



Universidad de la República
Uruguay

nib

núcleo de ingeniería biomédica

Ingeniería Clínica

Sistemas de distribución eléctrica en BT

15 de octubre de 2024

Prof. Ing. Franco Simini, Ing. Pablo Sánchez,
Ing. Isabel Morales

Núcleo de Ingeniería Biomédica de la Facultades de Medicina e Ingeniería,
Hospital de Clínicas, piso 15, sala 2.

Agenda

- Matriz energética uruguaya
- Esquema general de transmisión y distribución
- Tipos de suministro
- Sistemas de distribución
- Corrientes y bucles de defecto

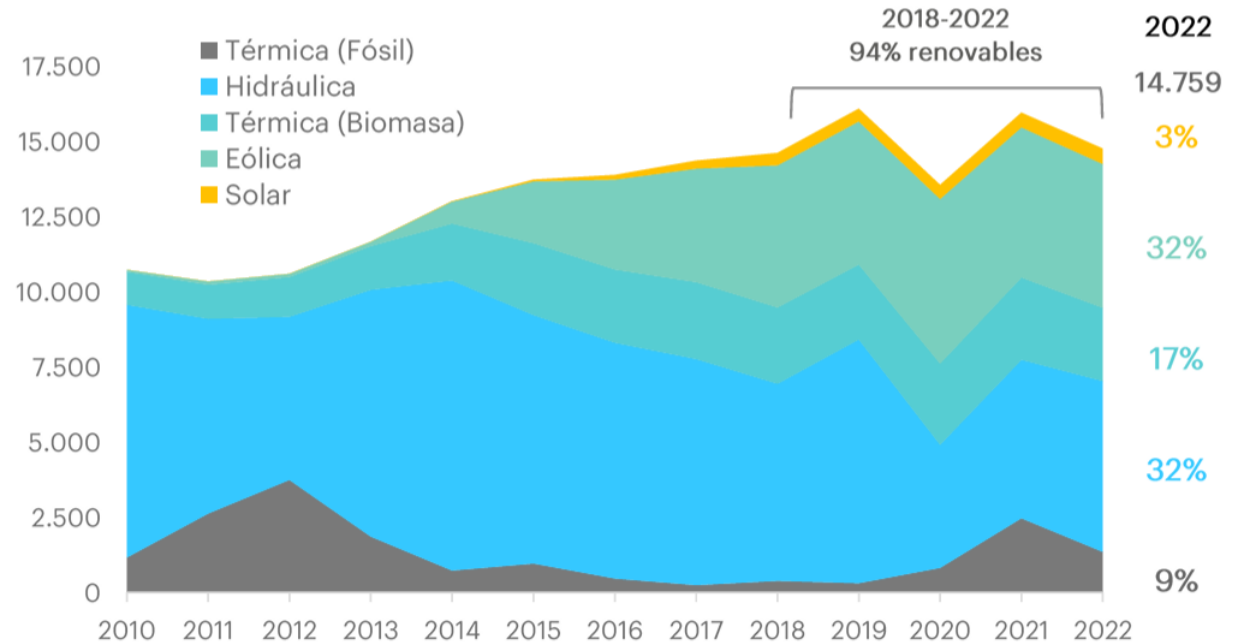


