

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

CLASE DE SISTEMA ELECTRICO

Asignatura : Máquinas e Instalaciones Eléctricas

Ing. Mario Marcelo Flores

CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Justificación del sistema eléctrico actual

- Tiene cometido de **generar y producir electricidad** en los lugares más idóneos.
- **Transformar o convertir** esa electricidad a unas características que sean propicias para el **transporte a larga distancia**.
- **Volver a transformar** tal energía para que pueda ser **distribuida** en las cercanías de los **centros de consumo**.
- Finalmente convertirla a unos **valores aptos** para los **abonados o consumidores**.

La energía eléctrica se genera y se transporta en este sistema eléctrico bajo el modo de corriente trifásica.

La razón básica del uso de corriente alterna son:

- La **facilidad** que ésta ofrece para poder **transformarse a otros valores de tensión**.
- **Reducir la pérdida** de energía en el transporte, mediante la transformación de tensiones.
- Por medio de una elevación del valor de tensión a la salida de los centros de producción, se obtienen valores de corriente lo suficientemente bajos, para una determinada potencia, lo cual **no provoca pérdidas elevadas en la impedancia propia de línea de transporte**.

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Los sistemas eléctricos actuales se rigen por una serie de características que, en la mayoría de los casos, son compartidas a nivel internacional.

La tensión de servicio o nominal: ésta se expresa en Volt y resulta ser la principal característica de los sistemas eléctricos, siendo además la que determina el nivel de aislamiento de los elementos que los integran.

Denominación	Tensión nominal [kV]	Aplicación
Baja tensión (BT)	Hasta 1	Distribución
Media tensión (MT)	13,2 33	Producción Distribución
Alta tensión (AT)	132	Subtransmisión Transmisión
	220 330 500	Transmisión

La frecuencia de servicio: ésta se expresa en Hertz (ciclos/segundo), siendo de 50 Hz el valor normalizado en Argentina y en la mayor parte del mundo.

El número de fases: el sistema de tres fases o trifásico es el más generalizado por la sencillez de las instalaciones de producción, transporte y distribución.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Debido a la amplitud del concepto de sistema eléctrico, se divide a éste en subsistemas para una mejor comprensión.

