

Guía de Trabajo

Estabilidad

Jezzy James Huamán Rojas



Guía de Trabajo *Estabilidad*
Jezzy James Huamán Rojas

Código: ASUC01272
Plan de Estudios 2018
Material publicado con fines de estudio

Huancayo, 2023

De esta edición

© Universidad Continental, Oficina de Gestión Curricular
Av. San Carlos 1795, Huancayo-Perú
Teléfono: (51 64) 481-430 anexo 7361
Correo electrónico: recursosucvirtual@continental.edu.pe
<http://www.continental.edu.pe/>

Corrección de textos
Roy Vega Jácome

Diseño y diagramación
Edson Quilca Romero

Cuidado de edición
Fondo Editorial y Gestión Curricular

Todos los derechos reservados.

La *Guía de Trabajo*, recurso educativo editado por la Oficina de Gestión Curricular, puede ser impresa para fines de estudio.

Contenido

| | |
|--|----|
| Presentación | 5 |
| Primera Unidad | |
| Definición de estabilidad. Características de operación de la máquina síncrona | 7 |
| Semana 1: Sesión 1 | |
| Generación síncrona | 8 |
| Segunda Unidad | |
| Modelamiento de la máquina síncrona y el estudio de estabilidad de señal pequeña | 11 |
| Semana 7: Sesión 7 | |
| Protección de sobrevoltaje | 12 |
| Tercera Unidad | |
| Espacio de estados y estabilidad de gran señal | 17 |
| Semana 10: Sesión 10 | |
| Sistema de transmisión: desempeño sin carga | 18 |
| Cuarta Unidad | |
| Estabilidad de tensión y estabilidad de frecuencia | 23 |
| Semana 14: Sesión 14 | |
| Línea de transmisión para red de distribución radial | 24 |
| Referencias | 29 |

Presentación

Bienvenido al curso obligatorio de Estabilidad. La presente guía le servirá para orientar su paso en el autoaprendizaje a través de laboratorios con aplicaciones a situaciones reales.

Estabilidad es una asignatura obligatoria que se ubica en el décimo periodo de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica. No es requisito de ninguna asignatura. Con este curso se desarrolla, en un nivel logrado, la competencia transversal de Conocimientos de Ingeniería, así como las competencias específicas de Uso de Herramientas Modernas, Análisis de Problemas, y Diseño y Desarrollo de Soluciones. En virtud de lo anterior, su relevancia reside en brindar al estudiante los conceptos generales de la estabilidad de los sistemas de potencia.

Los contenidos generales que la asignatura desarrolla son los siguientes: regulación de voltaje; regulación de tensión, y análisis de sensibilidad de los sistemas de potencia.

Al finalizar el curso, usted será capaz de conceptualizar los problemas en el sistema de transmisión asociados al control de tensiones y otros, así como estudiar los equipos de compensación reactiva requeridos en cada caso, con particular énfasis en los equipos instalados y la problemática del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, y tratar con profundidad los temas relacionados con la utilización de los equipos en la operación de sistemas eléctricos de potencia.

Al leer la presente guía, usted deberá desarrollar de forma autónoma o colaborativa todo el proceso que solicita cada hoja práctica y contrastar su contenido con lo que el docente desarrolle en el horario de clases prácticas.

El autor

Primera Unidad



Definición de estabilidad.
Características de operación
de la máquina síncrona

Semana 1: Sesión 1

Generación síncrona

Sección: Fecha:/...../..... Duración: 60 minutos

Docente: Unidad: 1

Nombres y apellidos:

Instrucciones

Se realizará una prueba de generación hidroeléctrica con el módulo Smart Grid, considerando una conexión en estrella para el generador, y no se conectará ninguna carga.

I. Propósito

Conocer el funcionamiento de un generador síncrono y verificar la importancia del circuito de excitación.

