

TEMA 1. ESQUEMAS ELÉCTRICOS (I)

| | | |
|-----------|---|----------|
| 1. | INTRODUCCIÓN. | 2 |
| 2. | NORMALIZACIÓN. LAS NORMAS UNE. | 2 |
| 3. | SÍMBOLOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS EN LAS NORMAS UNE EN 60.617 | 3 |
| 3.1. | SIMBOLOGÍA BÁSICA | 4 |
| 3.1.1. | <i>Contornos y envolventes</i> | 4 |
| 3.1.2. | <i>Conductores</i> | 4 |
| 3.1.3. | <i>Uniones y ramificaciones</i> | 4 |
| 3.1.4. | <i>Puesta a tierra y a masa. Equipotencialidad</i> | 4 |
| 3.1.5. | <i>Naturaleza de la corriente y de la tensión</i> | 4 |
| 3.2. | TOMAS DE CORRIENTE | 4 |
| 3.3. | DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN | 5 |
| 3.4. | COMPONENTES DE MANDO. PULSADORES | 5 |
| 3.5. | DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN | 6 |
| 3.5.1. | <i>Fusibles</i> | 6 |
| 3.5.2. | <i>Interruptores automáticos</i> | 6 |
| 4. | TIPOS BÁSICOS DE ESQUEMAS | 7 |
| 4.1. | ESQUEMA EXPLICATIVO FUNCIONAL | 8 |
| 4.2. | ESQUEMA EXPLICATIVO DE EMPLAZAMIENTO | 9 |
| 4.3. | ESQUEMA EXPLICATIVO DE CIRCUITOS | 10 |
| 4.4. | ESQUEMA DE CONEXIONES O REALIZACIÓN | 11 |
| 4.4.1. | <i>Representación unifilar</i> | 11 |
| 4.4.2. | <i>Representación multifilar</i> | 13 |

1. Introducción.

El **Dibujo Industrial** o Dibujo Técnico pueden considerarse dividido en dos grandes ramas. En la primera, la realidad física tridimensional es básica: es el caso del *Dibujo de Taller*, de *Mecanización* y de *Montaje*. En la segunda rama la realidad tridimensional no es la clave de la representación, sino las relaciones bidimensionales entre distintos elementos: este es el caso de las **Instalaciones Eléctricas** y, también, de las Instalaciones de *Tuberías y Neumáticas*.

Una **instalación eléctrica** consiste en un conjunto de elementos (*componentes eléctricos*) conectados entre sí por medio de *conductores*. Si bien este conjunto ocupa un lugar en un espacio tridimensional, el problema a resolver mediante la representación gráfica no es el espacial. La dificultad, tanto en las fases de diseño como en las de ejecución y mantenimiento, está en *establecer inequívocamente las relaciones de dependencia entre los elementos del circuito*.

Ello se logra mediante distintas representaciones, complementarias entre sí, denominadas **esquemas eléctricos**. Estas representaciones no son el resultado de aplicar las leyes de los *sistemas de representación* a una realidad tridimensional, sino el fruto de aplicar distintos convenios lógicos. Los componentes de los esquemas eléctricos son representados de forma *simbólica*, siendo por ello de especial importancia definir adecuadamente el convenio adoptado.

En este y los siguientes temas se desarrollan los fundamentos de las representaciones eléctricas referidas a los circuitos eléctricos **de potencia** (frente a los *circuitos electrónicos*).

2. Normalización. Las normas UNE.

Como se acaba de explicar, el Dibujo Industrial Eléctrico es un dibujo fundamentalmente simbólico. Por ello, la normalización es esencial en este tipo de representación.

Para que un esquema eléctrico cumpla su función, esto es, comunicar inequívocamente las características de diseño y/o de ejecución de un circuito eléctrico, es necesario definir previamente la norma seguida para su representación.