Matriz energética del Uruguay

Potencia generada e intercambiada:
últimas 24 hs

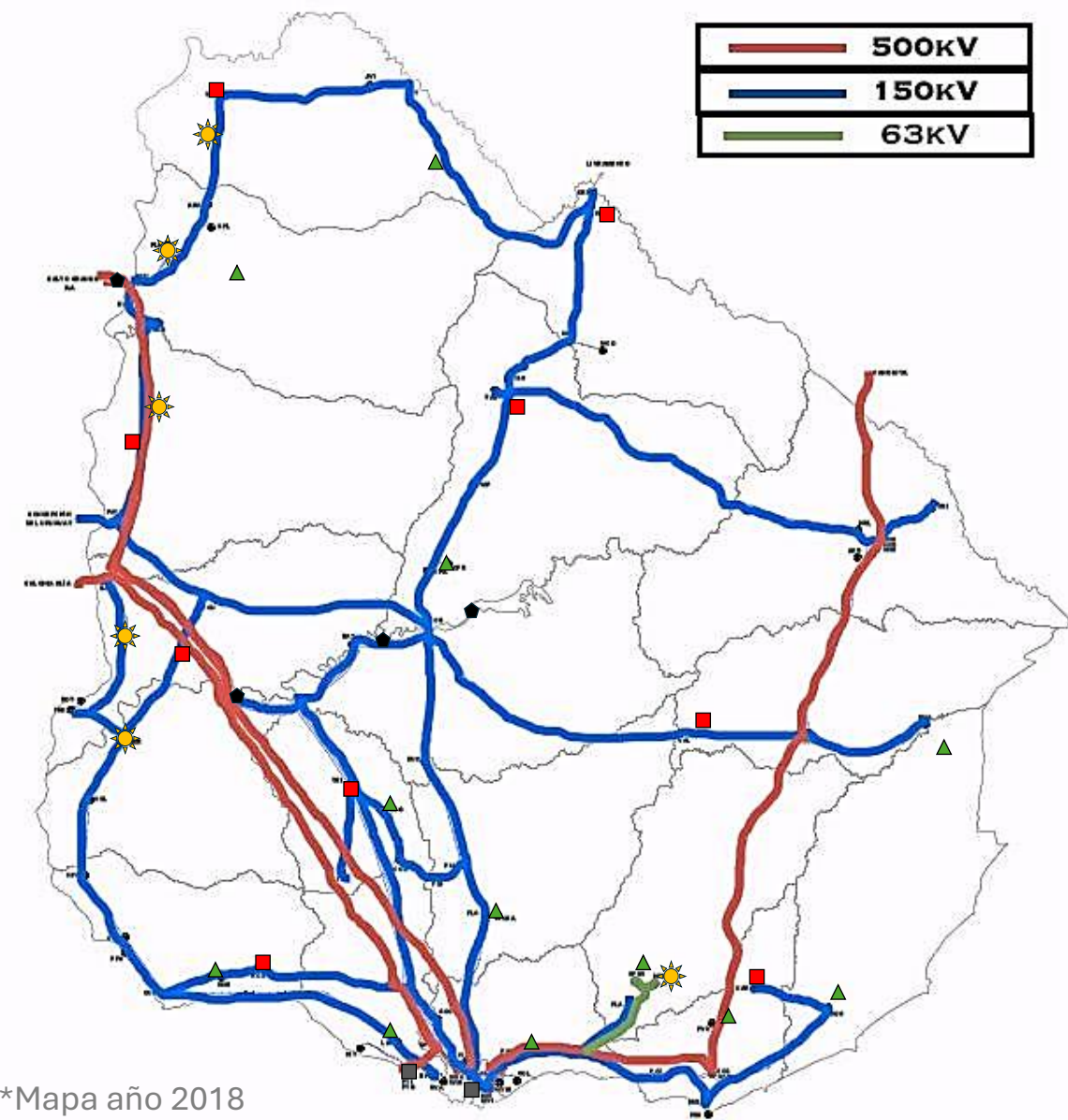
Link

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR FUENTE (GWH)
(2010 - 2022)



Fuente: elaborado por Uruguay XXI con base en datos de BEN 2021⁸.

Energías Renovables en Uruguay, Uruguay XXI



Sistema Interconectado Nacional

Principales ubicaciones de fuentes de energía

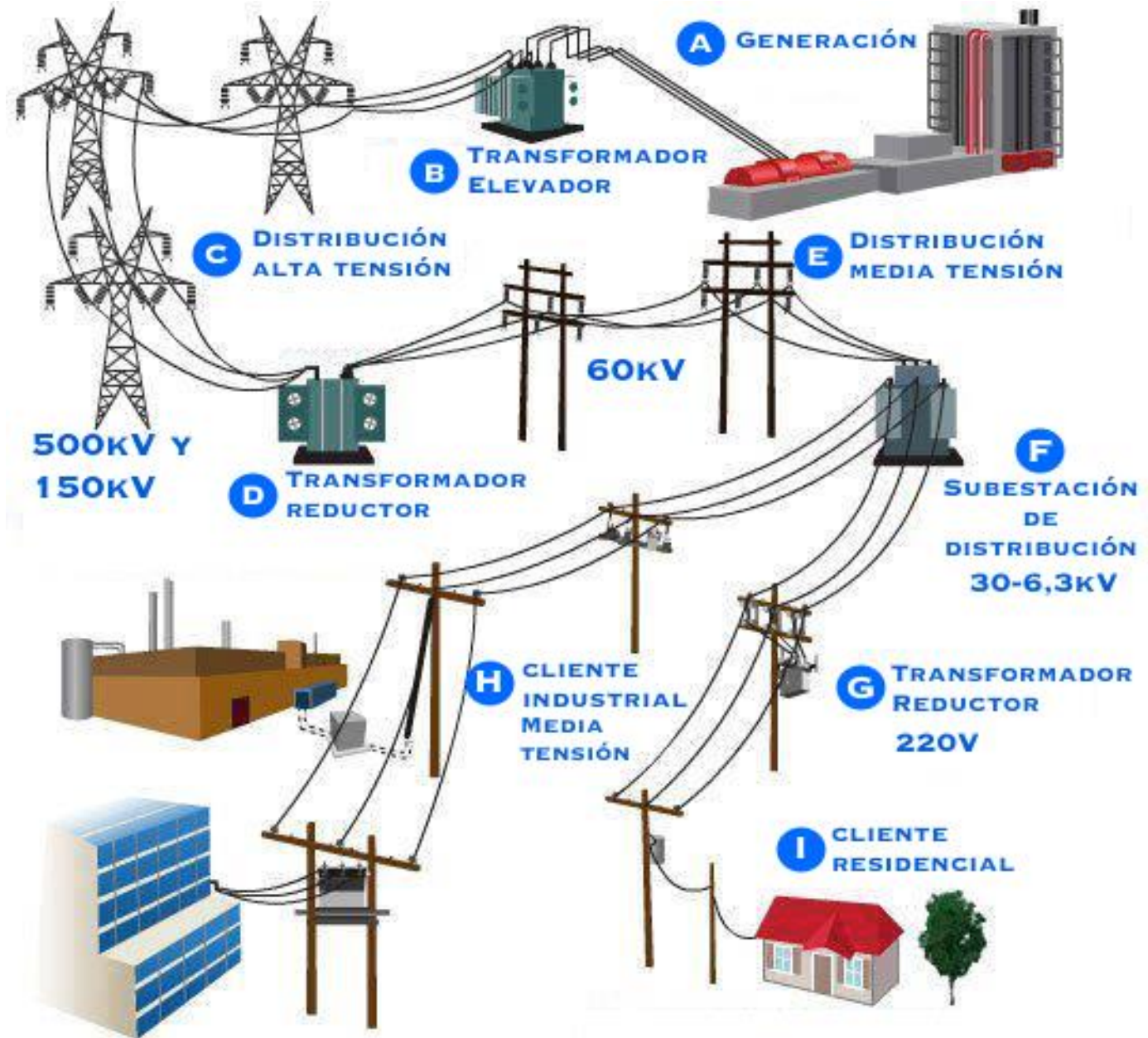
Referencias

■	Biomasa
☀	Solar fotovoltaica
▲	Eólica
◆	Hidroeléctrica
□	Térmica (fósil)