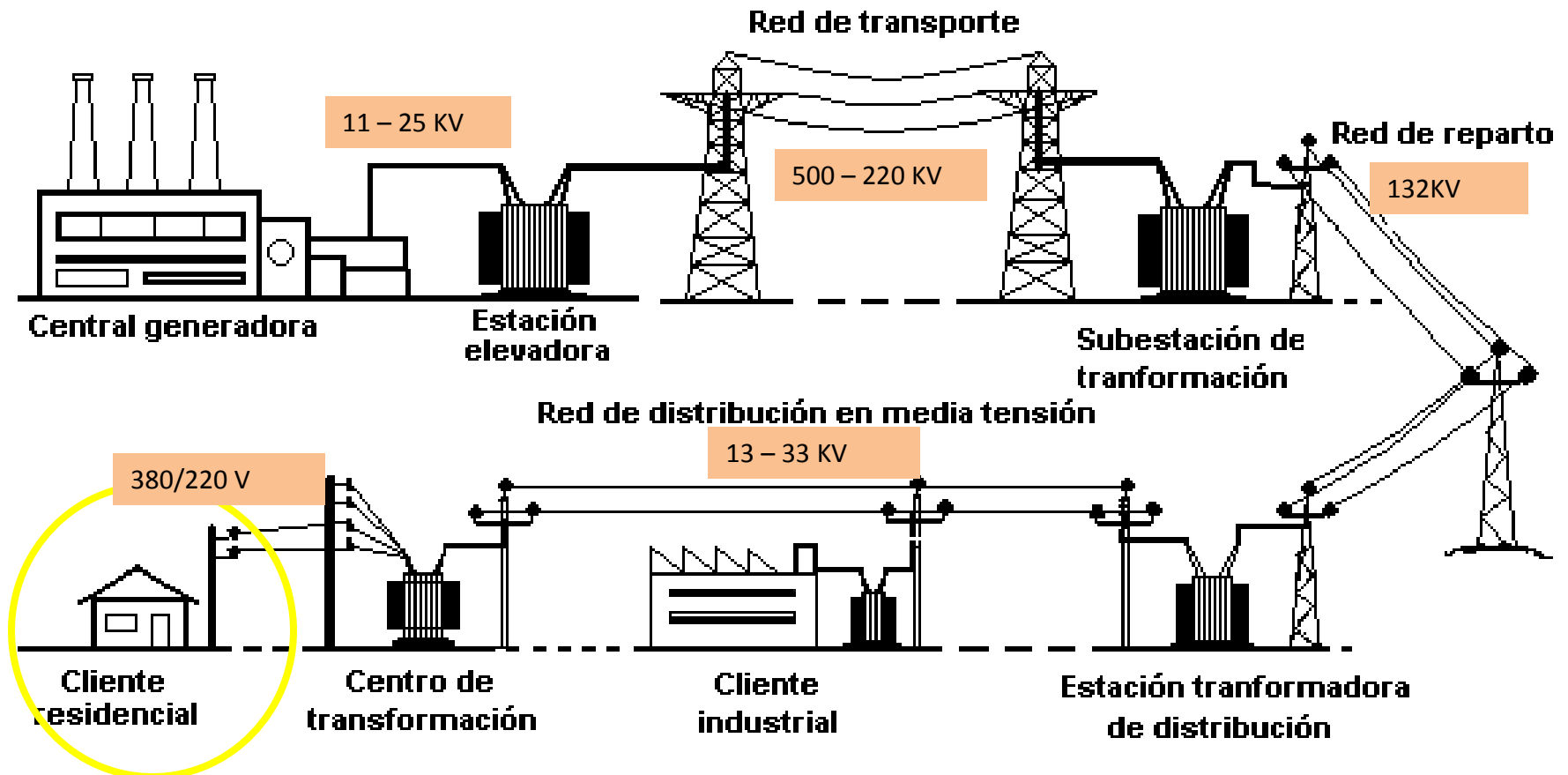
Subsistema de producción: que comprende las centrales generadoras.

Subsistema de transmisión o transporte: comprende las estaciones transformadoras elevadoras, las líneas de transporte y las estaciones transformadoras reductoras.