La normalización con base sistemática y científica nace a finales del siglo XIX, con la Revolución Industrial, y se consolida durante la Primera Guerra Mundial. En 1917 se constituye en Alemania el primer organismo dedicado a la normalización, NADI (*Normen-Ausschuss der Deutschen Industrie - Comité de Normalización de la Industria Alemana*) que publica las famosas normas **DIN** (*Deutscher Industrie Normen - Normas de la Industria Alemana*, denominadas actualmente *Deutsches Institut für Normung - Instituto Alemán de Normalización*).

Otros países siguieron el ejemplo alemán, haciéndose con el tiempo necesaria una coordinación internacional de estos sistemas. Surge así en 1926 el *Internacional Federación of the National Standardization Associations*, ISA, que es sustituido en 1947 por la *International Organization for Standardization (Organización Internacional para la Normalización)*, **ISO**, dependiente de la ONU.

En España inicialmente se adoptan las normas alemanas DIN, si bien en 1945 el CSIC (*Centro Superior de Investigaciones Científicas*) crea el *Instituto de Racionalización y Normalización*, IRANOR, que será el encargado de elaborar las normas españolas, denominadas **UNE (Una Norma Española)**.

A partir de 1986 las actividades de normalización recaen en España en la entidad privada **AENOR (Asociación Española de Normalización)**. AENOR es miembro de los diferentes organismos internacionales de normalización:

ISO - Organización Internacional de Normalización.
 CEI - Comité Electrotécnico Internacional
 CEN - Comité Europeo de Normalización
 CENELEC - Comité Europeo de Normalización Electrotécnica
 ETSI - Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones
 COPANT - Comisión Panamericana de Normas Técnicas

Las normas UNE se crean en Comisiones Técnicas de Normalización (CTN). Una vez elaboradas, son sometidas durante seis meses a la opinión pública. Una vez transcurrido este tiempo y analizadas las observaciones se procede a su redacción definitiva, con las posibles correcciones que se estimen, publicándose bajo las siglas UNE. Todas las normas son sometidas a revisiones periódicas con el fin de ser actualizadas.

3. Símbolos y esquemas eléctricos en las normas UNE EN 60.617

Desde el punto de vista de la representación de los esquemas eléctricos, es necesario conocer las normas **UNE-EN 60617 (CEI 617)**. Esta serie trata sobre símbolos gráficos para esquemas y consta de las siguientes partes:

| | |
|-----------------|--|
| 60617-2 | Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general |
| 60617-3 | Conductores y dispositivos de conexión |
| 60617-4 | Componentes pasivos básicos |
| 60617-5 | Semiconductores y tubos electrónicos |
| 60617-6 | Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica |
| 60617-7 | Aparataje y dispositivos de control y protección |
| 60617-8 | Instrumentos de medida, lámparas y dispositivos de señalización |
| 60617-9 | Telecomunicaciones: Conmutación y equipos periféricos |
| 60617-10 | Telecomunicaciones: Transmisión |
| 60617-11 | Esquemas y planos de instalación, arquitectónicos y topográficos |
| 60617-12 | Operadores lógicos binarios |
| 60617-13 | Operadores analógicos |

3.1. Simbología básica

A continuación se define la simbología de algunos de los componentes básicos que podemos encontrar en una instalación eléctrica sencilla, correspondiente por ejemplo a un local o una vivienda, o al cuadro eléctrico de mando de una instalación industrial.

3.1.1. Contornos y envolventes

La norma UNE-EN 60617-2 en su Capítulo I, Sección 1, define cómo deben representarse los límites que definen dónde se alberga un determinado circuito.

3.1.2. Conductores

La representación de los conductores que integran un circuito es tratada en la norma **UNE-EN 60617-3** en su Sección 1. También es objeto de la norma **UNE-EN 60617-11** para el caso particular de la representación de instalaciones de edificios (Capítulo IV, Sección 11).

3.1.3. Uniones y ramificaciones

La representación de la unión entre dos o más conductores, o bien la ramificación de un conductor en varios, es objeto de la norma **UNE-EN 60617-3** en su Sección 2.

3.1.4. Puesta a tierra y a masa. Equipotencialidad

Los símbolos que representan la puesta a tierra y a masa de las carcasas de los equipos eléctricos están reunidos en la Sección 15 de la norma **UNE-EN 60617-2**.