*Mapa año 2018

Fuente: La transición energética y la integración regional, URSEA, julio 2022

Esquema general de transmisión y distribución



Tipos de suministro

En Uruguay, la energía eléctrica la gestiona la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (conocida como UTE).

Entidad responsable de las regulaciones y comercialización de la energía eléctrica.

No hay entidades privadas que comercialicen directo con clientes, solo a través de UTE.



Tipos de suministro

UTE puede suministrar energía eléctrica en baja tensión (BT), media tensión (MT) o alta tensión (AT), dependiendo de la potencia solicitada

Rango	Tensiones			
Alta tensión	63kV	150kV	500kV	
Media tensión	6,3kV	15kV	22kV	31,5kV
Baja tensión	230V*	400V		

*Suministrada monofásica o trifásica.

Fuente: Tipos de Suministro e Instalaciones de Enlace, material de clase

La tensión de suministro dependerá de la potencia solicitada y la zona del país en la que se encuentre el solicitante.



Tipos de suministro

Potencia a contratar en BT:

Suministro monofásico (kW)	Suministro trifásico (kW)
1,4	12
2,3	15
3,7	20
4,6	25
7,4	30
9,2	35
11,5	40*
14,5	

*Mayor a 40kW se puede solicitar potencias con incrementos no menores a 1kW

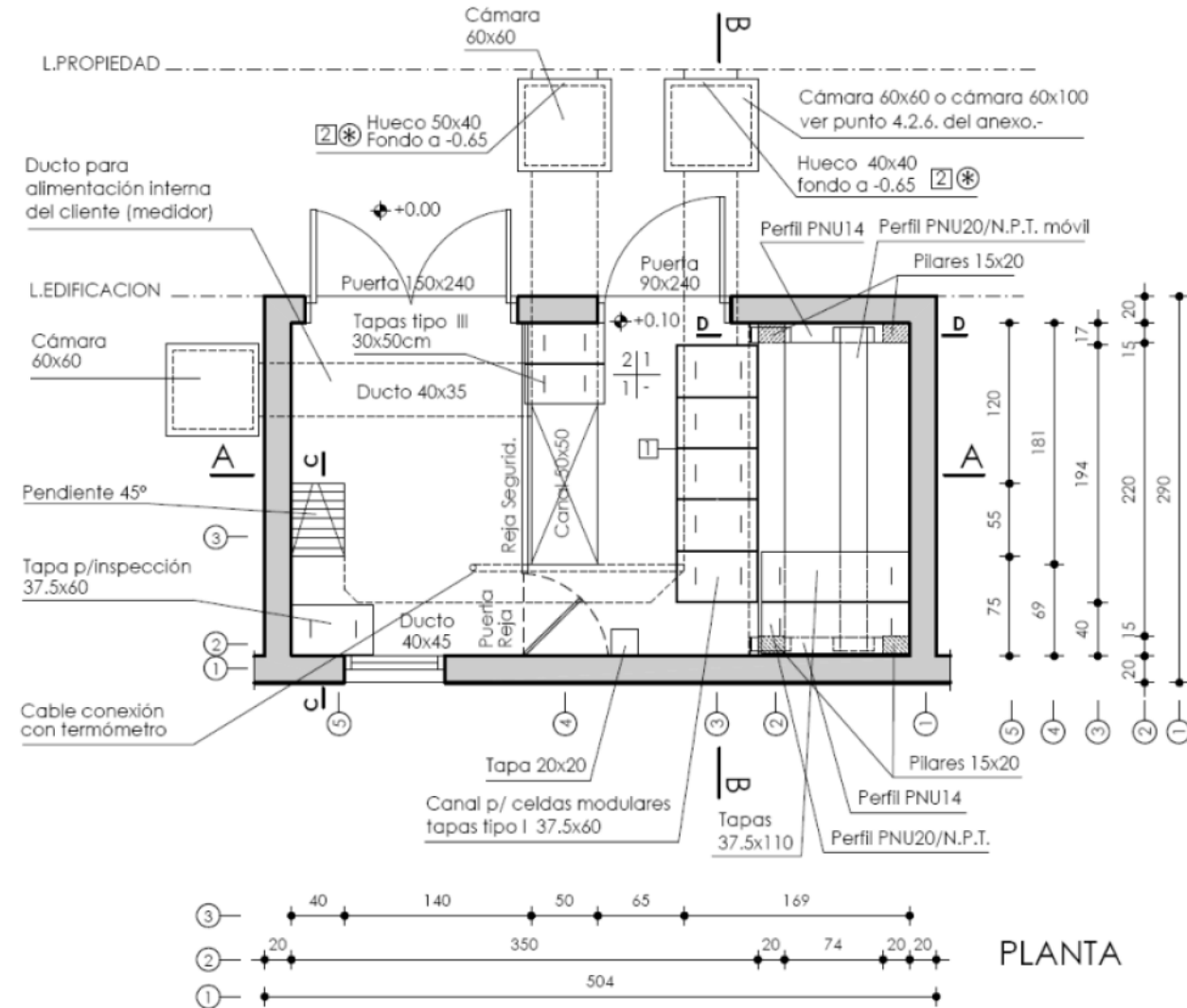
Superando los 300kW, se suministra en MT.