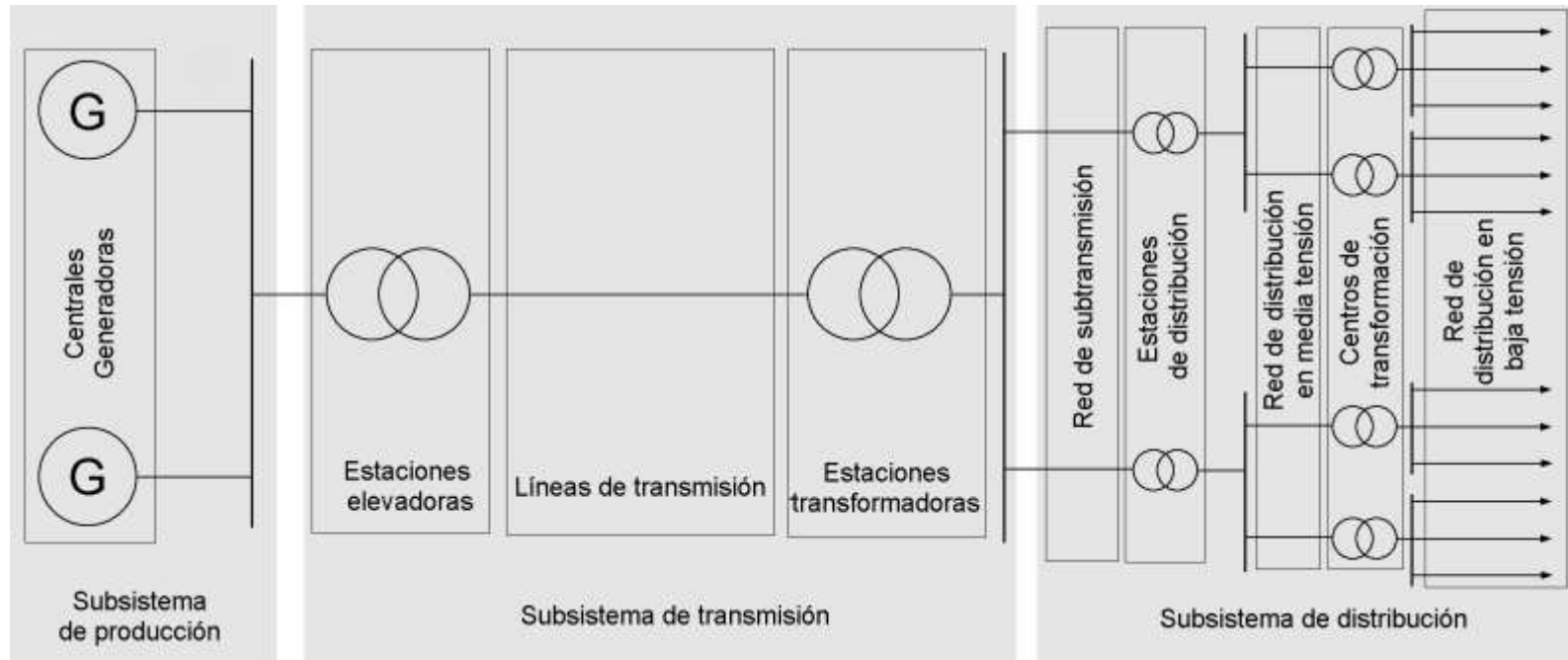
Subsistema de distribución: consta de las redes de subtransmisión, de las estaciones transformadoras de distribución o subestaciones transformadoras de distribución, redes de distribución en media tensión, centros de transformación y redes de distribución en baja tensión.

SISTEMA ELECTRICO TRIFASICO

¿Cómo llega la energía al usuario de Baja Tensión?



ESQUEMA DEL SISTEMA ELECTRICO



DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

CENTRALES GENERADORAS

- Su misión es la de generar electricidad a partir de otras fuentes de energía.
- Las tensiones más habituales de generación oscilan entre 3 y 23 kV, y la potencia generada es una central tipo medio-alto ronda los 500 y 1 000 MVA.
- Por lo general el lugar de generación y producción suele estar alejado de los grandes centros de consumo, esta energía debe ser transportada
- Con el fin de que las pérdidas de energía en el transporte sean lo más pequeñas posibles y que la instalación para tal transporte resulte económica, se elevan esos valores de tensión de generación a valores de tensión de transmisión, que están comprendidas entre 220 y 500 kV

GENERADORES ACOPLADOS A TURBINAS HIDRÁULICAS



PARQUE DE GENERADORES EÓLICOS



Central Termo Eléctrica – Dock Sud

Ciclo combinado – Turbina de gas y vapor – Potencia 860 MW



Central Termo Eléctrica – Dock Sud



Central Termo Eléctrica – Dock Sud



MATRIZ ENERGÉTICA DE ARGENTINA

La Potencia instalada de Argentina rondaba los 28.828 MW para febrero de 2011. Esta potencia proviene exclusivamente de la quema de combustibles fósiles en centrales térmicas, de usinas hidroeléctricas y de plantas nucleares.

Potencia Instalada [MW]	Combustible	Porcentaje
16.700	Fósil	58,0
10.964	Hidráulica	38,0
1.005	Nuclear	3,5
159	Renovables	0.5
28828	TOTAL	100

Como referencia de generación, en Enero 2011, el total de Energía Eléctrica generada estuvo distribuido en:

65% por quema de combustible fósil
29% por centrales hidráulicas
6% por plantas Nucleares

MATRIZ ENERGÉTICA DE ARGENTINA

La Potencia instalada de Argentina se incrementó a 32.748 MW para Julio de 2015.

