



# UF0892: Montaje de redes eléctricas aéreas de baja tensión

**Certificado de Profesionalidad**

*ELEE0109 - Montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de baja tensión*



ELEE0109 > MF0823\_2 > UF0892

**ic editorial**

# **Montaje de redes eléctricas aéreas de baja tensión. ELEE0109**

Antonio Jesús Mendoza Ramírez

**ic** editorial

Editado por:

INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, S. L.

C.I.F.: B-92.041.839

Avda. El Romeral, 2. Polígono Industrial de Antequera

29200 ANTEQUERA, Málaga

Teléfono: 952 70 60 04

Fax: 952 84 55 03

Correo electrónico: [iceditorial@iceditorial.com](mailto:iceditorial@iceditorial.com)

Internet: [www.iceditorial.com](http://www.iceditorial.com)

## **Montaje de redes eléctricas aéreas de baja tensión. ELEE0109**

**Autor: Antonio Jesús Mendoza Ramírez**

1ª Edición

© De la edición INNOVA 2012

INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, S. L., ha puesto el máximo empeño en ofrecer una información completa y precisa. Sin embargo, no asume ninguna responsabilidad derivada de su uso, ni tampoco la violación de patentes ni otros derechos de terceras partes que pudieran ocurrir. Mediante esta publicación se pretende proporcionar unos conocimientos precisos y acreditados sobre el tema tratado. Su venta no supone para INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, S. L., ninguna forma de asistencia legal, administrativa ni de ningún otro tipo.

Reservados todos los derechos de publicación en cualquier idioma.

Según el Código Penal vigente ninguna parte de este o cualquier otro libro puede ser reproducida, grabada en

alguno de los sistemas de almacenamiento existentes o transmitida por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito de INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, S. L., su contenido está protegido por la Ley vigente que establece penas de prisión y/o multas a quienes intencionadamente reprodujeren o plagiaren, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica.

ISBN: 978-84-15670-52-0

## **Presentación del manual**

El **Certificado de Profesionalidad** es el instrumento de acreditación, en el ámbito de la Administración laboral, de las cualificaciones profesionales del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales adquiridas a través de procesos formativos o del proceso de reconocimiento de la experiencia laboral y de vías no formales de formación.

El elemento mínimo acreditable es la **Unidad de Competencia**. La suma de las acreditaciones de las unidades de competencia conforma la acreditación de la competencia general.

Una **Unidad de Competencia** se define como una agrupación de tareas productivas específica que realiza el profesional. Las diferentes unidades de competencia de un certificado de profesionalidad conforman la **Competencia General**, definiendo el conjunto de conocimientos y capacidades que permiten el ejercicio de una actividad profesional determinada.

Cada **Unidad de Competencia** lleva asociado un **Módulo Formativo**, donde se describe la formación necesaria para adquirir esa **Unidad de Competencia**, pudiendo dividirse en **Unidades Formativas**.

El presente manual desarrolla la Unidad Formativa **UF0892: Montaje de redes eléctricas aéreas de baja tensión**,

perteneciente al Módulo Formativo **MF0823\_2: Montaje y mantenimiento de redes eléctricas aéreas de baja tensión**,

asociado a la unidad de competencia **UC0823\_2: Montar y mantener redes eléctricas aéreas de baja tensión,**

del Certificado de Profesionalidad **Montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de baja tensión.**

# Capítulo 1

## Redes eléctricas aéreas de baja tensión

### 1. Introducción

En el presente capítulo se analizan los tipos de líneas eléctricas en función de las distintas clasificaciones recogidas en la normativa aplicable, centrándose posteriormente en los tipos de distribución más usuales: distribuciones radiales en anillo y malladas.

Tras este análisis se expondrán los tipos de esquemas en redes de distribución en baja tensión en función de la conexión del neutro y de las masas, observando las tensiones según las clases de esquemas y la caída de tensión máxima admisible en dichas redes de distribución.

Por último, se hará un estudio de la variación de los parámetros de la red de distribución en función de las modificaciones que se realicen en esta.