Fuente: Tipos de Suministro e Instalaciones de Enlace, material de clase

Tipos de suministro

Cuando el suministro sea en MT:

- Cliente tiene la obligación de disponer de un local para el puesto de conexión y medida de UTE.
- Debe contemplar espacio para la subestación transformadora propia en su predio



Manual para Locales para Subestaciones y Puestos de Conexión y Medida Modulares Normalizados

Sistemas de distribución

En los sistemas de **distribución en BT (230V y 400V)** que suelen alimentar de energía eléctrica a los hospitales en Uruguay:

se distinguen **tres tipos** de distribución, que se diferencian en la forma de realizar la puesta a tierra de las masas de la instalación y del neutro del transformador.



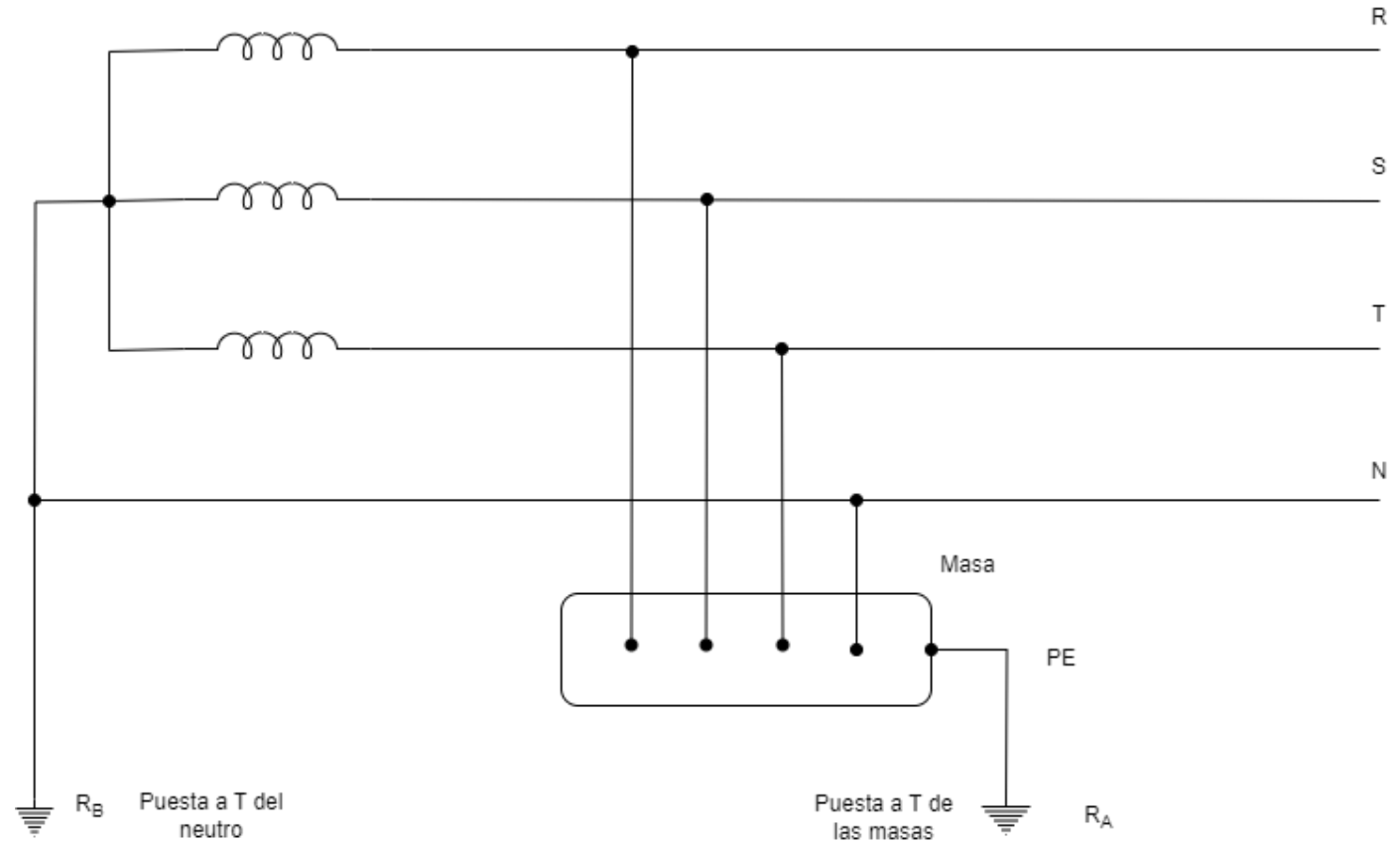
Sistemas de distribución

Sistema TT

- Neutro del transformador conectado a tierra.
- Masas de la instalación conectadas a una tierra independiente de la del transformador.

Es el sistema que utiliza UTE en su distribución pública de 400V.