3.1.5. Naturaleza de la corriente y de la tensión

La simbología que regula cómo reflejar en los esquemas la naturaleza del suministro eléctrico es objeto de la norma **UNE-EN 60617-2**.

3.2. Tomas de corriente

Las tomas de corriente, los enchufes y en general los conectores son objeto de la Sección 3 de la norma **UNE-EN 60617-3**.

Las tomas de corriente son elementos destinados a unir eléctricamente y a voluntad, un cable flexible con una canalización fija. Se componen de una *base* (generalmente hembra), que es la parte instalada en la canalización fija, y una *clavija* (generalmente macho), que es la parte unida a un cable flexible y conectada al aparato que demanda la energía eléctrica.

Las tomas de corriente pueden ser *bipolares*, 2P, para corriente monofásica, o *tripulares*, 3P, para trifásica. En este caso puede existir, además, toma para neutro, N. Y en ambos casos puede haber también toma de protección, *tierra*.



Contacto hembra bipolar con toma de tierra (base).



Contacto macho bipolar con toma de tierra (clavija).

3.3. Dispositivos de iluminación y señalización

Para la representación de luminarias y de luces de señalización en circuitos de edificaciones es útil la norma **UNE-EN 60617-11**.

3.4. Componentes de mando. Interruptores

Los **interruptores** son aparatos mecánicos de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en circuitos de baja potencia, como son en general las instalaciones domésticas o los circuitos de control de instalaciones industriales. Los interruptores son accionado manualmente.

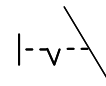
De acuerdo con esta definición, un interruptor o conmutador tiene dos datos eléctricos fundamentales: *tensión* e *intensidad* nominales. Los valores máximos se sitúan en tonos a los 500 V y 63 A.



Representación unificar (representaciones topográficas)



Representación multifilar



Interruptor unipolar: accionamiento manual y retorno no automático

La simbología de los interruptores es objeto de la norma **UNE-EN 60617-7**. En el Capítulo III, Sección 7, se define la representación de los interruptores, aparatos de conexión y cebadores. La simbología se basa en la del *contacto* (**UNE-EN 60617-7**, Capítulo II, Secciones 2 a 6) y la referida a la *forma de accionamiento* y a la *conexión mecánica* entre el accionador y el contacto propiamente dicho, contenida en la norma **UNE-EN 60617-2**, Capítulo III.

Para la representación de pulsadores en circuitos unifilares de edificaciones, la norma a utilizar es la **UNE-EN 60617-11**.

3.5. Dispositivos de protección

3.5.1. Fusibles

El **fusible** es un dispositivo de protección cuya función es abrir el circuito en caso de que la intensidad de la corriente supere un cierto valor durante un determinado tiempo. La apertura supone su destrucción por fusión del elemento conductor, por lo que debe ser reemplazado después de cada fallo.

La representación de los distintos tipos de fusibles es objeto de la norma **UNE-EN 60617-7**, Capítulo VII.

3.5.2. Interruptores automáticos

El cuadro de distribución de una instalación eléctrica de baja potencia, como puede ser la de una vivienda, alberga distintos tipos de interruptores automáticos, destinados a la protección del sistema y sus usuarios.

Así, en general, tendremos:

- Un *interruptor general automático* del tipo magnetotérmico, IGA, que corta fases y neutro, y tiene mando manual.
- Un *interruptor diferencial*, ID, que corta fases y neutro, y que se activa cuando existen derivaciones de corriente a tierra, protegiendo frente a descargas accidentales.
- Un cierto número de *pequeños interruptores automáticos* del tipo magnetotérmico, PIAs, que cortan las fases en caso de sobreintensidad. Cumplen la misma función que un fusible pero el corte no implica la destrucción del elemento: se rearman manualmente.

