

Capítulo 9

Instalaciones eléctricas

1 – INTRODUCCIÓN

La introducción del libro de Ubal en este capítulo versa –o mejor dicho expone– sobre el esquema del sistema de distribución de energía eléctrica de Córdoba, haciendo referencia a una que otra estación o subestación transformadora. Lo único destacable es decir que en nuestro país, las redes de baja tensión son tetrafilares (fases **R**, **S** y **T** y un neutro **N**). En donde entre cada una de las fases hay **380 V** y entre cualquiera de éstas fases y el neutro hay **220 V**.

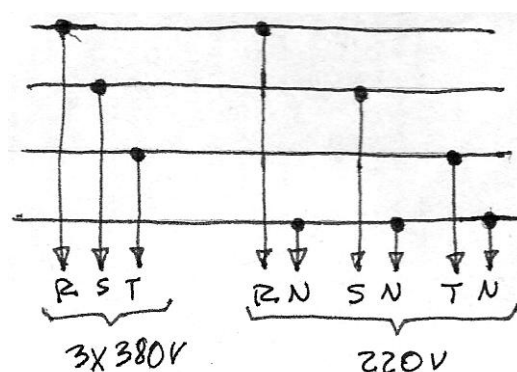


Figura 1-1: Sistema de alimentación tetrafilar, obtención de tensiones tri y monofásicas.

2 – INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES

En las zonas pobladas de las ciudades se emplea, para transportar electricidad, la distribución aérea tetrafilar, que puede ser de dos tipos: preensamblado (conductores aislados y trenzados entre sí) o los conductores al aire (los conductores no están aislados pero sí separados entre sí) sostenidos a postes de madera u hormigón.

En los barrios, los conductores parten desde éstas líneas (llamada línea municipal) hasta un caño (bajadas) a cada vivienda y de ahí a un medidor para ingresar después a la propiedad privada. En el cen-

tro, en cambio, la línea municipal corre bajo tierra (aquí por lo general se usan cables preensamblados) y de ella se conectan derivaciones, las cuales podemos ver en la figura, para poder ingresar a la propiedad, previo paso por la pared del edificio y por el medidor y fusibles, los cuales deben ser accesibles desde la calle.

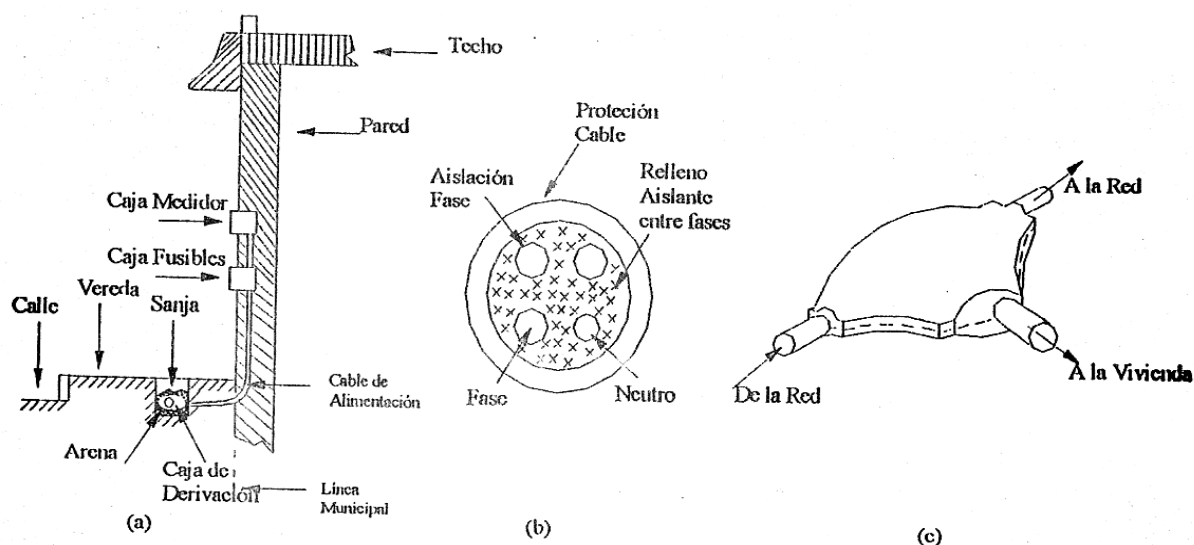


Figura 2-1: a) Instalación en el centro, b) cable preensamblado y c) derivación.

Después de los fusibles viene la instalación eléctrica propiamente dicha y que es objeto de este capítulo. En la figura podemos ver la representación gráfica y unifilar de lo descrito anteriormente. A partir de este punto la línea se bifurca en los denominados «circuitos de una instalación», que no son otra cosa que derivaciones (cada una con protecciones) hechas en la propia vivienda para evitar que el resto de los circuitos se quede sin energía cuando en uno se produzca una falla.

Los conductores dentro de la vivienda corren dentro de caños (de chapa o de plástico corrugado) que están embutidos en la pared. El neutro de la instalación por lo general es puesto para cerrar el circuito y la fase (mal llamada «positivo» en instalaciones eléctricas) es usada para conectar en ella los interruptores.