II. Descripción de la actividad a realizar

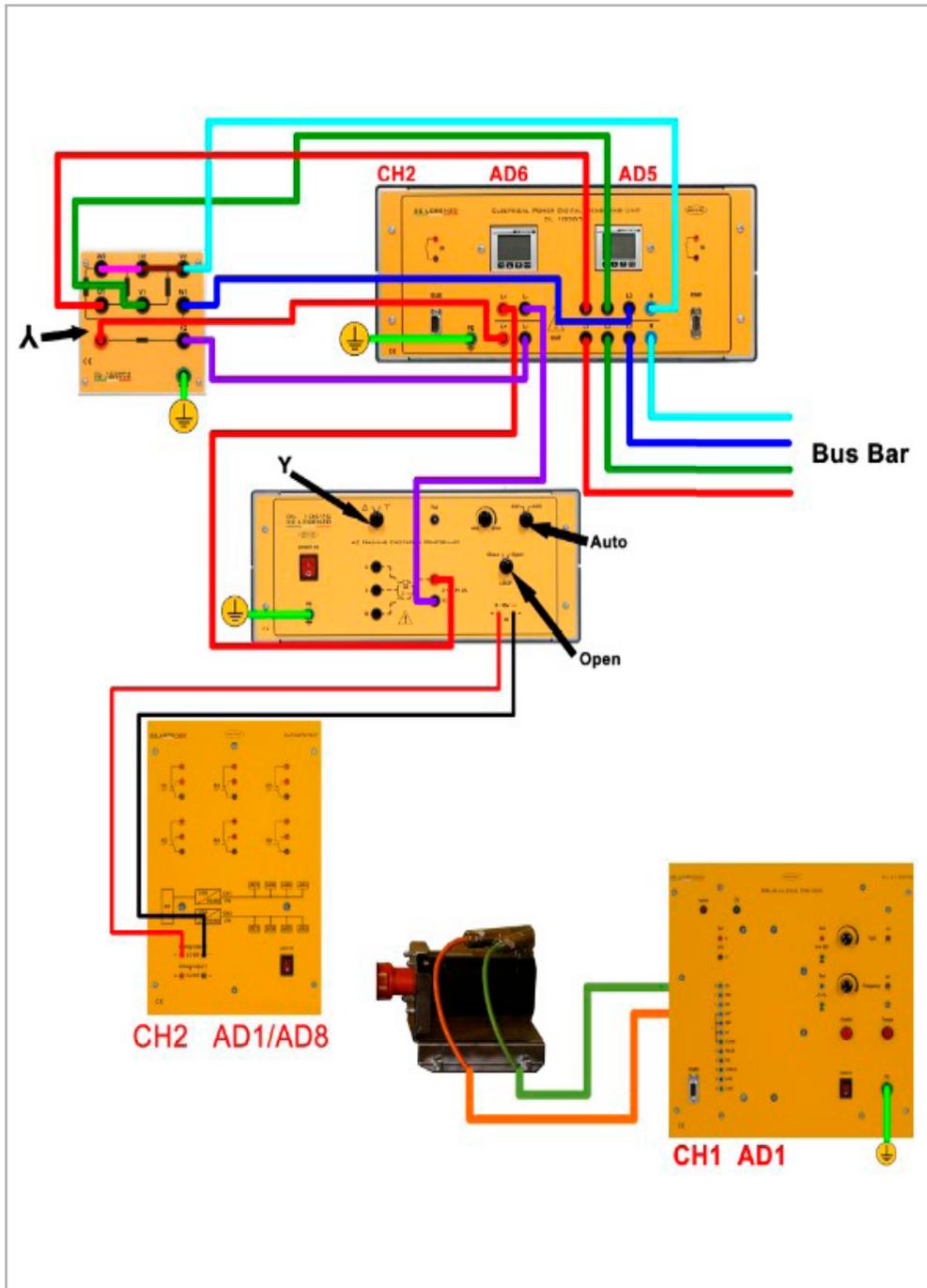
Tomando en cuenta el presente esquema de conexionado de la Figura 1 (página 9), se realizará la prueba de inicializar el generador síncrono del módulo Smart Grid.