El **interruptor automático magnetotérmico** es un aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes. Añade a esta función la de establecer, soportar durante tiempo determinado e interrumpir corrientes en condiciones anormales especificadas del circuito, tales como las de cortocircuito. Es decir, el interruptor automático combina la función de maniobra con la de protección. Como dispositivo de maniobra, actúa bajo tensión (en carga) y puede ser accionado directamente o bien a distancia, por medio de una bobina. Como dispositivo de protección, abre en caso de sobreintensidad por cortocircuito en la línea. Es capaz de cerrar sobre una línea en cortocircuito para abrir de forma inmediata, sin daño para el interruptor. Existen interruptores automáticos para circuitos de baja tensión, por ejemplo en las viviendas, y de alta tensión (> 1 kV).

La representación de los interruptores automáticos es objeto de la norma **UNE-EN 60617-7**, Capítulo III, Sección 13. En el tema siguiente será objeto de un estudio más detallado.



Cuadro general de distribución de una vivienda unifamiliar.

4. Tipos básicos de esquemas

Como se ha indicado, el dibujo industrial eléctrico se plantea como reto *establecer inequívocamente las relaciones de dependencia entre los elementos que integran un circuito eléctrico*. Ello se logra por medio de distintas representaciones o esquemas eléctricos, complementarias entre sí. Fundamentalmente podemos distinguir entre **esquemas explicativos** y **esquemas de conexiones**.

Los **esquemas explicativos** están especialmente orientados a resolver los problemas propios de la *fase de diseño*. Su destinatario es por tanto un ingeniero. En esta fase se plantean problemas muy diversos: cuál va a ser la estructura general del circuito (*esquema explicativo funcional*); dónde se emplazarán físicamente sus componentes (*esquema explicativo de emplazamiento*); o cómo se relacionarán entre sí estos componentes eléctricos (*esquema explicativo de circuitos*).

Los **esquemas de conexiones** están orientados a resolver los problemas de *ejecución material*. Su destinatario es por tanto un técnico electricista.

En ambos casos, pero especialmente en los *esquemas de conexiones*, puede resultar conveniente por simplicidad representar agrupados distintos conductores en un mismo trazo. En ese caso hablaremos de **representación unifilar**. Por el contrario, cuando cada conductor sea representado por un trazo independiente tendremos la **representación multifilar**.

A continuación se revisa esta clasificación de los esquemas eléctricos tomando como ejemplo la sencilla instalación eléctrica mostrada en la siguiente figura. Se trata de una habitación dotada de una lámpara E gobernada por un interruptor S y con dos tomas de corriente TC1 y TC2. La alimentación parte de una caja de distribución que recibe una línea y neutro a 220 V, 50 Hz.

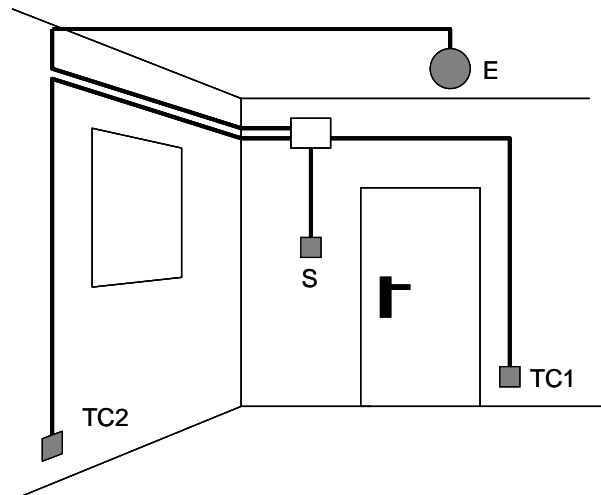


Figura. Ejemplo de instalación eléctrica domiciliaria.

4.1. Esquema explicativo funcional

El **esquema explicativo funcional** pretende definir la estructura general del circuito de forma que pueda ser interpretada por un ingeniero en la *fase de diseño*. Se trata de una primera definición del circuito y por tanto no entra en analizar todos los elementos del circuito detalladamente. En ocasiones al esquema funcional se le denomina **esquema de bloques** o **esquema sinóptico**. Esto es así porque, como se observa en la figura siguiente, el circuito se representa como distintos bloques, que pueden coincidir con uno o varios dispositivos eléctricos, relacionados entre sí por medio de flechas.