### 2. Conceptos previos

En primer lugar, habrá que definir qué se entiende por **baja tensión**. En el Artículo 2 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) se establece:

*El presente reglamento se aplicará a las instalaciones que distribuyan la energía eléctrica, a las*

*generadoras de electricidad para consumo propio y a las receptoras, en los siguientes límites de tensiones nominales:*

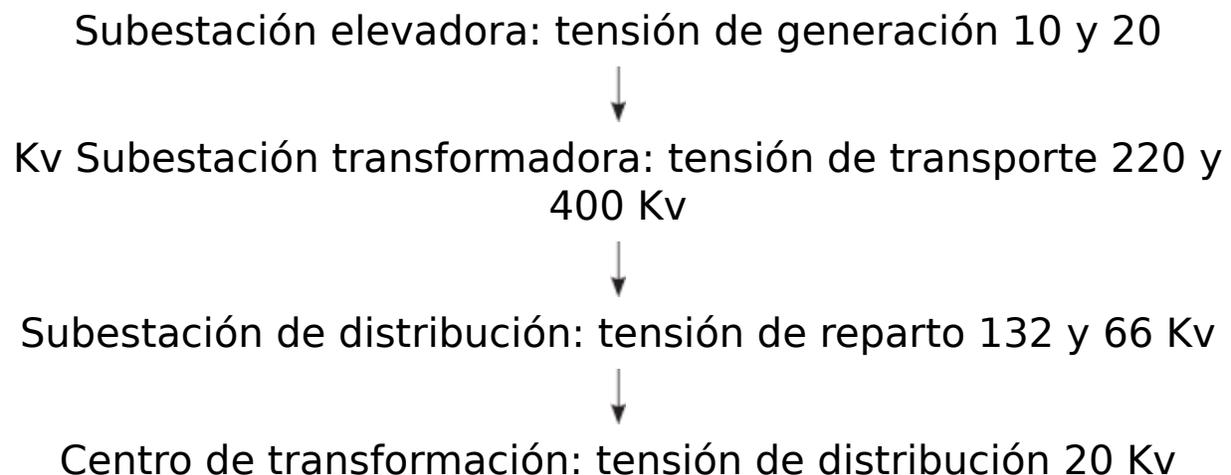
- a. Corriente alterna: igual o inferior a 1.000 voltios.*
- b. Corriente continua: igual o inferior a 1.500 voltios.*

Es muy difícil encontrar redes de distribución en corriente continua, por lo que se define instalaciones en **baja tensión** como aquellas cuyo valor de tensión nominal en corriente alterna sea igual o inferior a 1.000 voltios, o lo que es lo mismo, **1 Kv.**

En contraposición, se entiende por instalaciones en **alta tensión** aquellas cuyo valor de tensión nominal en corriente alterna sea superior a **1 Kv.**

El sistema eléctrico español es un sistema complejo, formado por diferentes anillos de igual tensión, interconectados entre sí a través de subestaciones, estaciones transformadoras y centros de transformación. Para llegar a entender el sistema, se presenta una descripción general de un sistema eléctrico:

### **Esquema de un sistema eléctrico**





Usuarios: tensión en B.T. 400/230 v



### **Sabía que...**

---

España realiza intercambios de energía con Francia, Portugal y Marruecos, enlazando con este último a través de una línea de transporte subterránea de 400 Kv que atraviesa el Estrecho de Gibraltar.

---

En los sistemas eléctricos se pueden distinguir los siguientes elementos:

- **Centrales generadoras:** producen energía eléctrica a 10 o 20 Kv.
- **Subestaciones elevadoras:** elevan la tensión a 220 o 400 Kv.
- **Líneas de transporte:** transportan la energía a 220 o 400 Kv desde las subestaciones elevadoras hasta las subestaciones transformadoras.
- **Subestaciones transformadoras:** reducen la tensión de 220 o 400 Kv a 132 o 66 Kv.
- **Red de reparto:** reparten la energía a 132 o 66 Kv desde las subestaciones transformadoras hasta las subestaciones de distribución.
- **Subestaciones de distribución en media tensión:** reducen la tensión de 132 o 66 Kv a 20 Kv.
- **Red de distribución:** distribuyen la energía a 20 Kv desde las subestaciones de distribución hasta los centros de transformación y grandes consumidores.