III. Procedimientos

En caso de trabajar en laboratorio:

- A. Elaborar un resumen de las principales características de los componentes.
- B. Realizar el conexionado.
- C. Solicitar la revisión y confirmación para comenzar las pruebas.
- D. Efectuar las pruebas paso a paso, conforme al panel del *software*. Figura 2 (ver figura en la página 10).
- E. Conclusiones y recomendaciones del procedimiento.

Figura 1
Conexionado



Segunda Unidad



Modelamiento de la máquina
síncrona y el estudio de
estabilidad de señal pequeña

Protección de sobrevoltaje

Sección: Fecha:/...../..... Duración: 60 minutos

Docente: Unidad: 2

Nombres y apellidos:

Instrucciones

Los relés de protección requieren una configuración precisa para que cumplan con la función de protección de sobrevoltaje; por ello, el estudiante debe seguir paso a paso las recomendaciones del *software* y el docente para concluir con éxito la presente práctica.

I. Propósito

Entender el funcionamiento de los relés de protección de sobrevoltaje y su aplicación a la estabilidad de sistemas eléctricos de potencia.

II. Descripción de la actividad a realizar

Revise con detalle el diagrama de conexión de la Figura 3 (página 14) para su desarrollo en el módulo.

La función de sobretensión sirve para evitar que el sistema eléctrico de potencia brinde un mal servicio e inclusive pueda causar perjuicios; por lo tanto, es obligatorio tener estos equipos de protección y configurarlos correctamente.

La protección de sobre y baja tensión es utilizada para preservar la red de distribución en caso de que un voltaje proveniente de un generador cambie repentinamente. Un incremento o decremento repentino del voltaje podría impactar en el desempeño de los dispositivos conectados por toda la red, dañándolos de forma seria.

El cambio repentino del voltaje podría producir armónicos peligrosos que podrían destruir dispositivos conectados a lo largo de la red. De hecho, una falla en el circuito de excitación del generador podría producir este tipo de

fenómenos que desembocarían en fluctuaciones indeseadas de armónicos a lo largo de la red. Así, es necesario un sistema que actúe de manera rápida para proteger tanto el generador como la red.

En caso de fallo, la protección actuará en el circuito de excitación del generador apagando el sistema.

III. Procedimientos

En caso de trabajar en laboratorio:

- A. Elaborar un resumen de las principales características de los componentes.
- B. Realizar el conexionado.
- C. Solicitar la revisión y confirmación para comenzar las pruebas.
- D. Efectuar las pruebas paso a paso, conforme al panel del *software*. Figura 4 (página 15).
- E. Conclusiones y recomendaciones del procedimiento.