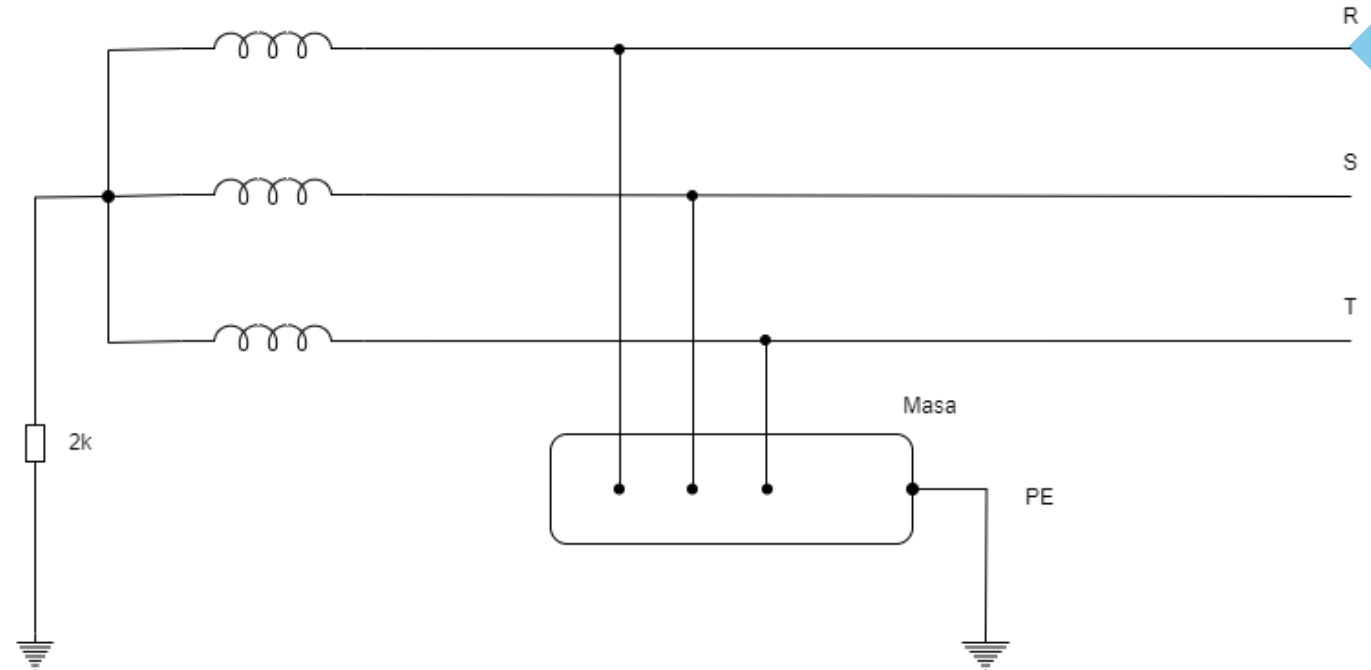
400V entre fases
230V entre fase y neutro



Sistemas de distribución

Sistema IT

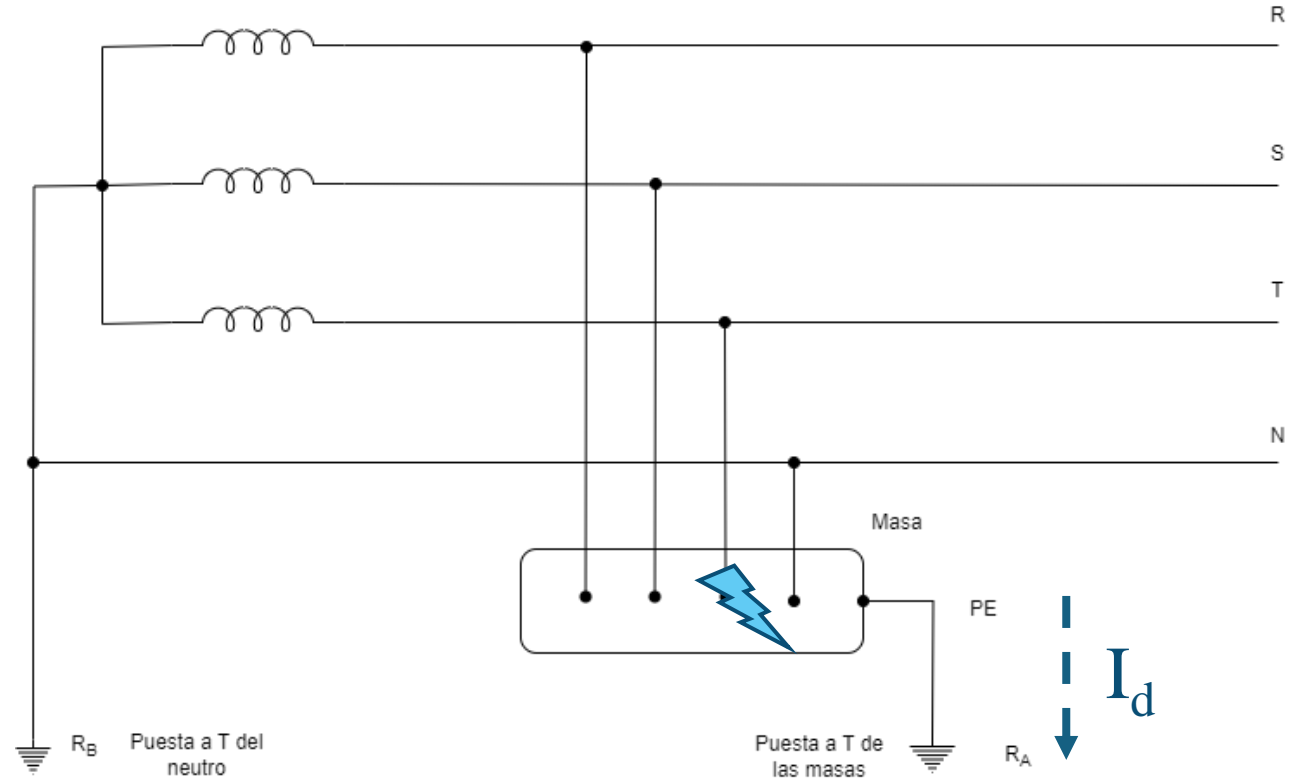
- Neutro del transformador aislado o conectado a tierra por una impedancia elevada ($1000\Omega \sim 2000\Omega$).
- Masas de la instalación conectadas directamente a la puesta a tierra.