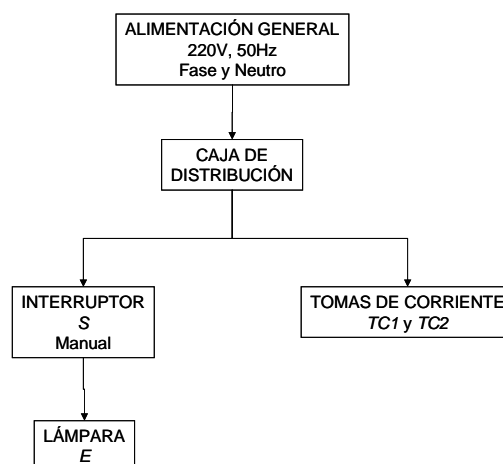


Figura. Esquema explicativo funcional de una instalación eléctrica domiciliaria.

No es necesario utilizar *símbolos normalizados* para la definición de estos bloques. Las flechas no representan necesariamente a los conductores eléctricos, sino a las relaciones de dependencia entre los bloques.

El *organigrama de una empresa* es un caso particular de esquema explicativo funcional.

4.2. Esquema explicativo de emplazamiento

El **esquema explicativo de emplazamiento** define la ubicación física de los principales componentes de la instalación. Esta información es especialmente útil para el ingeniero en la fase de diseño, pues permite coordinar la obra eléctrica con otros trabajos en el seno de un proyecto: por ejemplo y significativamente la obra civil.

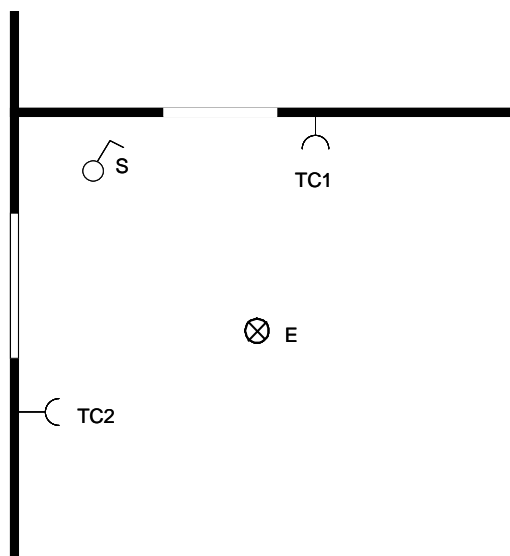


Figura. Esquema explicativo de emplazamiento de una instalación eléctrica domiciliaria.

En este esquema se emplea simbología normalizada. Es habitual en instalaciones de electrificación de viviendas, planos de distribución en planta de oficinas y talleres, planos de redes eléctricas, etc.

ACTIVIDAD. Localiza e identifica mediante sus códigos numéricos los símbolos de este esquema en el apéndice de normativa.

4.3. Esquema explicativo de circuitos

El **esquema explicativo de circuitos** es el más importante para el ingeniero en la *fase de diseño*. Su objetivo es describir la forma en que se relacionarán entre sí los componentes eléctricos que integran el circuito. Debe ser por tanto muy didáctico y claro.

Los componentes eléctricos se representan entre dos conductores horizontales, correspondientes a dos fases o bien a una fase y el neutro, como muestra el ejemplo. Cada componente con función de recepción de energía ocupa una columna en la representación. Así, TC1 y TC2 podrían compartir una misma columna, pero resulta más claro separarlos cada uno en una. Los componentes de control, como es el caso del interruptor S, se representan sobre los componentes de consumo que gobiernan (la lámpara E en el ejemplo).