Figura 3
Diagrama de conexionado

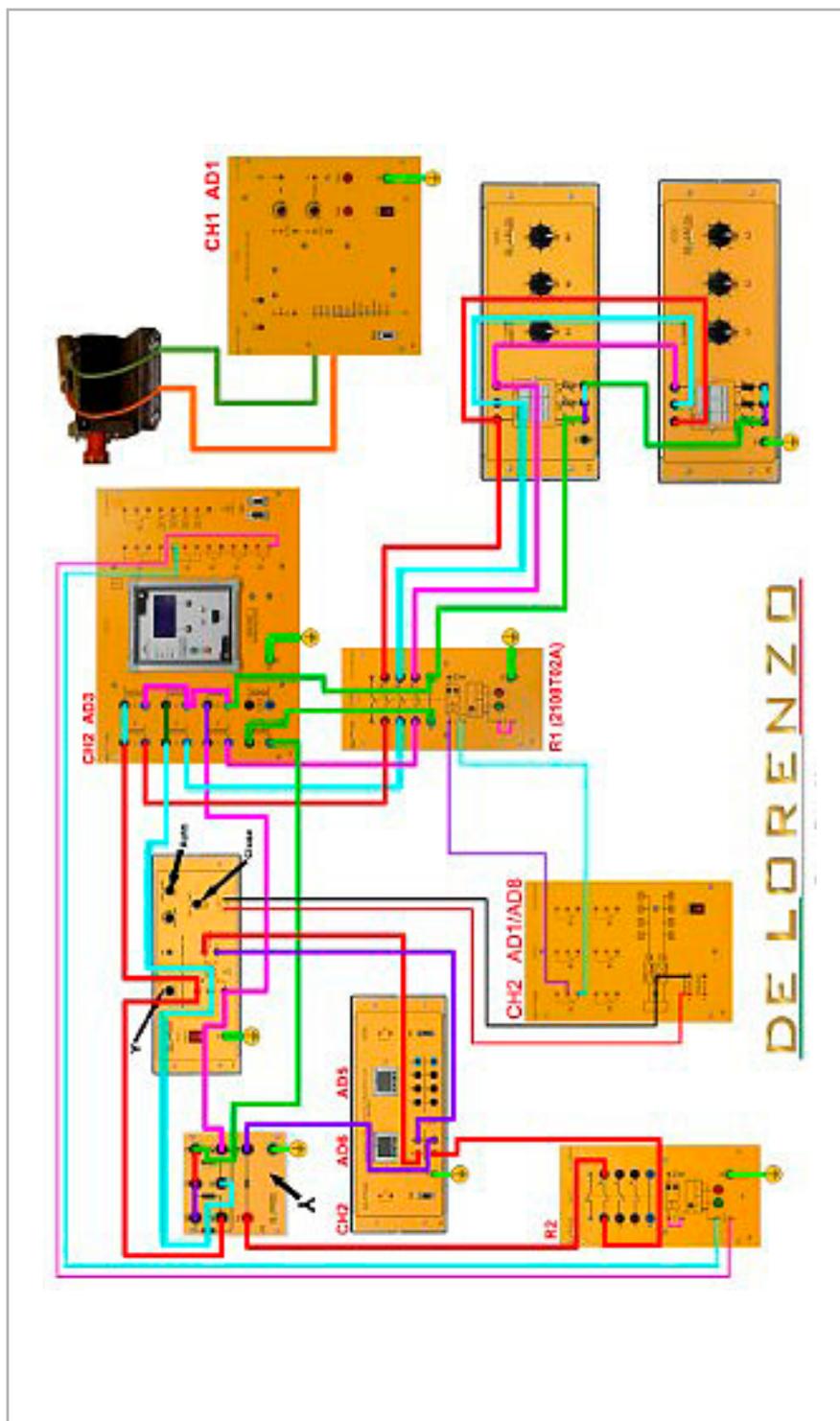
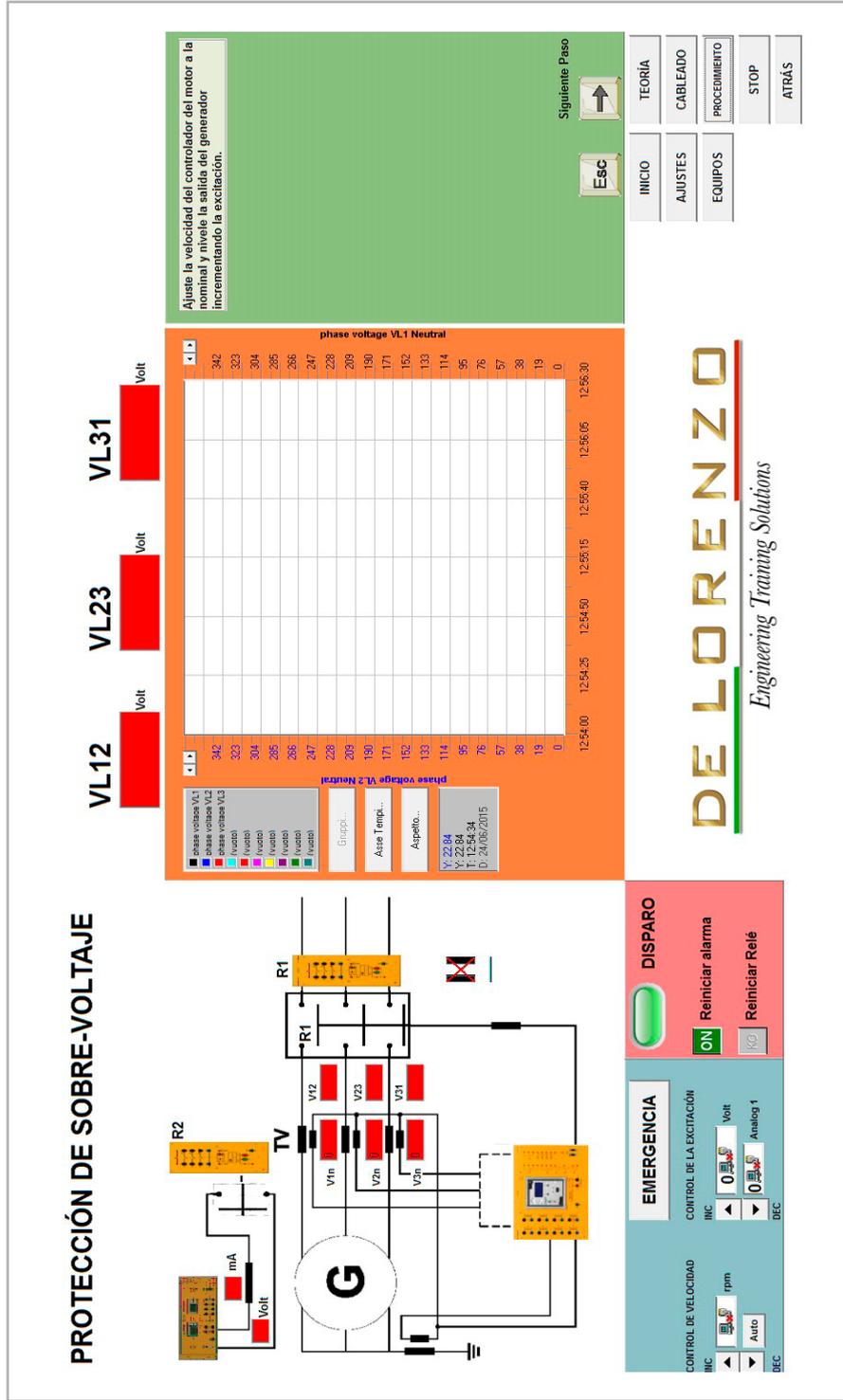