Esta potencia proviene exclusivamente de la quema de combustibles fósiles en centrales térmicas, de usinas hidroeléctricas y de plantas nucleares.

Potencia Instalada [MW]	Combustible	Porcentaje [%]
19976	Fósil	61
11462	Hidráulica	35
982	Nuclear	3
328	Renovables	1
32748	TOTAL	100

Según datos del Mercado Eléctrico Mayorista, en el año 2015 (curso de Formulación y Evaluación de Proyectos de Energía Eléctrica a partir de Fuentes Renovables - UNLP)

CENTRALES ELÉCTRICAS POR TIPO Y POTENCIA INSTALADA

Tipo de central	Denominación	Ubicación	Potencia instalada [MW]	Año Puesta en Servicio
Carbón	Central Térmica San Nicolás	Buenos Aires San Nicolas	350	
Ciclo combinado	Central Puerto Nuevo	Capital	1178	1995
Ciclo combinado y turbinas de vapor de ciclo abierto.	Central Térmica Costanera	Capital	2319	1963
ciclo combinado, gas y fueloil	Central Dock Sud	Buenos Aires	870	2001
ciclo combinado, gas y fueloil	AES Paraná	Buenos Aires San Nicolas	840	
ciclo combinado, gas y fueloil	Central Gral. Belgrano	Buenos Aires - Campana	837	2009
Hidroeléctrica	Yacireta	Corrientes	3100	1998 - 2011
Hidroeléctrica	Salto Grande	Entre Ríos	1890	1979
Hidroeléctrica	Piedra del Águila	Neuquén	1424	1993
Hidroeléctrica	El Chocón	Neuquén	1227	1973
Hidroeléctrica	Alicurá	Neuquén	1028	1985
Hidroeléctrica	Futaleufú	Chubut	448	1976
Nuclear	Atucha II	Buenos Aires	692	2011-12
Nuclear	Central Embalse	Córdoba	650	1983
Nuclear	Atucha I	Buenos Aires	350	1974

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

ESTACIONES TRANSFORMADORAS ELEVADORAS

- Es el primer paso de transformación que encuentra la energía eléctrica a su salida de las centrales generadoras.
- La principal misión de estas estaciones es la de elevar la tensión de generación a la tensión de transmisión.

Central Termo Eléctrica – Dock Sud



DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

- Son las líneas aéreas que unen las estaciones elevadoras con las subestaciones transformadoras, y por tanto, las encargadas de realizar los transportes de energía a muy larga distancia.
- Los valores de tensión a los que trabajan estas líneas son los correspondientes a los de salida de las estaciones elevadoras.

Linea de Transmisión



DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

ESTACIONES TRANSFORMADORAS

Tienen la función básica de reducir los valores de tensión de transporte a otros más aptos para el reparto en las cercanías de las grandes áreas de consumo. Este valor suele ser de 132 kV. En otras ocasiones, las subestaciones transformadoras realizan la misión de interconexión entre distintas líneas de transporte, por lo que realizan en tales casos funciones de maniobra.

REDES DE SUBTRANSMISIÓN

Son líneas que se distribuyen en torno a los grandes centros de consumo, con un valor de tensión de 132 kV. En la mayoría de las ocasiones estas redes suelen ser aéreas; no obstante, en núcleos urbanos importantes son subterráneas.

ESTACIONES TRANSFORMADORAS DE DISTRIBUCIÓN

Transforman los valores de tensión de subtransmisión a valores de distribución en media tensión (13,2 y 33 kV).

ET entrada 132 KV Patagones – 2 x 132/33/13,2 KV – 2x15/10 MVA



Campo 132 Kv ET 132 KV



Transformadores 132/33/13,2 kV 15/10 MVA



DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

REDES DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIA TENSIÓN

- Son las líneas que unen las estaciones transformadoras con los abonados en media tensión (que suelen ser instalaciones industriales o consumidores de cierta importancia) o con los centros de transformación, donde se vuelven a reducir los valores de tensión.
- Estas redes pueden ser aéreas o subterráneas.