- **Centros de transformación:** reducen la tensión de 20 Kv a 400/230 v.
- **Red de distribución en baja tensión:** distribuyen la energía a 400/230 v desde los centros de transformación hasta los usuarios finales.

### **3. Tipos de líneas y de conexión en las redes de distribución. ITCBT-06**

En el presente apartado se analizan los tipos de redes de distribución recogidos en la normativa aplicable. Según esto, se tienen varias clasificaciones en función a las distintas normativas aplicables, esto es:

- Según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
- Según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Según la norma tecnológica de la edificación, Instalaciones Eléctricas Red Exterior.

#### **3.1. Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión (RLAT)**

El RLAT clasifica las líneas eléctricas de alta tensión según cuatro categorías:

- a. Categoría especial: líneas de tensión nominal igual o superior a 220 Kv.
- b. Primera categoría: líneas de tensión nominal inferior a 220 Kv y superior a 66 Kv.
- c. Segunda categoría: líneas de tensión nominal igual o inferior a 66 Kv y superior a 30 Kv.

- d. Tercera categoría: líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 Kv y superior a 1 Kv.

Además, en función del tipo de cable utilizado, clasifica las líneas eléctricas de alta tensión en:

- Líneas subterráneas con cables aislados.
- Líneas aéreas con conductores desnudos.
- Líneas aéreas con cables unipolares aislados reunidos en haz o con conductores recubiertos.

### **3.2. Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT)**

El REBT, en su instrucción técnica complementaria 06, redes aéreas para **distribución en baja tensión (ITC-BT-06)** clasifica las líneas eléctricas de baja tensión de la siguiente forma:

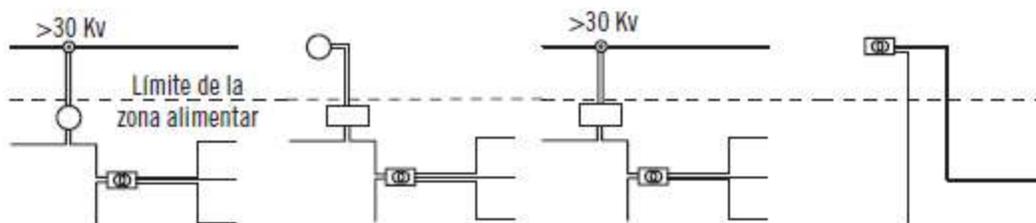
- Redes aéreas para distribución en baja tensión:
  - Redes con conductores aislados.
  - Redes con conductores desnudos.
- Redes subterráneas para distribución en baja tensión:
  - Redes con conductores aislados.

### **3.3. Normas tecnológicas de la edificación**

Según las normas tecnológicas de la edificación, en la norma Instalaciones de Electricidad-Red Exterior, en adelante NTE-IER, se distinguen cuatro tipos de conexión a la red existente:

- a. A una línea de tensión superior a la de las líneas de distribución en alta tensión de la red de distribución prevista en la actuación, en cuyo caso será necesario prever una subestación.
- b. A una subestación o un centro de reparto.
- c. A una línea de tensión igual a las de las líneas de distribución en alta tensión de la red de distribución prevista en la actuación.
- d. A un centro de transformación con potencia disponible suficiente, en cuyo caso el suministro se efectuará exclusivamente en baja tensión.

### Tipos de conexión a la red existentes



#### Simbología

	Conexión a la red existente
	Derivación en alta tensión
	Subestación
	Línea de distribución interior en alta tensión
	Centro de transformación
	Línea de distribución interior en baja tensión

Siguiendo con la NTE-IER, el tipo de red de distribución vendrá determinado por los condicionantes siguientes:

- Forma de conexión a la red general de tipo A, B, C o D.

- Potencia máxima demandada.
- Superficie de la zona.
- Tipo de edificación: extensiva, semi-intensiva o intensiva.