230V entre fases

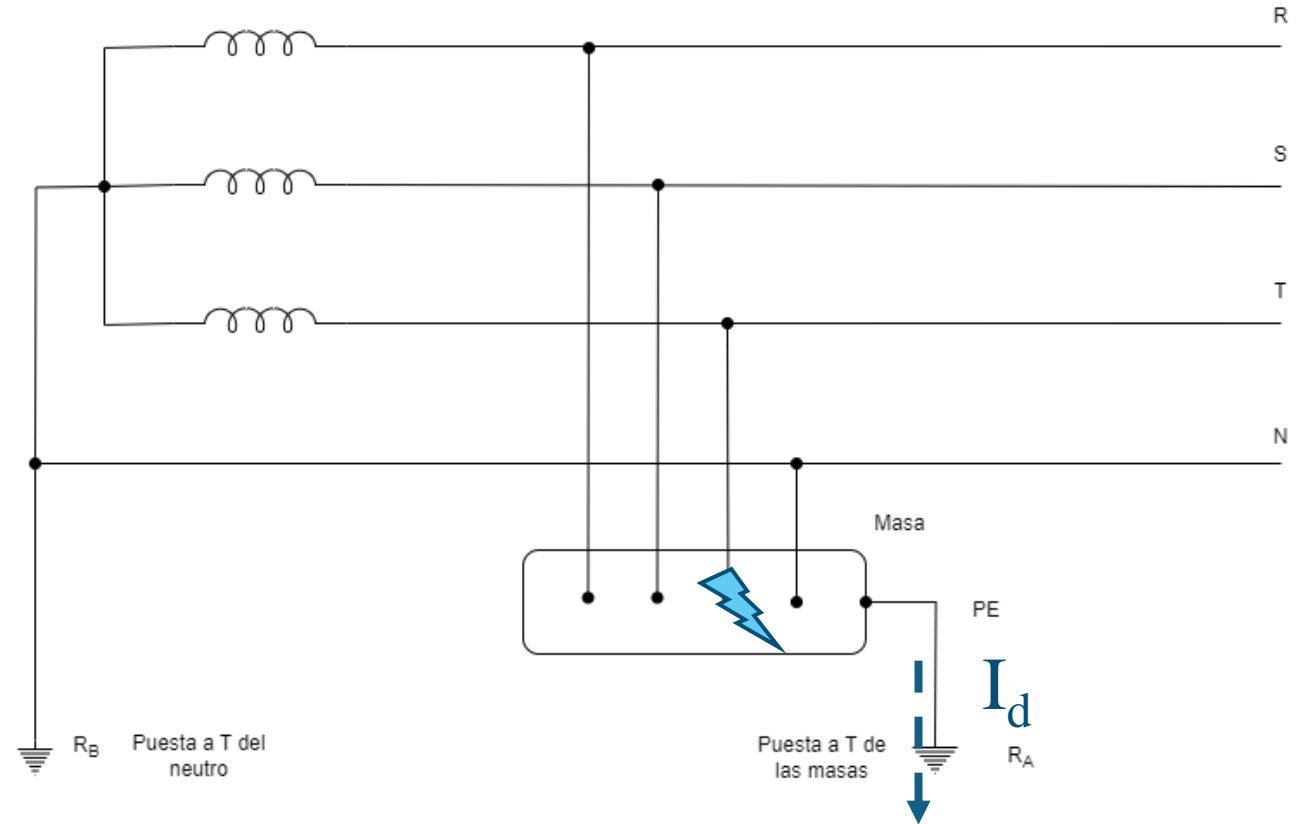
Corrientes y bucles de defecto

La corriente de defecto I_d es la que circula por un bucle (bucle de defecto) cuando hay una falla de aislamiento



Corrientes y bucles de defecto

- ¿Cuál sería el bucle de defecto en el caso de la falla de aislación de la figura?
- ¿En qué orden de magnitud estaría la corriente de defecto en este tipo de sistema?