Línea de 33 Kv en operación en 13,2 KV



Alimentador primario 13,2 kV



Alimentador primario 13,2 kV



DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

- Transforman los valores de media tensión a valores aptos para el consumo en baja tensión.
- Estos centros son propiedad de la compañía eléctrica distribuidora, aunque si el abonado lo es en media tensión, dicho centro de transformación suele ser de su propiedad.
- El valor de la tensión secundaria es de 380/220 V, (tensión de línea/tensión de fase)

REDES DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

- Son las líneas que unen los centros de transformación con la acometida del abonado en baja tensión.
- Estas redes en las zonas urbanas de alta densidad poblacional son en su mayoría subterráneas.

Ejemplo PAT 13,2/0,38 kV



Ejemplo PAT 13,2/0,38 kV

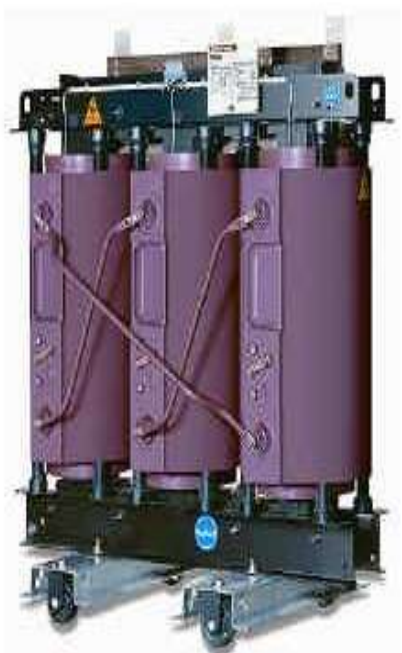


Ejemplo PAT 13,2/0,38 kV





Transformadores aislados en Aceite MT-BT



Transformadores Secos MT-BT (Aislados en Resina Epoxi y en aire) – Corte de Transformador en Aceite

CONFIGURACIONES PRINCIPALES EN LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

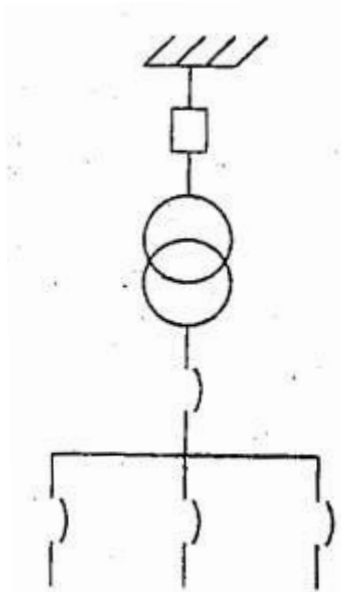
DISTRIBUCIÓN RADIAL

- Las líneas de alimentación parten de un mismo punto y cada una de ellas suministra energía a una determinada cantidad de centros de transformación.
- La salida de servicio de un tramo de cualquiera de los alimentadores deja sin suministro a todas las cargas a él vinculadas.
- Es la red de menor costo; no obstante, la calidad del servicio en lo que se refiere a su continuidad es baja

CONFIGURACIONES PRINCIPALES EN LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

DISTRIBUCIÓN RADIAL

1) Radial simple: es el mas simple y económico, Toda la carga depende de un dispositivo de maniobra y un transformador.



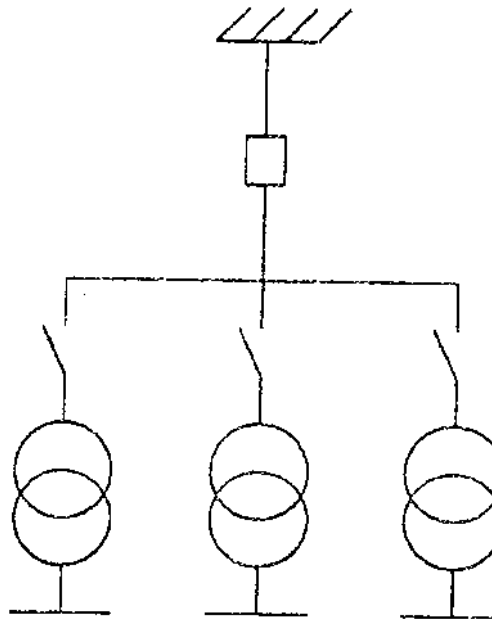
Es el sistema de más baja inversión, de más sencilla operación y expansible fácilmente.