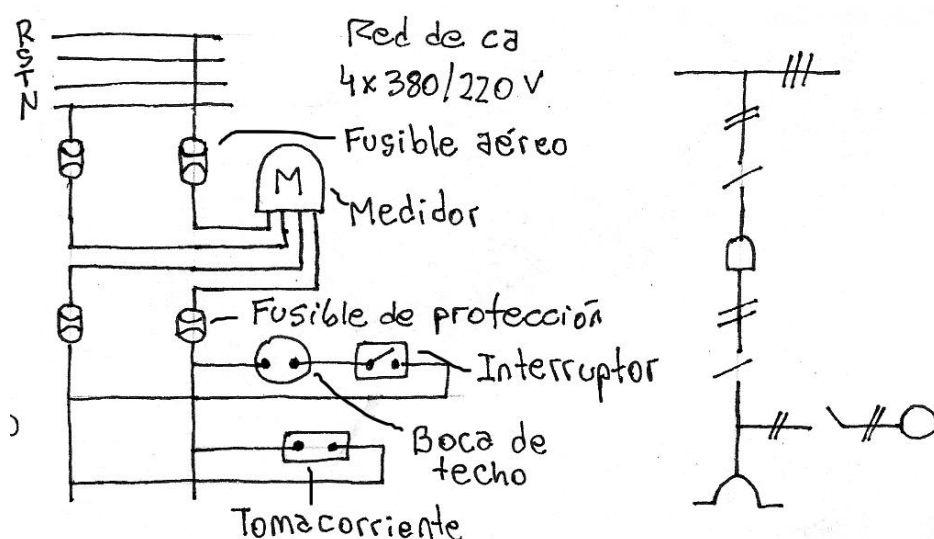


Figura 2-2: Dibujo esquemático y unifilar para una instalación en una vivienda.

Los planos de una instalación eléctrica no usan perspectivas pero deben ser lo suficientemente claros para la perfecta ejecución de la obra. Los caños anteriormente descritos, son dibujados en el plano como líneas rectas que unen dos elementos de la instalación (como por ejemplo un interruptor y una lámpara) y es el instalador quien debe decidir el mejor camino que deben seguir los caños. El caño que lleva desde el medidor hasta el tablero principal debe ir con línea de puntos.

2.1 – Instalación eléctrica elemental de fuerza motriz

Es el tipo de instalación que acciona un motor o carga trifásica (por lo general motores trifásicos asíncronos usados como bombas, para ascensores, etc.) El esquema elemental es presentado en la [Figura 2-3](#), donde vemos que los conductores partes de la red trifásica pasando por los fusibles aéreos, el medidor, interruptor principal y los fusibles de protección, que al igual que los aéreos, llevan uno por cada fase. Desde estos fusibles los conductores parten hacia el sistema de arranque y de ahí al motor trifásico.

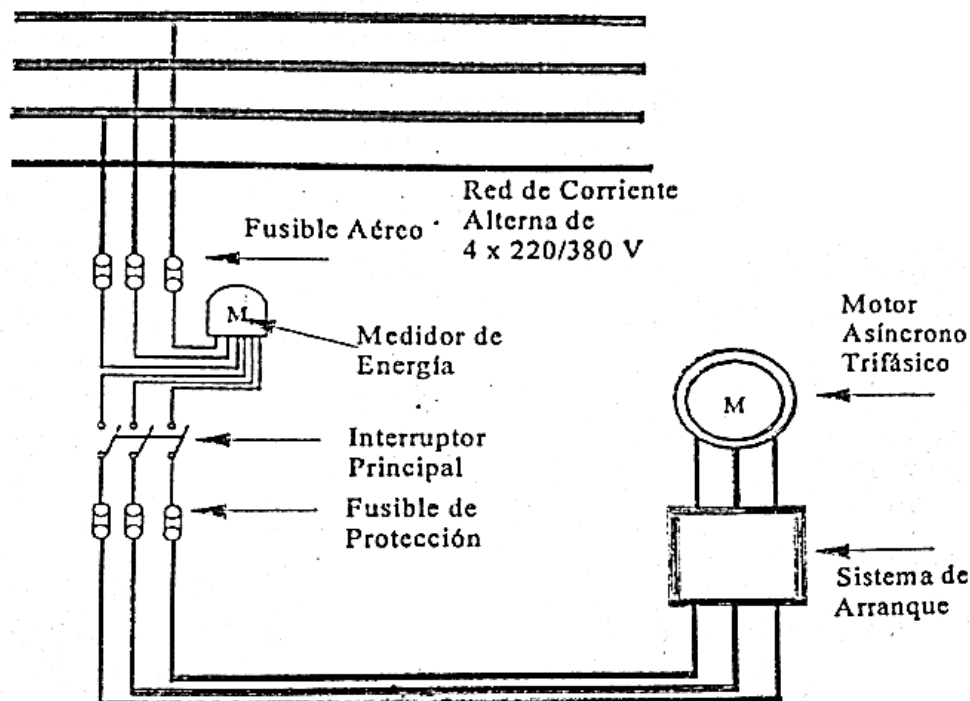


Figura 2-3: Esquema elemental de una instalación de una fuerza motriz.

En la [Figura 2-4](#) vemos los bornes del motor trifásico y cómo conectar los mismos para lograr una conexión estrella y triángulo, y en esta última, cómo hacer para lograr que se invierta el sentido de giro del motor.