Figura 4
Panel del software



Tercera Unidad



Espacio de estados y
estabilidad de gran señal

Sistema de transmisión: desempeño sin carga

Sección: Fecha:/...../..... Duración: 60 minutos

Docente: Unidad: 3

Nombres y apellidos:

Instrucciones

La estabilidad del sistema eléctrico se refiere en gran parte a la estabilidad de la transmisión eléctrica. En esta práctica se conocerá cómo funciona un sistema de transmisión sin carga. Siga el paso a paso que indica el módulo.

I. Propósito

Conocer el funcionamiento de los sistemas de transmisión sin carga y verificar la estabilidad de la línea con relación a la estabilidad del sistema.

II. Descripción de la actividad a realizar

En operación sin carga, las líneas de transmisión, Figura 5 (página 19), requieren muy poca potencia activa debido a la baja corriente fluyendo de principio a fin de la línea y a través de la capacitancia intermedia de operación.

Analice y realice el conexionado conforme a la Figura 6 (página 20).

III. Procedimientos

- A. Elabore un resumen de las principales características de los componentes.
- B. Realice el conexionado.
- C. Solicite la revisión y confirmación para las comenzar pruebas.
- D. Efectúe las pruebas paso a paso, conforme al panel del *software*. Figura 7 (página 21).
- E. Conclusiones y recomendaciones del procedimiento.