Problema: ante falla o mantenimiento se pierde la carga.

CONFIGURACIONES PRINCIPALES EN LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

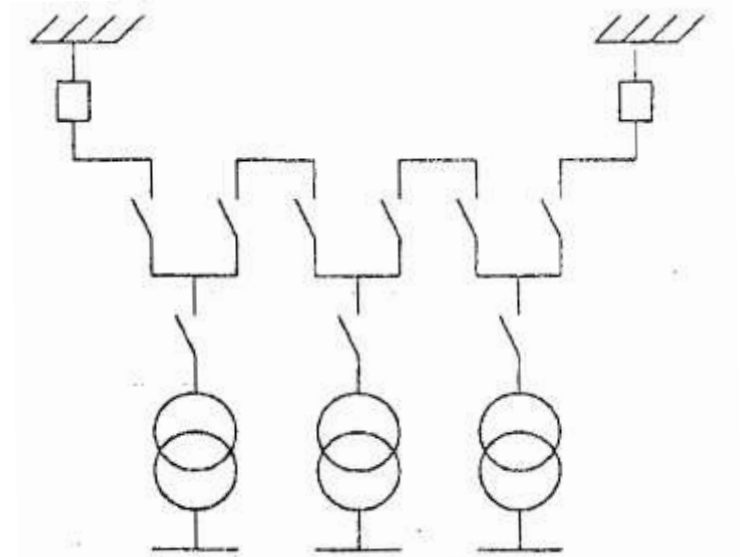
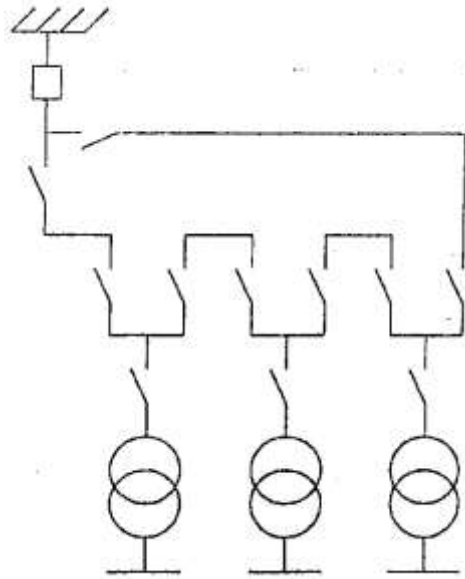
DISTRIBUCIÓN RADIAL

2) Sistema radial expandido: se distribuye a tensión primaria (MT) a subestaciones ubicadas en donde la carga se concentra. El problema que presenta es que una falla en el cable de alimentación a los transformadores deja sin servicio a toda la planta.



CONFIGURACIONES PRINCIPALES EN LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