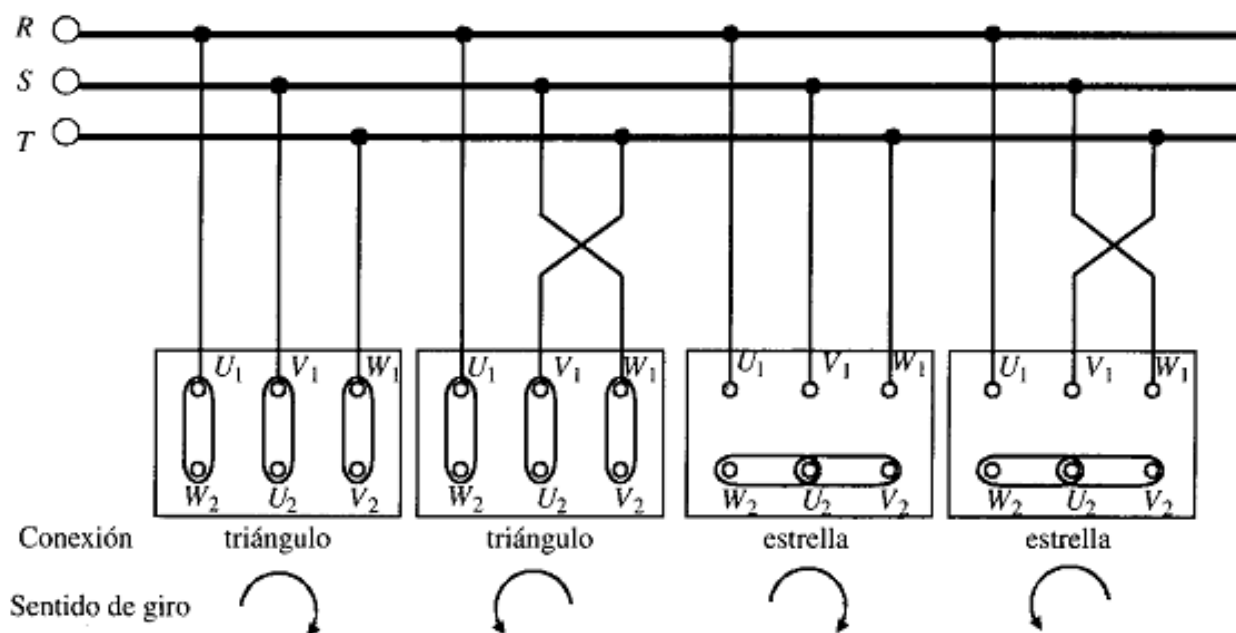


Figura 2-4: Esquema de las conexiones posibles de un motor trifásico.

3 – PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN

Para la ejecución de una instalación eléctrica debemos tener en cuenta dos cosas: material para la obra y su costo total. Siendo ésta última un importante limitante.

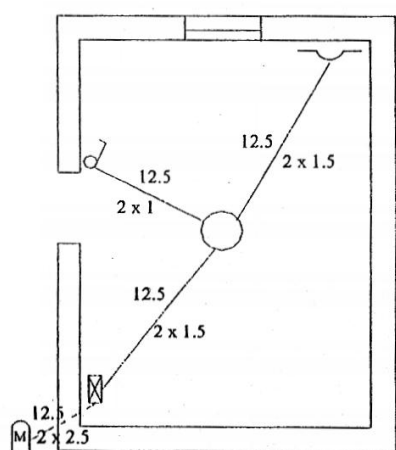
Con respecto a la cantidad de bocas y tomas que deben hacerse, ésta dependerá de si la obra es pequeña o grande, o bien si la vivienda es lujosa o no. Para instalaciones en edificios grandes podemos recurrir a la luminotecnia para establecer la cantidad y distribución de la cantidad de elementos destinados a la iluminación.

3.1 – Para una vivienda

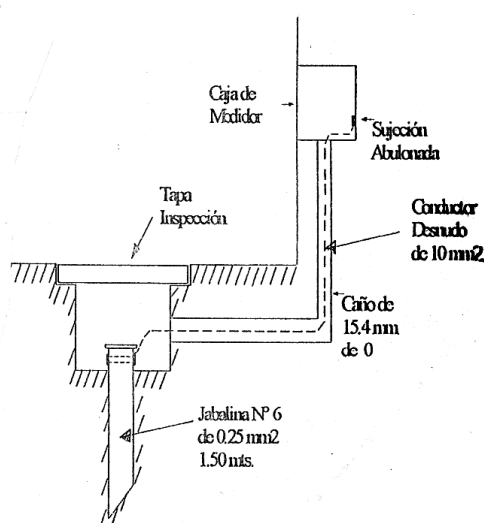
Para comenzar el proyecto de instalación en una vivienda basta con tener los planos de la misma. Ejecutados éstos según las normas vigentes. Debemos tener una idea además de la cantidad de personas que habitarán la propiedad, así como su estilo de vida, para poder así proyectar una potencia de consumo adecuada.

El proyecto lo podemos dividir en tres etapas:

- 1) **Colocación de las bocas:** donde debemos decidir la cantidad y distribución de las mismas.
- 2) **Trazado de cañerías:** lo hacemos con líneas rectas uniendo las bocas según corresponda.
- 3) **Dimensionamiento de los conductores y caños:** calcular el diámetro de los conductores y de las cañerías en base a la potencia que va a ser consumida.



a)



b)

Figura 3-1: a) Plano de una habitación y b) instalación de una puesta a tierra en una vivienda.