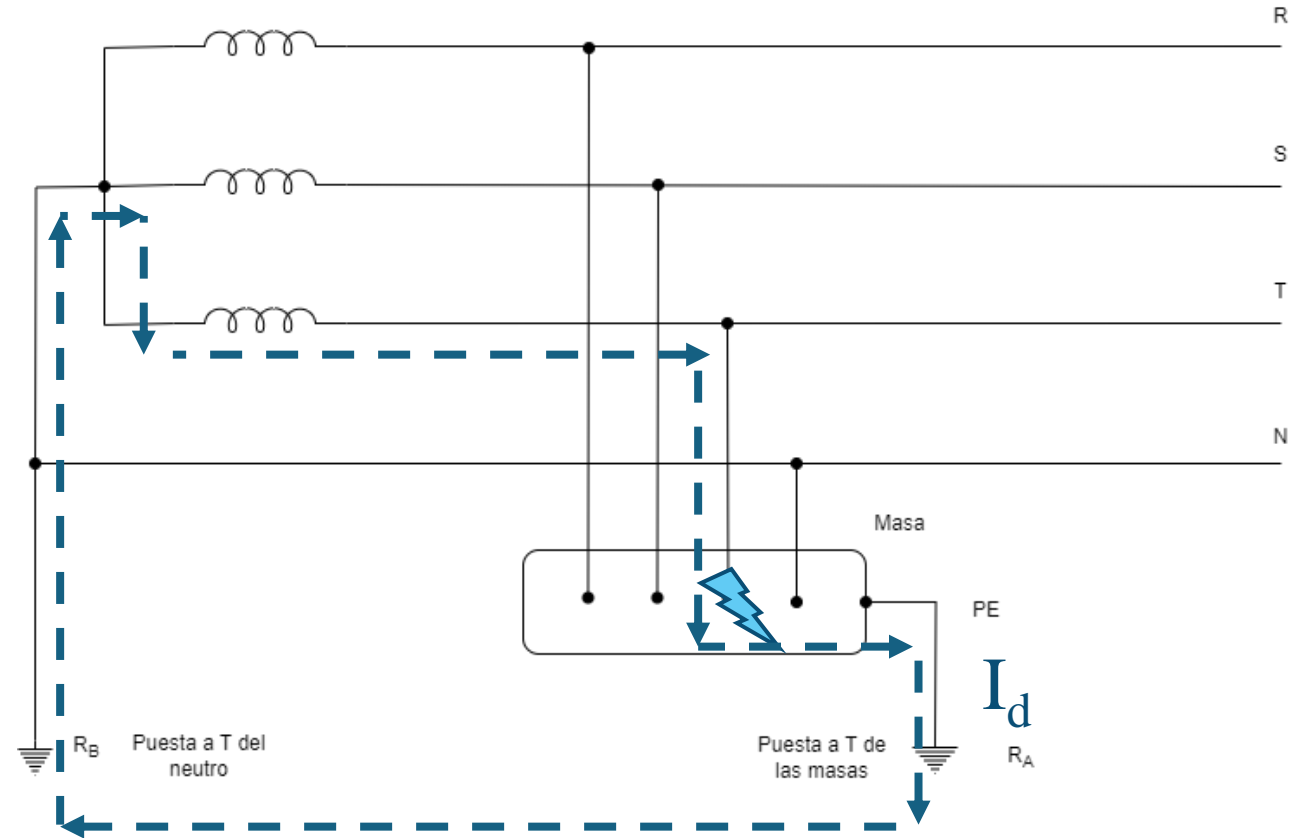
Corrientes y bucles de defecto

- ¿Cuál sería el bucle de defecto en el caso de la falla de aislación de la figura?
- ¿En qué orden de magnitud estaría la corriente de defecto en este tipo de sistema?

Corriente de defecto:
$$I_d = \frac{U_0}{R_A + R_B}$$

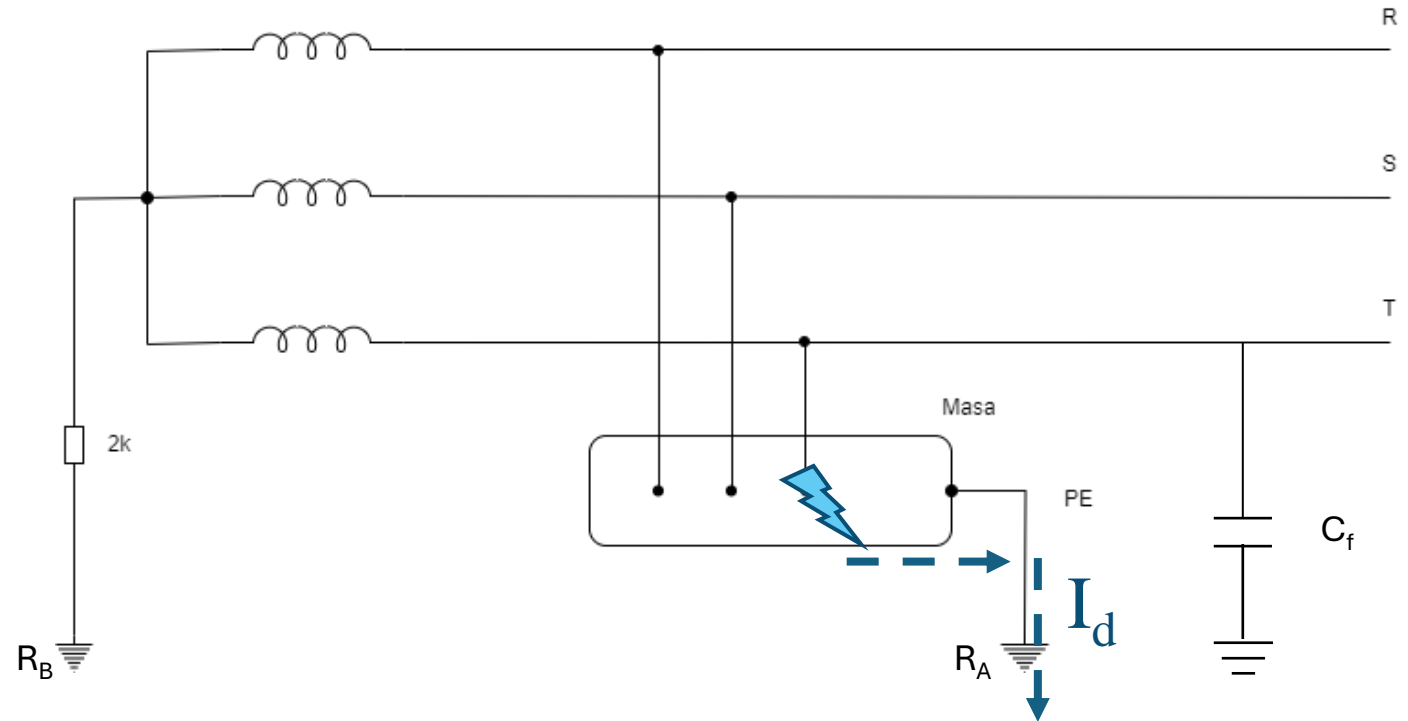
¡Decenas de amperes!