DISTRIBUCIÓN EN ANILLO

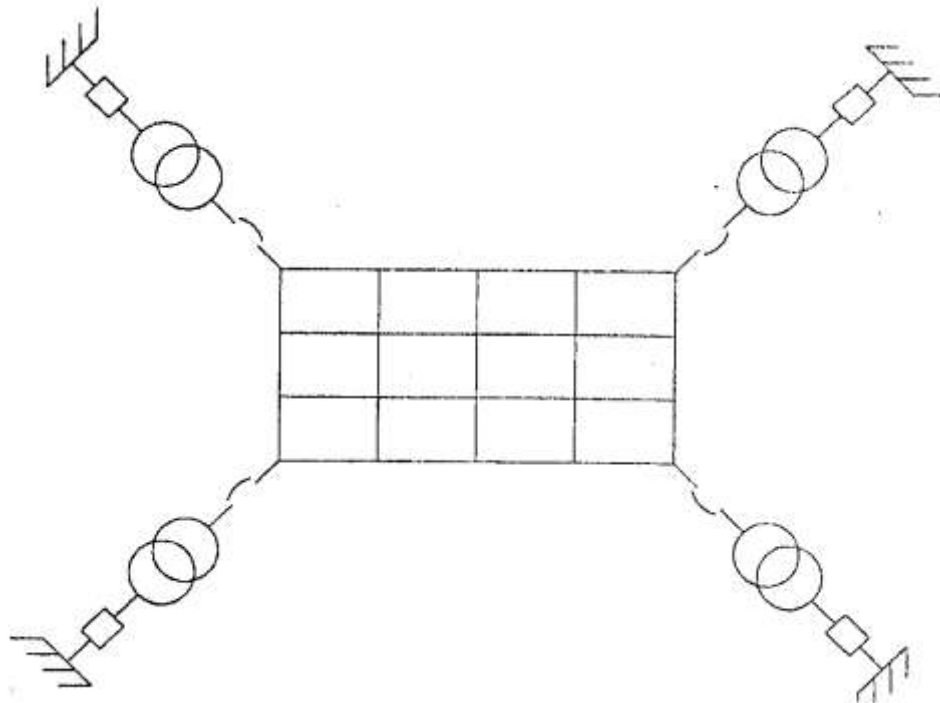


- Los alimentadores se cierran sobre si mismos de tal manera que un fallo en alguno de los tramos no impide que el servicio se mantenga, ya que los medios de protección aislarán la parte defectuosa permitiendo que el suministro alcance a todos los centros de transformación desde cada uno de los extremos del anillo.
- Tiene como inconveniente el hecho de la necesidad de seleccionar el cable para que sea capaz de conducir la totalidad de la corriente desde un solo extremo, situación que se presenta cuando la falla se produce entre cualquiera de los interruptores de salida y el centro de transformación inmediato.
- Desde luego, los mencionados interruptores deben también ser aptos para la misma intensidad de corriente. Todo ello hace que la red sea más costosa