3.2 – Para una fábrica

Son válidos los procedimientos para la instalación de una vivienda, aunque con algunas consideraciones técnicas.

Las fábricas por lo general son alimentadas por media tensión. Deben contar también, por norma, con un transformador en baño de aceite de una potencia de **250 [KVA]**.

La **subestación transformadora (SET)**, que no es otra cosa que un conjunto de equipos destinados a recibir la energía a media tensión proveniente de un suministro de energía y transformarla en otra forma más adecuada para la distribución local, está formada por una celda de entrada, otra de salida y una protección, separada del resto de la SET por mampostería, de fácil acceso desde el exterior por el personal.

A escasos metros de la SET se halla el **punto de medición**, se trata de una celda con medidores de potencia activa y reactiva por fase por banda horaria.

Debajo de la SET, y a una profundidad de medio metro aproximadamente, se encuentra la **mall a puesta a tierra**. La misma se encuentra en una cámara subterránea debajo de tierra negra compactada y hormigón, el cual conforma el contrapiso. La malla está conformada por conductor de cobre eléctrico de 50 mm² de sección unidos con soldadura formando así cuadrículas de 50 cm de lado. También sobre la malla se disponen dispersores tipo Cooperweld.

También hay que colocar **batería de condensadores** para corregir el factor de potencia, tema tratado en el capítulo 10.

3.2 – 1: Cálculo de la malla de puesta a tierra

El cálculo de la puesta a tierra que figura en el libro de Ubal contiene un ejemplo numérico. Aquí solo detallaré los pasos a seguir, ya que las fórmulas son un poco difíciles de recordar. Debemos contar previamente con los datos necesarios (potencia de corto circuito, tensión nominal, superficie de la malla, dimensiones y características eléctricas del conductor, entre otros).

Debemos determinar los siguientes valores:

- Corriente de cortocircuito I_{cc} ;
- Resistencia de la malla R_m ;
- Resistencia de los dispersores R_j ;
- Resistencia mutua (malla y dispersores) R_w ;
- Resistencia del conjunto (malla y dispersores) R_c ;
- Corrientes a evacuar (malla y dispersores) I_m e I_j ;
- Tensión de contacto U_b y
- Tensión de paso U_s .

La malla se encuentra esquematizada en la siguiente figura.

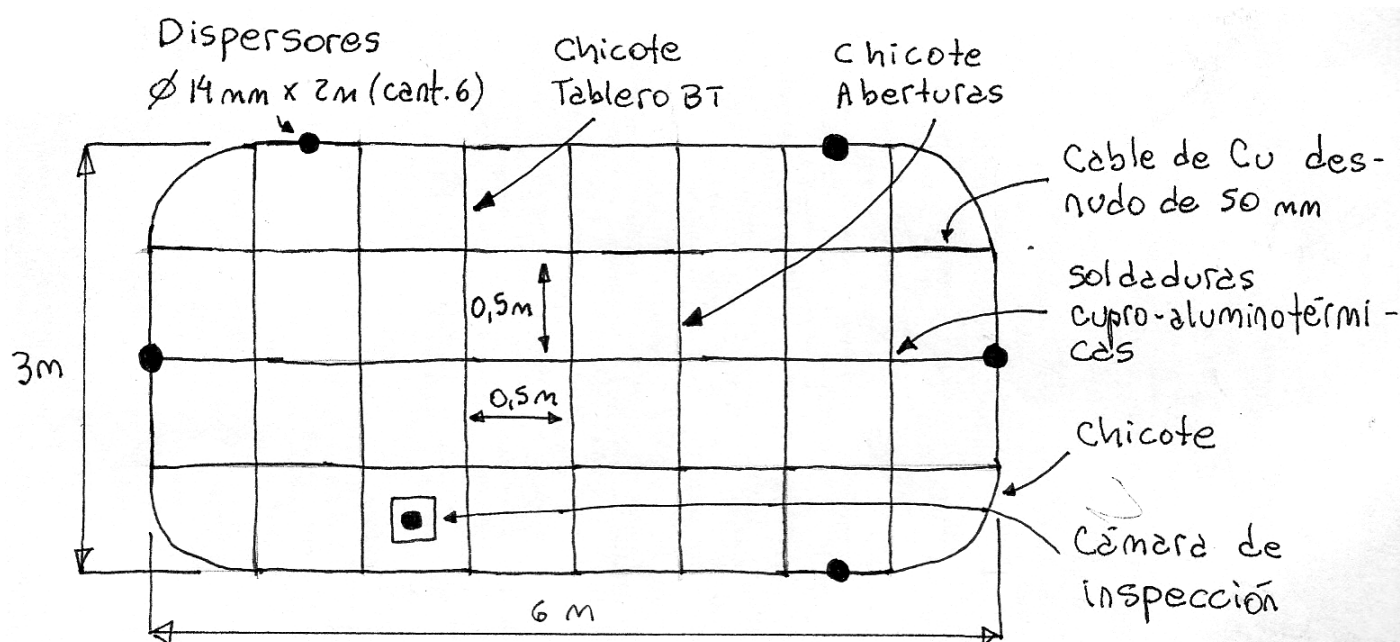


Figura 3-2: Esquema elemental de una malla de puesta a tierra.