A efectos de esta norma se considera la siguiente calificación, en función de la densidad de viviendas por unidad de superficie:

- Edificación extensiva: de 3 a 15 viviendas/ha.
- Edificación semi-intensiva: de 16 a 30 viviendas/ha.
- Edificación intensiva: de 31 a 75 viviendas/ha.

### **3.4. Tipos de redes de distribución**

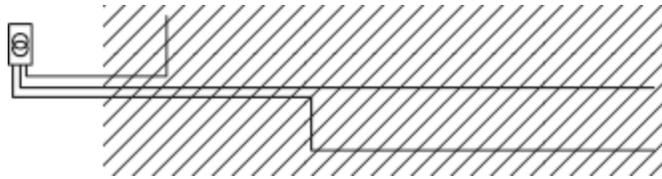
Según lo expuesto en la NTE-IER, se distinguen los siguientes tipos de redes de distribución:

#### **Red en baja tensión exclusivamente**

Constituido por una o más líneas de distribución en baja tensión que parten de un centro de transformación ya existente en la zona o en sus proximidades.

- Conexión a la red existente: tipo D.
- Potencia máxima demandada: la disponible en el centro en que se conecta.
- Superficie máxima alimentada:
  - En edificación extensiva 4 ha.
  - En edificación semi-intensiva 2 ha.
  - En edificación intensiva 1 ha.

#### **Red de baja tensión exclusivamente**

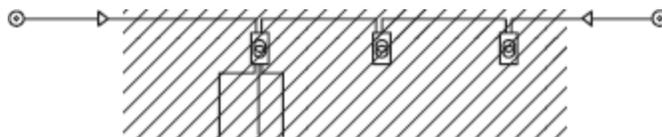


## Red lineal

Constituida por una línea de distribución en alta tensión, un número máximo de 10 centros de transformación y las líneas de distribución en baja tensión.

- Conexión a la red existente: tipo B o C con alimentación doble.
- Potencia máxima demandada: 8.000 Kw
- Superficie máxima alimentada:
  - En edificación extensiva 200 ha.
  - En edificación semi-intensiva 150 ha.
  - En edificación intensiva 80 ha.

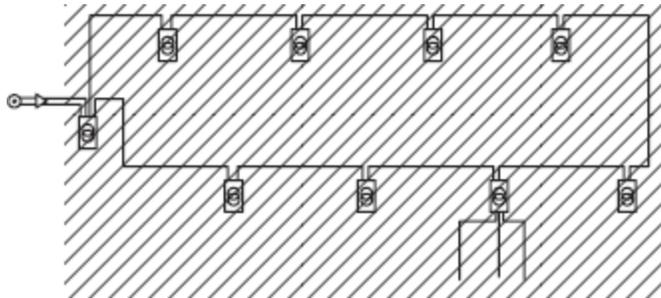
### Red lineal



## Red en anillo

Constituida por una línea de distribución en alta tensión cerrada en anillo, un número máximo de 10 centros de transformación y las líneas de distribución en baja tensión.

## Red en anillo

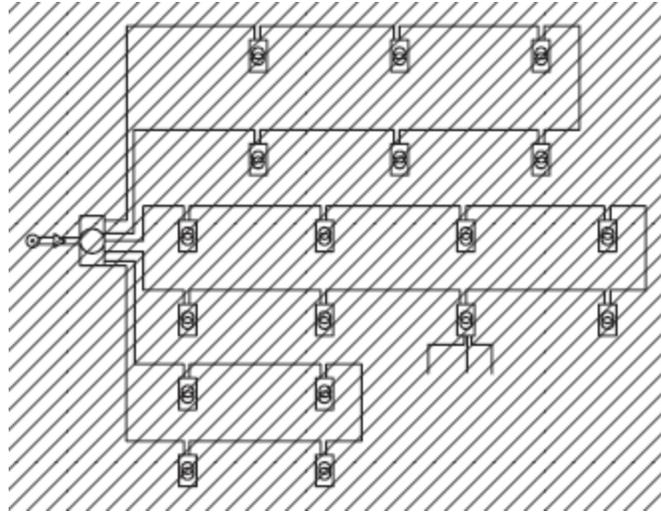


- Conexión a la red existente: tipo B o C con alimentación única.
- Potencia máxima demandada: 8.000 Kw
- Superficie máxima alimentada:
  - En edificación extensiva 200 ha.
  - En edificación semi-intensiva 150 ha.
  - En edificación intensiva 80 ha.