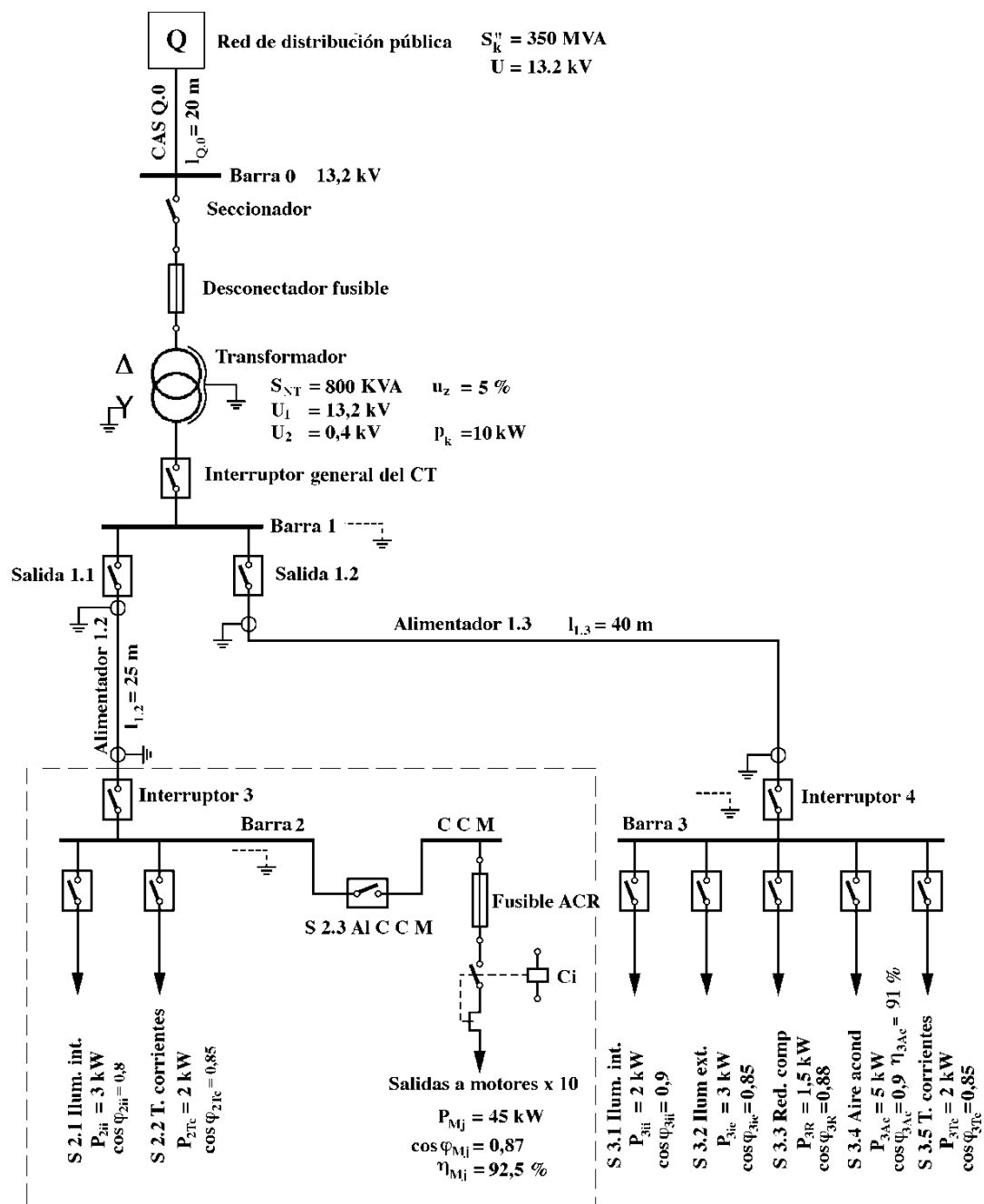
CONFIGURACIONES PRINCIPALES EN LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

DISTRIBUCIÓN EN MALLA O NET WORK

- En este caso los alimentadores conforman una red de mallas que abarcan un conjunto de consumidores, como por ejemplo los correspondientes a una manzana.
- En determinados vértices de la cuadrícula se disponen transformadores de MT a BT de tal manera que la falla de alguno de ellos, o de alguno de los cables, no impide el normal suministro ya que es atendido por el resto del sistema.
- Tiene alto nivel de Cortocircuito



ESQUEMA UNIFILAR DE INSTALACION INDUSTRIAL EN MEDIA Y BAJA TENSION



CENTRO DE CARGA O BARICENTRO ELÉCTRICO

Existen usuarios, que por su envergadura o, que simplemente por menor costo de energía, compran la misma en Media Tensión, debiendo ellos mismos adecuar el nivel de tensión mediante centros de transformación propios.

Aquí surge una pregunta: ¿Dónde conviene construir la Subestación Transformadora para reducir los costos de operación?

- La ubicación óptima del centro de transformación, disminuyendo los costos surgidos de las pérdidas (mayores en B.T., por los niveles de corriente mas elevados) se puede estimar mediante el método de los “MOMENTOS ELÉCTRICOS”, que se explica a continuación.
- Este método pretende definir la ubicación, de acuerdo a “la densidad de cargas”, es decir el centro de transformación quedará mas cercano al punto donde se encuentra una mayor cantidad de potencia por unidad de superficie.
- Considerando el origen de coordenadas en el vértice inferior izquierdo, se referencian las cargas, y se calculan las coordenadas del centro de carga.

CENTRO DE CARGA O BARICENTRO ELÉCTRICO

Considerando el origen de coordenadas en el vértice inferior izquierdo, se referencian las cargas, y se calculan las coordenadas del centro de carga.

Las coordenadas del centro de carga se obtienen, mediante la siguiente expresión.

$$X_G = \sum P_i \cdot X_i / \sum P_i$$

$$Y_G = \sum P_i \cdot Y_i / \sum P_i$$