4 – CONTACTORES ELECTROMAGNÉTICOS

El contactor es un dispositivo electromecánico de acción controlada por un electroimán. Cuando energizamos el contactor, la bobina del electroimán se pone bajo tensión, generando un campo de inducción que atrae un contacto metálico produciéndose el cierre del circuito. Cuando la bobina se desenergiza, el contacto metálico vuelve a su posición original (es decir, el contactor se abre) ya sea o por gravedad o por la acción de resortes.

Las partes más importantes de un contactor son la carcasa, los contactos y el circuito electromagnético, siendo éste último el alma del aparato.

4.1 – Aspectos constructivos

4.1 – Carcasa

Conformada por una cámara apagachispas y la base. La **cámara apagachispas** es necesaria porque cuando la bobina del electroimán se desenergiza, se producen chispas entre los contactos pudiendo ser peligroso si se trabaja con corrientes altas. La **base** es la parte donde va apoyado el elemento, está formada por un encastre para colocarlo en un riel DIN (35 mm) y agujeros, en el caso de que deseemos atornillarlo.

4.1 – 2: Circuito electromagnético

Es la parte del contactor destinada a transformar la energía eléctrica en magnética. Se compone de la bobina del electroimán, el núcleo y la armadura.

La **bobina** es el elemento que al ponerlo bajo tensión, crea un campo magnético muy intenso capaz de atraer el contacto (armadura) venciendo las fuerzas de los resortes que lo mantienen en el estado de reposo. El **núcleo** es un material ferromagnético sujeto a la carcasa, cuyo objetivo es el de aumentar la intensidad de campo generado por la bobina; el núcleo sirve también para sostener las llamadas «espiras de sombra», cuya finalidad es la de mantener el contacto cerrado, suministrando flujo magnético constante, cuando el flujo del campo generado por la bobina pasa por cero (esto es debido a que cuando la bobina del electroimán es alimentada con corriente alterna, genera un flujo de las mismas características, lo cual provoca el contacto se abra a razón de dos veces por segundo). La **armadura** es el elemento metálico que cierra el circuito, aquí no hay espiras de sombra; los resortes de la armadura deben ser lo suficientemente buenos como para producir la acción de abrir el contacto en cuestión de milisegundos.

4.1 – 3: Contactos

Son elementos conductores encargados de establecer o interrumpir el paso de la corriente. Constan de dos partes: las **fijas** (situadas en el núcleo) o las **móviles** (situadas en la armadura).

Los contactos pueden ser principales o auxiliares. Los **principales** son los descritos anteriormente y están destinados a cerrar el circuito por el cual va a circular la corriente de valor elevado, por lo que deben estar correctamente dimensionados. Los **auxiliares** son los que alimentan la bobina del electroimán (circuito de mando) por lo que están diseñados para soportar corrientes débiles. Hay dos tipos de contactos auxiliares: «normal abierto» (**NA**) y «normal cerrado» (**NC**). Los que vimos hasta ahora son normal abierto; el normal cerrado funciona al revés, la posición de reposo es la de circuito cerrado, y cuando energizamos la bobina del electroimán, el circuito principal (de corriente elevada) se abre.

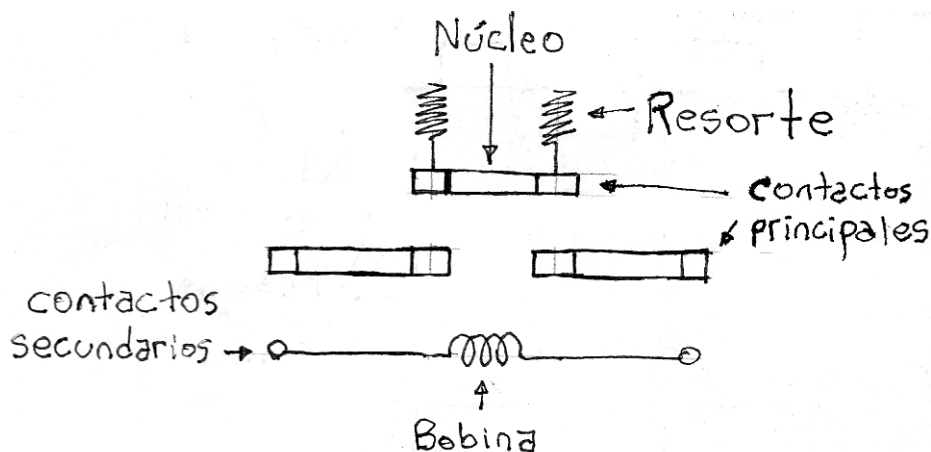


Figura 4-1: Esquema elemental de contactor.

4.2 – Ventajas y elección de los contactores

Entre las ventajas podemos mencionar:

- Control y automatización de procesos (por ejemplo el arranque y parada de motores);
- Mando a distancia;
- Seguridad del personal.

Para la elección de un contactor debemos tener en cuenta:

- Tipo de **I**, **V** y **f** de la señal de alimentación de la bobina del electroimán;
- Condiciones de uso: livianas o extremas;
- Frecuencia de maniobras y robustez mecánica;
- Número de contactos auxiliares;
- Posición de funcionamiento (vertical u horizontal).

5 – CONSIDERACIONES ADICIONALES EN UNA VIVIENDA

5.1 – Circuitos eléctricos

Los circuitos eléctricos, como dijimos antes, son derivaciones conectadas con sus correspondientes protecciones, destinadas a que el resto de los circuitos sigan en servicio cuando se produzca una falla en alguno de ellos.