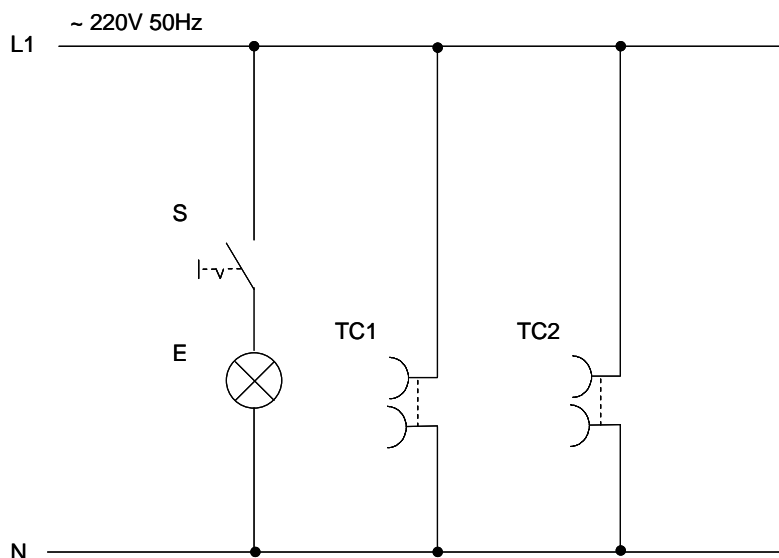


Figura. Esquema explicativo de circuitos de una instalación eléctrica domiciliaria.

ACTIVIDAD. Localiza e identifica mediante sus códigos numéricos los símbolos de este esquema en el apéndice de normativa.

4.4. Esquema de conexiones o realización

Los **esquemas de conexiones** están orientados a resolver los problemas de *ejecución material*. Su destinatario es el técnico electricista encargado de la ejecución de la obra. No pretenden ser didácticos en cuanto a las relaciones entre los componentes de la instalación. De hecho, a partir de ellos suele ser difícil interpretar el funcionamiento de la instalación. Sin embargo, son muy claros en cuanto a los aspectos básicos de la ejecución material de la instalación.

Los esquemas de conexiones deben responder de forma inmediata a preguntas como **cuántos conductores** tenemos en esta canalización o **cómo debo conectar los bornes** de este equipo.

Para responder a la pregunta de **cuál es la longitud de los conductores** se representa el esquema de conexiones sobre el esquema explicativo de emplazamiento.

En este último caso resulta especialmente conveniente, por simplicidad, representar agrupados distintos conductores en un único trazo. En este caso hablaremos de **representación unifilar**. Por el contrario, cuando cada conductor sea representado por un trazo independiente tendremos una **representación multifilar**. A continuación se muestran algunos ejemplos.

4.4.1. Representación unifilar

La siguiente figura muestra la instalación eléctrica de una habitación como **esquema de conexiones unifilar**. En este caso se ha tomado como referencia el *esquema explicativo de emplazamiento* de los equipos. Este esquema permite calcular la longitud de los conductores y el número de los mismos en cada canalización.

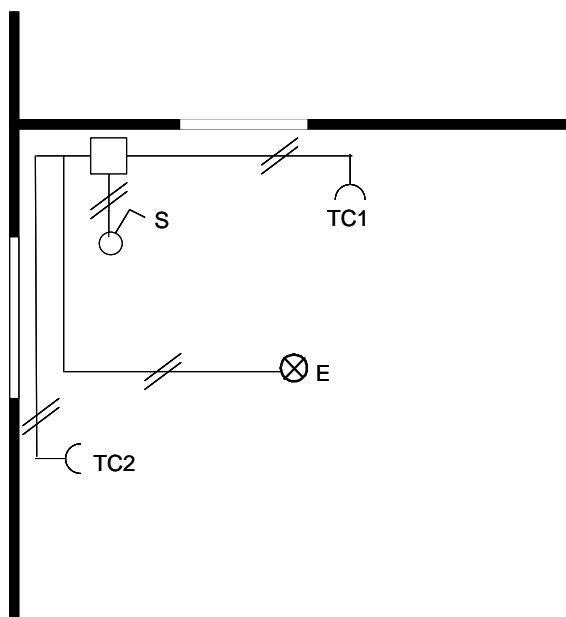


Figura. Esquema de conexiones unifilar, representación en emplazamiento, de una instalación eléctrica domiciliaria.

