	3
CAJA DE HERRAMIENTA BRISTOL	1
DETECTOR DE TENSION	2
DIMMER	2
GUARDA MOTOR	5
GUANTES DE CARNAZA	4
LAMPARA 250/637E40	1
LAMPARA 400W TIPO BALA	1
LAMPARA DE 250W TIPO BALA	1
LAMPARA DE 400W/640	1
LAMPARA DE 70W	1
MANGO PARA SEGUETA	2
MEGOMETRO DIGITAL	1
MOLDE SOLDADOR	3
MULTIMETRO DIGITAL	1
PALANCAS DE HIERRO	4
PINZA VOLTIAMPERIMETRICA	1
PISTOLA SOLDADORA	3
PLAFON PARA LAMPARA 250W	2
PLAFON PARA LAMPARA 400W	2
PUSH BOTON	13

SONDA DE NAYLON	1
RESISTENCIAS 1800W (ESTUFA)	5
TERMAL OVERLOAD RELAY	21
CONTACTOR	1
CONECTORES DE DERIVACION DELTADO	3
TERMINAL	3
BALASTOS ELECTRONICOS	2
CHAZOS DE PRECISION (BOLSA)	1
CHOZOS DE EXPACION (BOLSA)	1

Tabla 5 Inventario Armario # 2

ARMARIO #2	
CAPACITOR 650000MICROFARADIOS	1
MOTOR 1200RPM	3
MOTOR 1800RPM	6
MOTOR STARTER	3
ROLLO DE ALAMBRE AMARILLO #14 AWG	4
ROLLO DE ALAMBRE AZUL #14 AWG	6
ROLLO DE ALAMBRE BLANCO #14 AWG	5
ROLLO DE ALAMBRE ROJO #14AWG	8
ROLLO DE ALAMBRE VERDE #14 AWG	5
ROLLO DE CLABLE NEGRO #12 AWG	1
ROLLO DE CLABLE ROJO #14 AWG	1
TENSIONADOR DE CABLE	1
VARIADOR DE VELOCIDAD 0.37KW	3
VARIADOR DE VELOCIDAD 1.5KW	1
VARILLAS COOPERWELL	3

Tabla 6 Inventario Armario # 3

ARMARIO #3	
BOMBILLAS 100W	23
BOMBILLAS 60W	14
ROLLO DE ALAMBRE AMARILLO #14 AWG	1
ROLLO DE ALAMBRE AZUL #14 AWG	1
ROLLO DE ALAMBRE BLANCO #14 AWG	3
ROLLO DE CABLE AMARILLO #14 AWG	1

TRANSFORMADOR 110/220V	15
ROLLOS PARA PUESTA A TIERRA	1
CABLE UTP RED	11
CABLES UTP GRIS	12

Tabla 7 Inventario Armario # 4

ARMARIO #4	
ALICATES	13
BISTURI	8
CAUTIN	21
CINTA AISLANTE NEGRA EN CAJA	3
CORTAFRIO	2
COTADOR DE LAMINA	18
DESTORNILLADORES DE ESTRELLA	30
DESTORNILLADORES DE PALA	2
ENCENDEDOR DE CHISPA	6
ENTRADA PARA TELEFONIA	1
EXTRACTOR	7
HOJAS DE CEGUETA	1
HOMBRE SOLO	12
INTERRUPTOR LEVINTON	1
MARTILLO DE CAUCHO	3
MARTILLOS	2
PELACABLE	2
PINZAS	2
POLVORA EN CAJA	9
ROLLO DE SOLDADURA	23
ROLO DE CINTA AISLANTE DE COLORES	14
SWICHT CONMUTABLES DOBLES	11
SWICHT CUATRO VIAS	11
SWICHT DOBLE SENCILLO	18
SWICHT SENCILLO	24
SWICHT SENCILLO CONMUTABLE	9
SWICHT SENCILLO TRIPLE	1
SWICHT TRIPLE	3
TAPA PARA SWICHT	2
TAPA PARA SWICHT DOBLE	16
TAPA PARA SWICHT LEVINTON	38