Cada circuito es conectado con una llave **termomagnética** cuya función es la de dejar fuera de servicio al mismo si se produjera alguna falla. En la actualidad se disponen de **disyuntores diferenciales** que dejan sin corriente a toda la vivienda ante una eventual falla. Los disyuntores pueden ser de dos tipos: una sola unidad con varios circuitos o bien, varias unidades independientes de una vivienda colectiva. Éstos últimos sirven para que el consumo de energía se pague individualmente en el caso, pongamos por ejemplo, de un edificio habitado por varias familias.

Detallando el tema de los edificios, por lo general en los mismos hay una habitación destinada a alojar el transformador reductor (Figura 5-3). Del mismo salen conductores para el medidor principal y de allí se realizan las derivaciones individuales para cada departamento. Un circuito adicional es el encargado de llevar energía a los ascensores, bombas, y demás elementos del edificio que utilizan energía eléctrica; este monto suele estar incluirse en el rubro expensas.

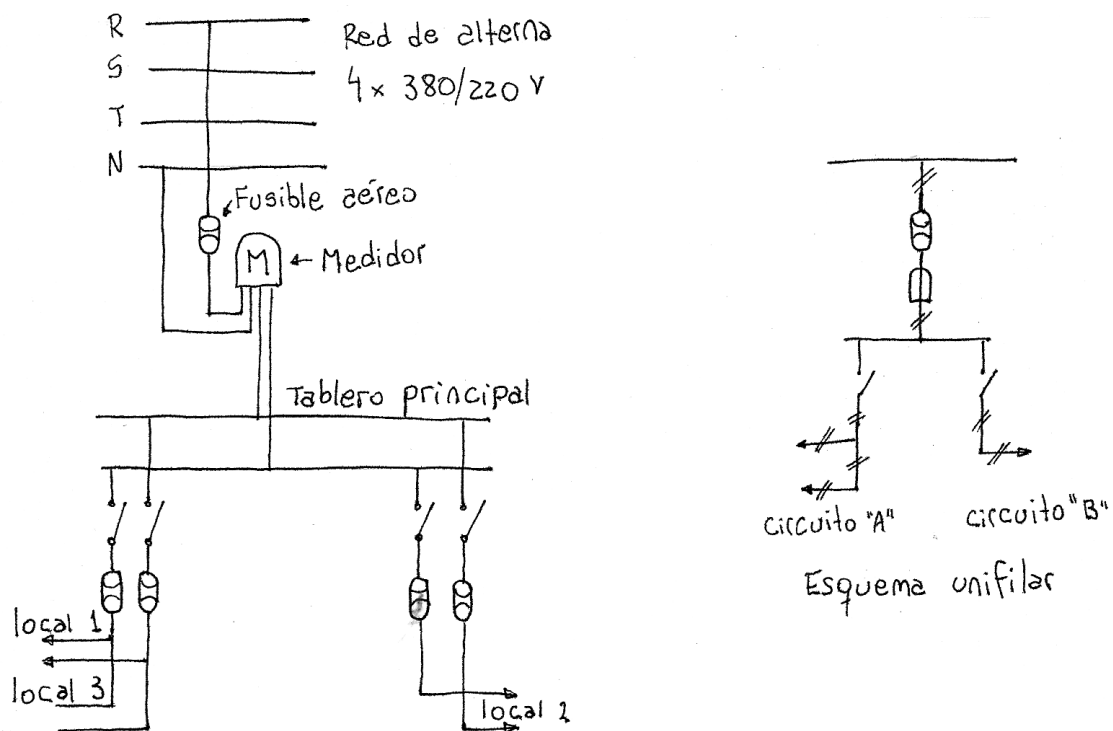


Figura 5-1: Esquema tetra y unifilar de una instalación con circuitos eléctricos.

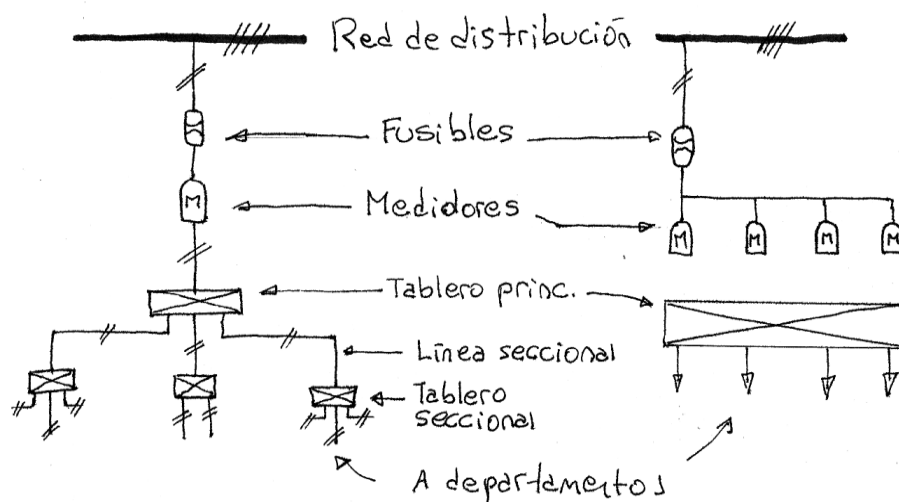


Figura 5-2: Esquema unifilar de los tableros principales en una instalación con circuitos eléctricos.