## Red en anillos múltiples

Constituida por varias redes en anillo conectadas a una misma subestación o a un centro de reparto, con un número máximo de 10 centros de transformación por cada anillo y las líneas de distribución en baja tensión.

## Red en anillos múltiples



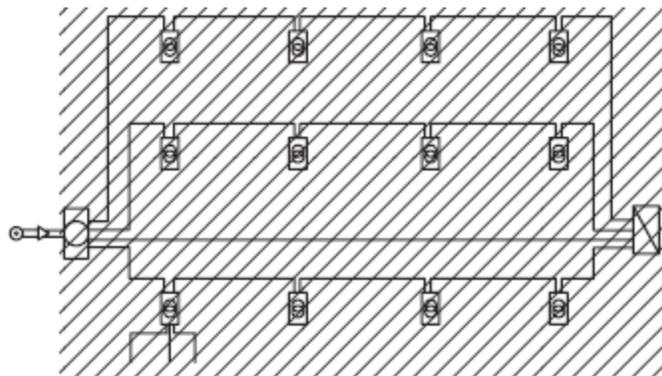
- Conexión a la red existente: tipo A o B con alimentación única.
- Número máximo de anillos:
  - 5 con conexión a una subestación.
  - 3 con conexión a un centro de reparto.
- Potencia máxima demandada:
  - 40.000 Kw con conexión a una subestación.
  - 24.000 Kw con conexión a un centro de reparto.
- Superficie máxima alimentada:
  - En edificación extensiva 200 ha.
  - En edificación semi-intensiva 150 ha.
  - En edificación intensiva 80 ha.

## **Red en huso normal**

Constituida por un máximo de seis líneas de distribución en alta tensión, conectadas por un extremo a una subestación o a un centro de reparto, y por el otro a un centro de reflexión, uno o dos circuitos cero, un máximo de 10 centros de transformación por cada línea de distribución en alta tensión y las líneas de distribución en baja tensión.

- Conexión a la red existente: tipo A o B con alimentación única.
- Potencia máxima demandada: 48.000 Kw
- Superficie máxima alimentada:
  - En edificación extensiva 1200 ha.
  - En edificación semi-intensiva 600 ha.
  - En edificación intensiva 480 ha.

#### Red en huso normal



#### Recuerde

---

El sistema eléctrico español es un sistema complejo, formado por diferentes anillos de igual tensión,

interconectados entre sí a través de subestaciones, estaciones transformadoras y centros de transformación.

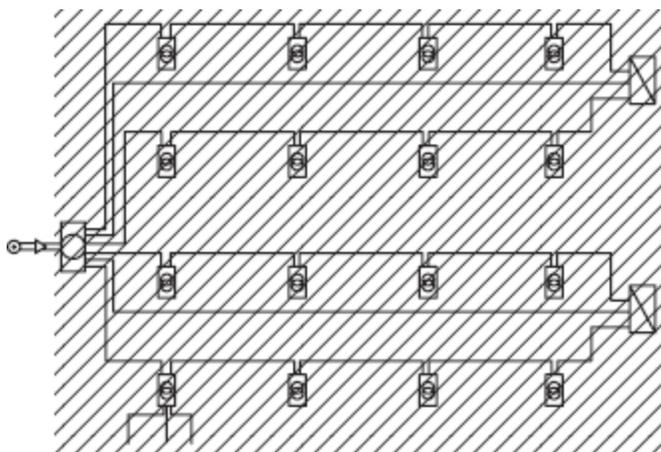
---

## Red en huso normal múltiple

Constituida por dos o más husos normales conectados a una subestación o centro de reparto común.