¿Protección? **Se debe usar diferencial**



Corrientes y bucles de defecto

- ¿Cuál sería el bucle de defecto en el caso de la falla de aislación de la figura?
- ¿En qué orden de magnitud estaría la corriente de defecto en este tipo de sistema?

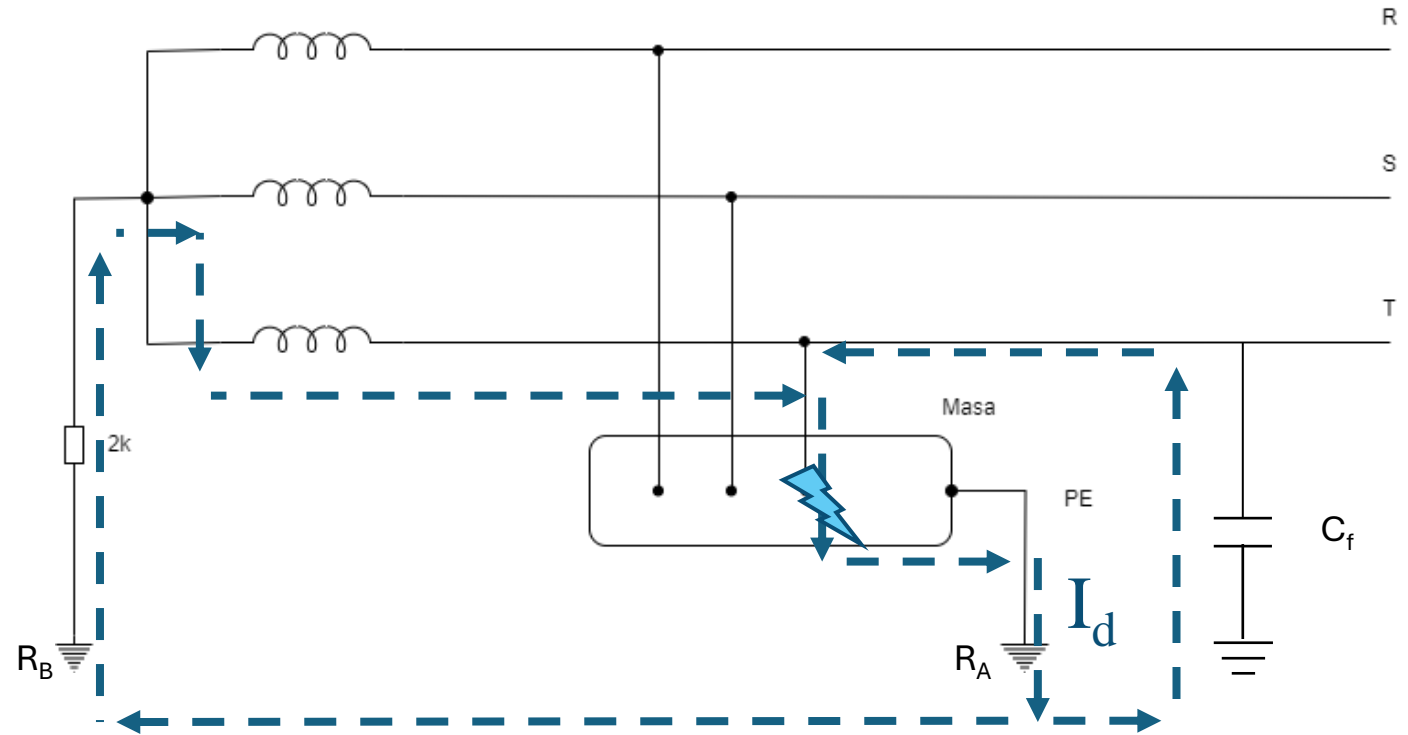


Corrientes y bucles de defecto

- ¿Cuál sería el bucle de defecto en el caso de la falla de aislación de la figura?
- ¿En qué orden de magnitud estaría la corriente de defecto en este tipo de sistema?

Corriente de defecto:

Limitada por la aislación del neutro (algunos $k\Omega$) o por capacitancias de fuga a tierra (a 50Hz, pueden ser algunos $k\Omega$)



Muchas
gracias
¿Preguntas?



Universidad de la República
Uruguay

nib

núcleo de ingeniería biomédica