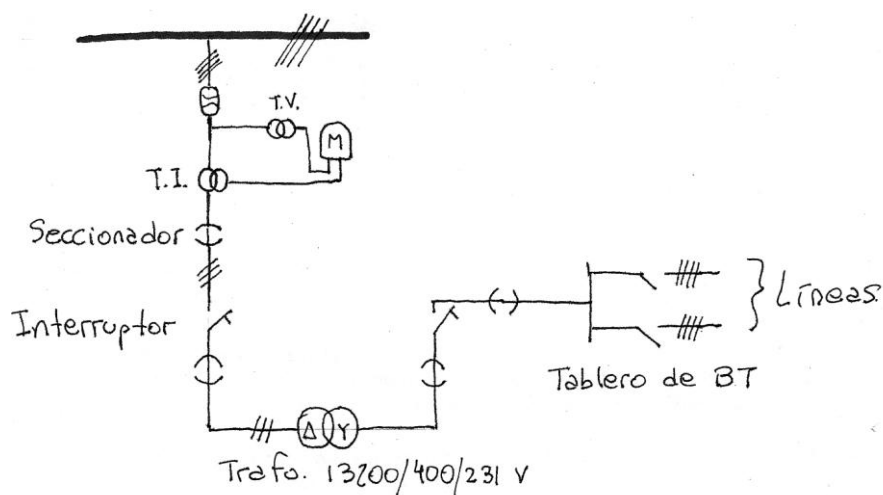


Figura 5-3: Esquema con el transformador reductor.

5.1 – 1: Circuitos secundarios

Estos circuitos son los utilizados en una habitación dentro de una vivienda. No voy a detallar las mismas porque no creo que salgan en el final. Son los circuitos de llaves de uno, dos y tres puntos, punto y toma, las llaves de combinación, etcétera.

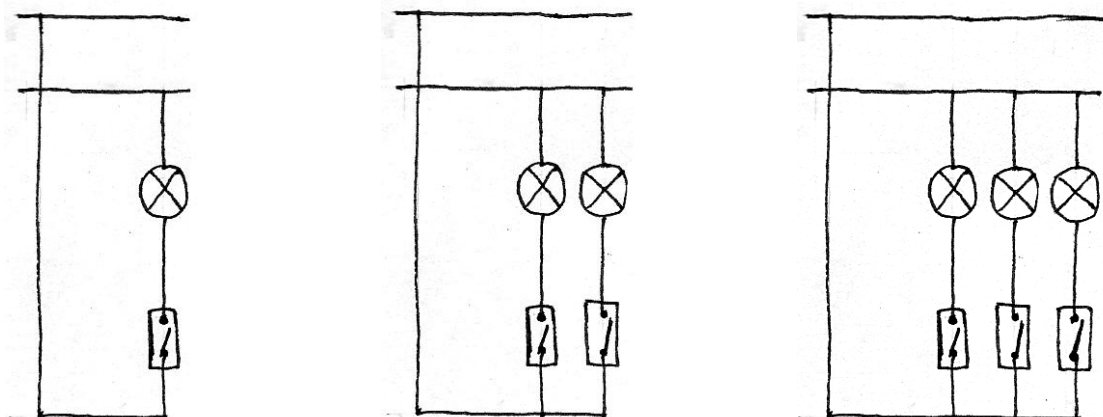


Figura 5-4: Circuito con llaves de uno, dos y tres puntos.

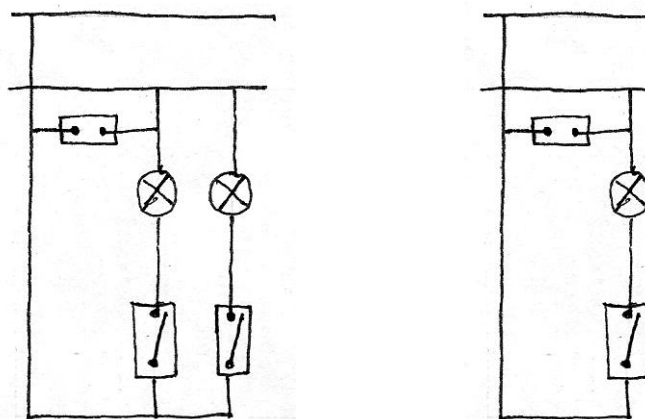


Figura 5-5: Combinaciones de circuitos con una llave de un punto y toma.