- Conexión a la red existente: tipo A o B con alimentación única.
- Potencia máxima demandada: 48.000 Kw por cada huso.
- Superficie máxima alimentada:
  - En edificación extensiva 1200 ha.
  - En edificación semi-intensiva 600 ha.
  - En edificación intensiva 480 ha.

### Red en huso normal múltiple

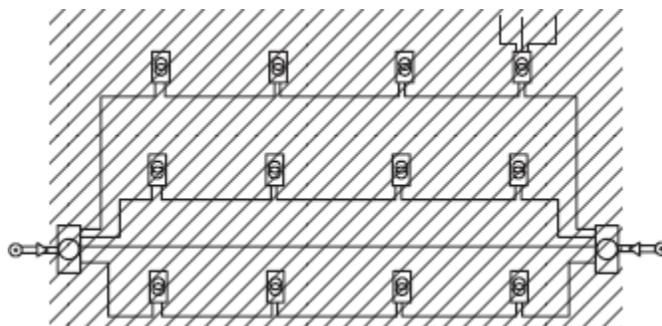


## Red en huso apoyado

Constituida por un máximo de seis líneas de distribución en alta tensión conectadas a dos subestaciones o a dos centros de reparto enlazados entre sí por una línea de interconexión, un máximo de diez centros de transformación por cada línea, y las líneas de distribución en baja tensión. Este tipo de red se utilizará siempre que sea posible por existencia de dos líneas de capacidad suficiente en las proximidades de la zona de actuación. También deberán utilizarse en aquellos casos en que se prevean ampliaciones de la red de distribución o conexiones con otra red, de ser así, uno de los centros de reparto se sustituirá por un centro de reflexión.

- Conexión a la red existente: tipo A o B con alimentación doble.
- Potencia máxima demandada: 48.000 Kw por cada huso.
- Superficie máxima alimentada:
  - En edificación extensiva 1200 ha.
  - En edificación semi-intensiva 600 ha.
  - En edificación intensiva 480 ha.

### Red en huso apoyado





## Recuerde

---

Existen tres criterios para clasificar las líneas eléctricas de transporte y distribución:

- | Según el RLAT
  - | Según el REBT
  - | Según la NTE-IER
- 

## 4. Distribución radial y en anillo

Los tipos de redes de distribución en baja tensión más frecuentes son las distribuciones radiales y en anillo. A continuación se exponen las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.



## Definición

---

### **Distribución radial**

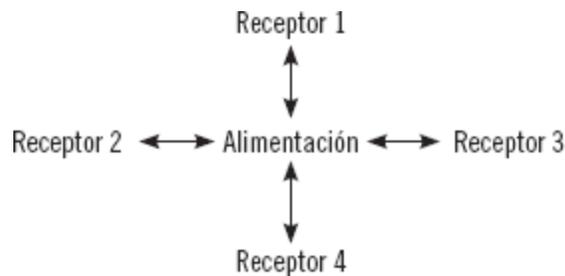
Este tipo de distribución se alimenta desde uno solo de sus extremos, transmitiendo la energía en forma radial.

---

- **Ventajas de la distribución radial:** son redes muy simples, tanto en su forma como en la instalación de protecciones eléctricas.
- **Inconvenientes de la distribución radial:** no garantizan un servicio continuo, ya que, al tener una

única alimentación, si esta falla, no llegaría energía a los receptores.

### Distribución radial



Pertenece a este tipo de distribución las redes en baja tensión exclusivamente (NTE-IER) descritas en el apartado anterior.



### Definición

---

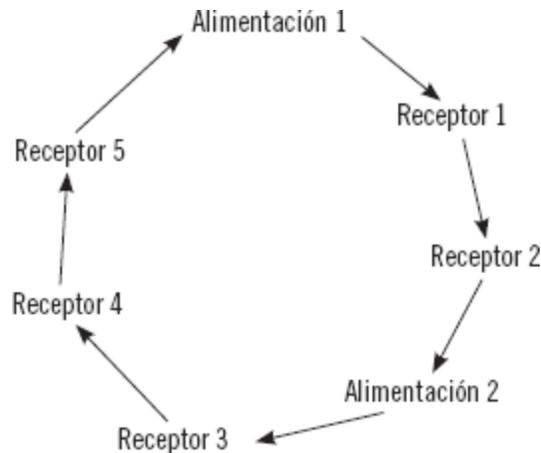
#### Distribución en anillo

También conocida como distribución en bucle cerrado, se caracteriza por estar alimentada desde dos de sus extremos, estando los receptores intercalados entre estos, formando un anillo cerrado.