ACTIVIDAD. Aplica una escala razonable al esquema anterior y calcula con ella la longitud de los conductores y canalizaciones empleados en esta instalación.

Este **esquema de conexiones unifilar** puede representarse ignorando el emplazamiento de los equipos. En este caso no será posible calcular la longitud de los conductores, pero sí el número de conductores en cada canalización.

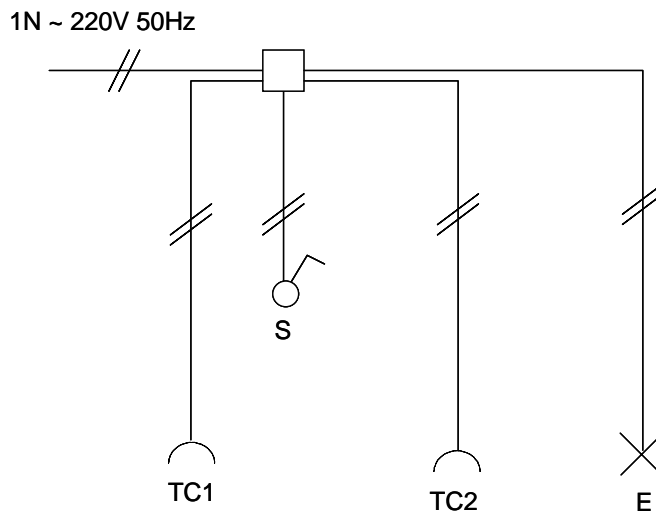


Figura. Esquema de conexiones unifilar de una instalación eléctrica domiciliaria.

4.4.2. Representación multifilar

Cuando se representan todos los conductores con trazos independientes tenemos el **esquema de conexiones multifilar**. Es evidente en el siguiente ejemplo que el resultado no es el más adecuado para interpretar el comportamiento de la instalación (aún siendo un ejemplo sencillo) pero sí es muy adecuado para el técnico de montaje.

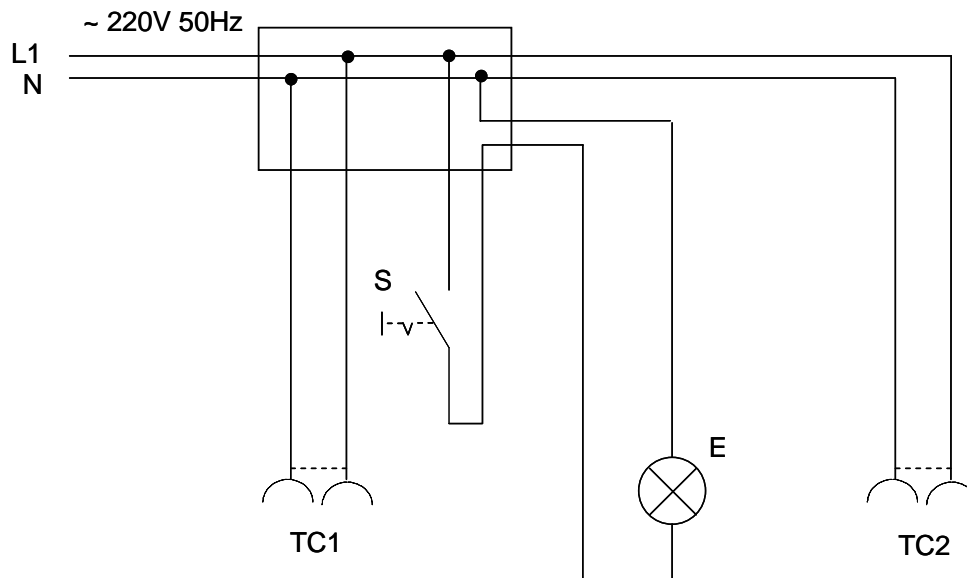


Figura. Esquema de conexiones multifilar de una instalación eléctrica domiciliaria.