TAPA PARA TOMACORRIENTE DOBLE	48
TAPA PARA TOMACORRIENTE DOBLE	2
TAPAS PARA SALIDAS TELEFONICAS	5
TAPAS PARA TOMACORRIENTE BIFASICO	15
TAPAS PAVCO Y CODELGA	6
TIMBRES	16
TOMACORRIENTE CON TAPA	19
TOMACORRIENTE GFCI	39
TOMACORRIENTE SIN TAPA	4
TOMACORRIENTE TRIFASICOS	6
TV SALIDA	7
CODOS DE 90° DE ILUMINACION	4

Tabla 8 Inventario Caja Plástica -# 1

CAJA PLASTICA # 1 (VARIOS)	
ACEITE 3 EN 1	1
AEROSOL DE LUBRICANTE	200
ARANDELA 1/4	36
ARANDELA DE 3/8	36
CHASOS	2
CLAVIJAS BIFASICAS CON PUESTA A TIERRA	90
CONECTOR DE ALAMBRE	26
CONECTOR PARA COBRE	1
DISCO DE PULIDORA	1
GAFAS INDUSTRIALES	7
GUANTE TIPO CUERO	6
GUANTES AISLADORES 1000V	4
GUANTES NAILON	100
STAVOL 5/8 CAJA	200
TORNILLO GOLOSO PARA MADERA	48
TORNILLO 1/4	20

Tabla 9 Inventario Caja Plástica # 2

CAJA PLASTICA # 2 (STANLEY)	
ALICATES	2
BISTURI	3
BROCAS DE 1/4 6.4MM	6
DECAMETRO	5
DESTORNILLADOR DE ESTRIA	8
DESTORNILLADOR DE ESTRIA PEQUEÑO	2
DESTORNILLADOR DE PALA	2
DESTORNILLADOR DE PALA PEQUEÑO	2
SEGUETAS	2

Tabla 10 Inventario Caja Plástica # 3

CAJA PLASTICA #3	
CAJA PARA TOM 40MM DEXON	28

Tabla 11 Inventario Caja Plástica # 4

CAJA PLASTICA #4	
PLAFONES	36

Tabla 12 Inventario Caja Plástica # 5

CAJA PLASTICA #5	
ADAPTADOR MACHO DOS PULGADAS	36
ADAPTADOR MACHO PULGADA Y MEDIA	8
ADAPTADORES MACHOS 3/4"	110
ADAPTADORES MACHOS DE 1"	127
CAJAS DE 2X4	38

Tabla 13 Inventario Caja Platica # 6

CAJA PLASTICA #6	
CAJA 4X4	13
CAJA OCTAGONAL	42

Tabla 14 Inventario Estanteria

ESTANTERIA	
CAUCHO PARA DOBLAR TUBERIA PVC 2"	3
CAUCHO PARA DOBLAR TUBERIA PVC 3/4"	54
CAUCHO PARA DOBLAR TUBERIA PVC 1/2"	2
CAJAS METALICAS	3
ROLLOS DE CABLE #14 AWG	4
ROLLOS DE COBRE #14 AWG	4
ROLLOS DE COBRE #16 AWG	3
ROLLOS DE COBRE #18 AWG	5
ROLLOS DE COBRE #20 AWG	4
ROLLOS DE COBRE #22 AWG	3
ROLLOS DE COBRE #24 AWG	4
ROLLOS DE COBRE #26 AWG	5
MOTORES TRIFASICOS	2
CONTADORES TRIFASICOS	3
CONTADORES MONOFASICOS BIFILAR	6
CONTADOR DE POTENCIA ACTIVA TRIFILAR	1
REGULADOR DE TENSION	3
FUSIBLES DE MEDIA TENSION	3
CAJAS DE DISTRIBUCIO	2
TABLERO	1
CABLE DE PUESTA A TIERRA	1
CABLE DUPLEX #22 AWG	1
CABLE TRIFASICO	1