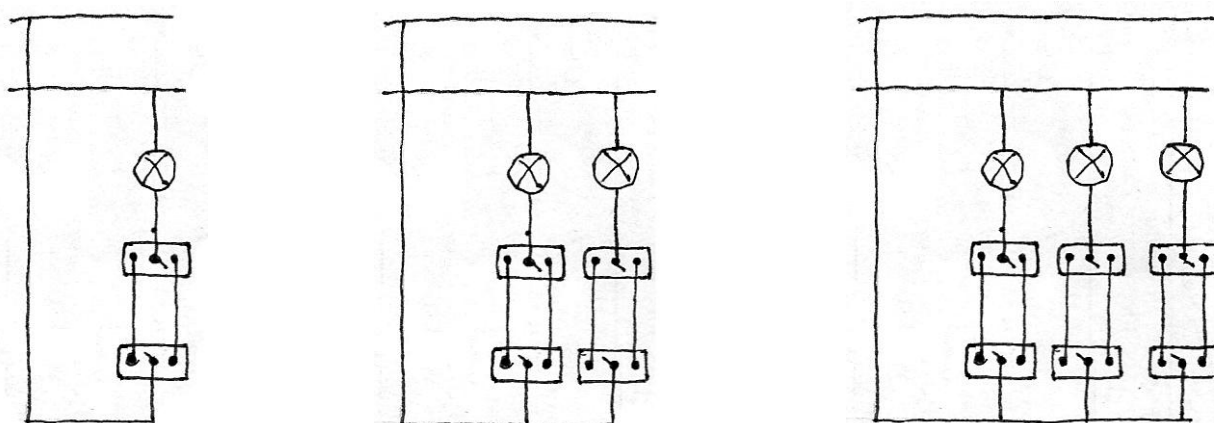


Figura 5-6: Circuitos con una, dos y tres llaves de combinación.

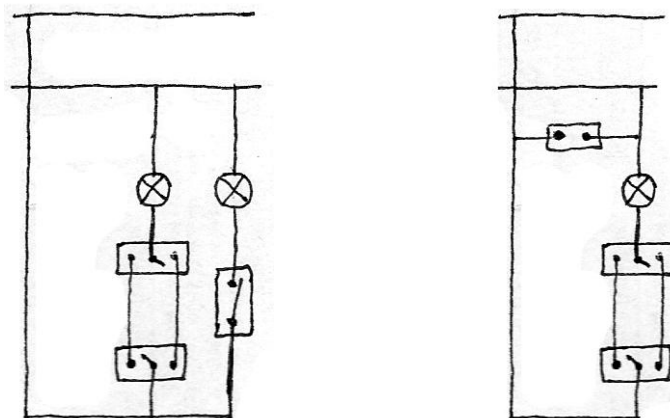


Figura 5-7: Distintas configuraciones de llaves con punto y toma y de combinación.

5.2 – Protección diferencial de las viviendas

Esta protección es la esquematizada en la figura. Tiene dos estados: desactivado y activado.

No activado: una corriente (I_c) determinada circula por la bobina S_2 y va hacia la carga, de ahí retorna por la bobina S_1 hacia la fuente (llamada en este tramo I_n). Las corrientes son iguales ($I_n = I_c$) y recorren ambos bobinados S_1 y S_2 , los cuales están diseñados de tal forma que al ser iguales no permite la creación de un flujo en el núcleo y por ende en el otro bobinado P no se induce ninguna corriente.

Activado: si por ejemplo una persona toca la fase mientras está tocando el suelo también, parte de la corriente I_c se deriva por la persona y regresa hacia la fuente sin pasar por la bobina S_2 . En ese momento las bobinas S_2 y S_1 no son recorridas por la misma corriente, lo que ocasionará la creación de un flujo que inducirá corriente por P . Esta corriente activa un mecanismo que corta el suministro de energía a toda la vivienda.

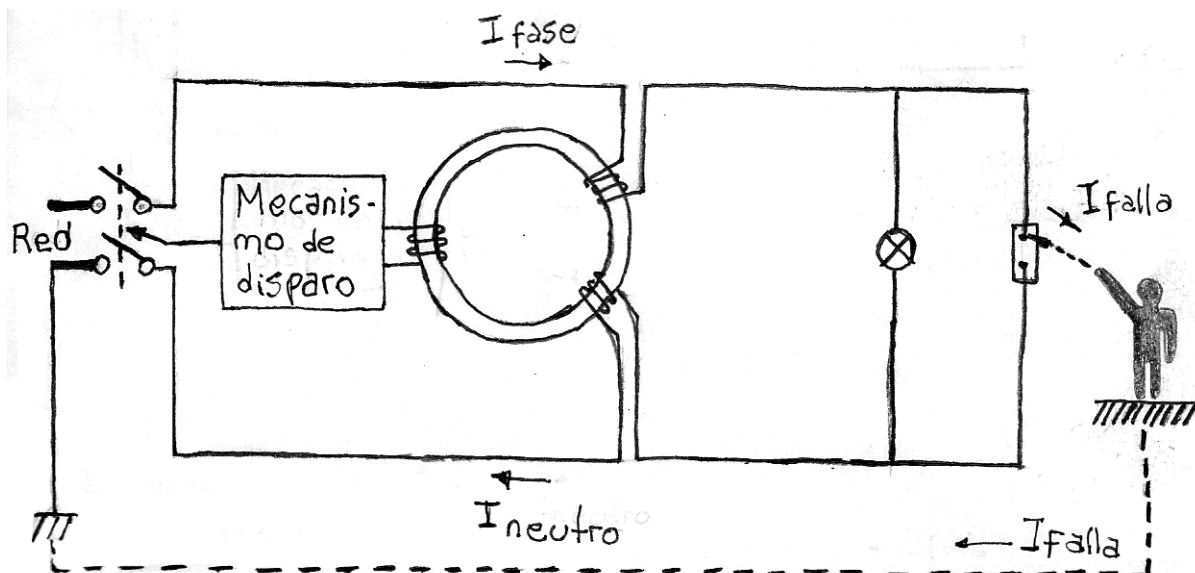


Figura 5-8: Esquema elemental de una protección diferencial.