- **Ventajas de la distribución en anillo:** este tipo de distribución ofrece mayor continuidad de servicio al poder alimentar a los receptores desde puntos distintos, facilitándose además el mantenimiento de la red.

- **Inconvenientes de la distribución en anillo:** se trata de redes de mayor complejidad, tanto constructiva como de protecciones eléctricas.

### Distribución en anillo

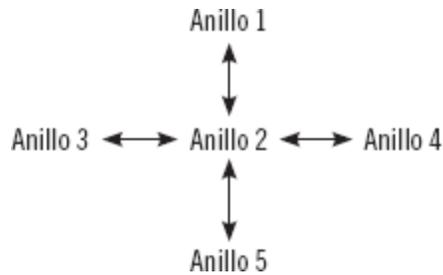


Pertencen a este tipo de distribución las redes en anillo (NTE-IER) descritas en el apartado anterior.

Para asegurar totalmente el servicio a los receptores se recurre a un tercer tipo de distribución llamada **distribución mallada**. En este tipo de distribuciones se combinan redes en anillo interconectadas en forma radial.

- **Ventajas:** se asegura el servicio a los receptores, dando mayor flexibilidad de alimentación a la red y facilitando enormemente el mantenimiento.
- **Inconvenientes:** pueden llegar a ser redes sumamente complejas, tanto en su forma constructiva como en las protecciones eléctricas. Además la potencia de cortocircuito aumenta con rapidez.

### Distribución mallada

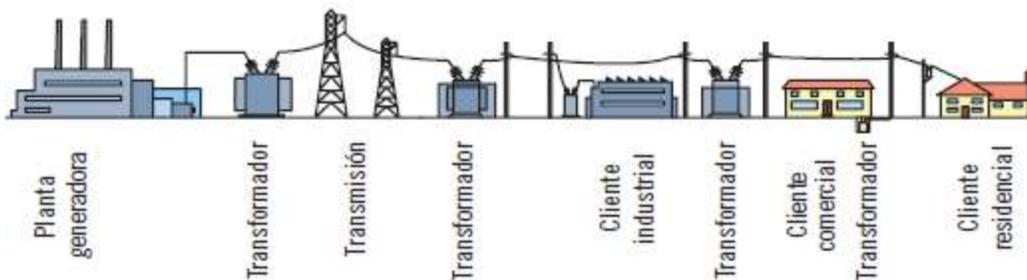


### Sabía que...

La red eléctrica española es una red mallada, donde cada nivel de tensión forma un anillo o bucle cerrado, interconectándose todos los anillos entre sí mediante subestaciones y centros de transformación.

Pertencen a este tipo de distribución las redes en anillos múltiples y las redes en husos (NTE-IER) descritas en el apartado anterior.

**Esquema sistema eléctrico mallado**



## 5. Tipos de esquemas en redes de baja tensión

Según la instrucción técnica complementaria 08 del REBT (ITC-BT-08), **Sistemas de Conexión del Neutro** y de las **Masas en Redes de Distribución de Energía Eléctrica**, existen tres tipos de esquemas de conexión a neutro. Estos son:

## 5.1. Esquema TN

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro, conectado directamente a tierra y a las masas de la instalación receptora a través de conductores de protección.



### Nota

---

Los conductores de protección son conductores para protección contra choques eléctricos. Estos conectan las masas metálicas y elementos conductores de la instalación con la toma de tierra del centro de transformación o de la propia instalación según el tipo de esquema.

---

Este tipo de esquema se divide a su vez en tres tipos:

- **Esquema TN-S:** el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.

### Esquema TN-S