Figura 5
Líneas de transmisión

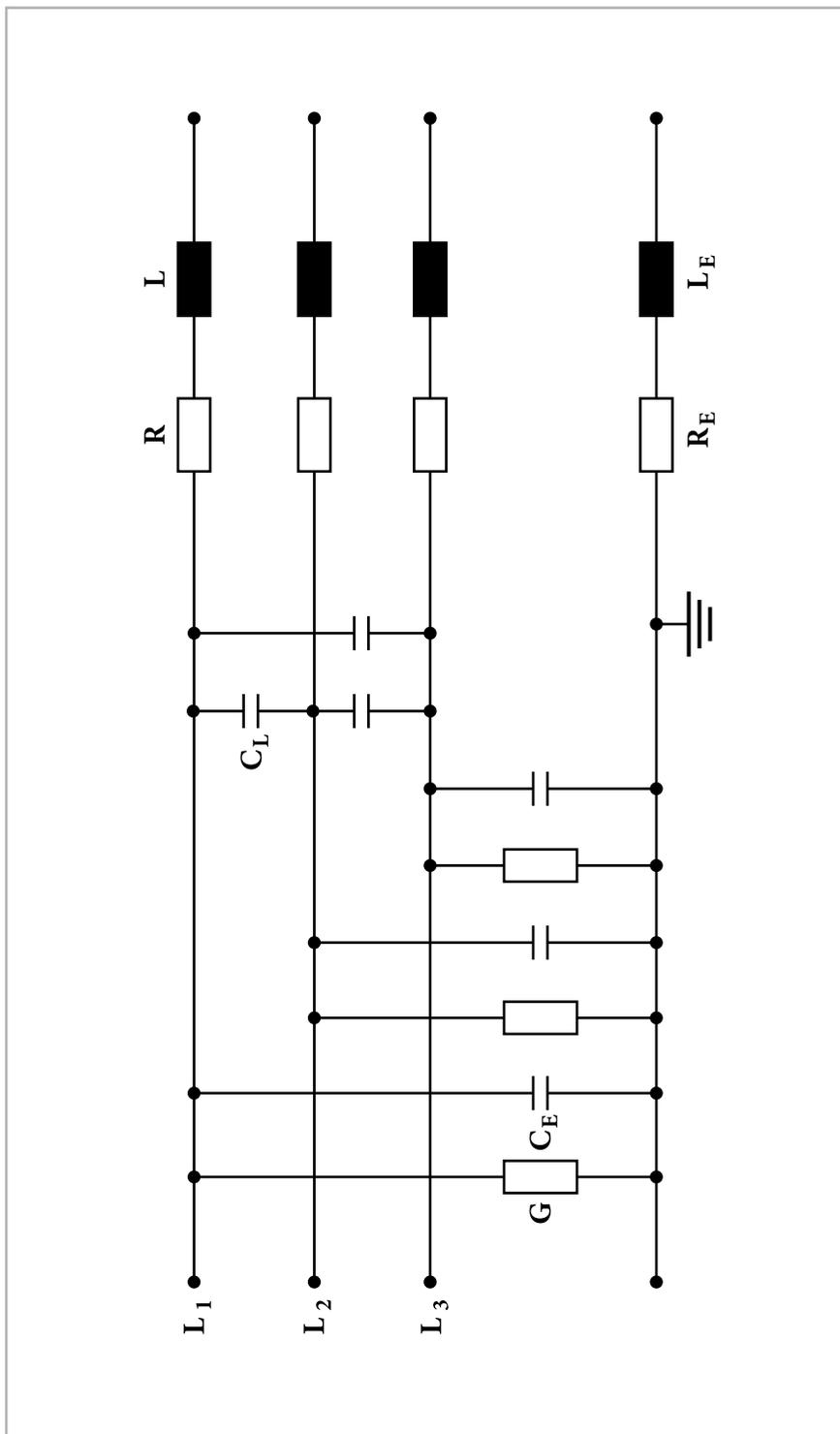


Figura 6
Conexionado

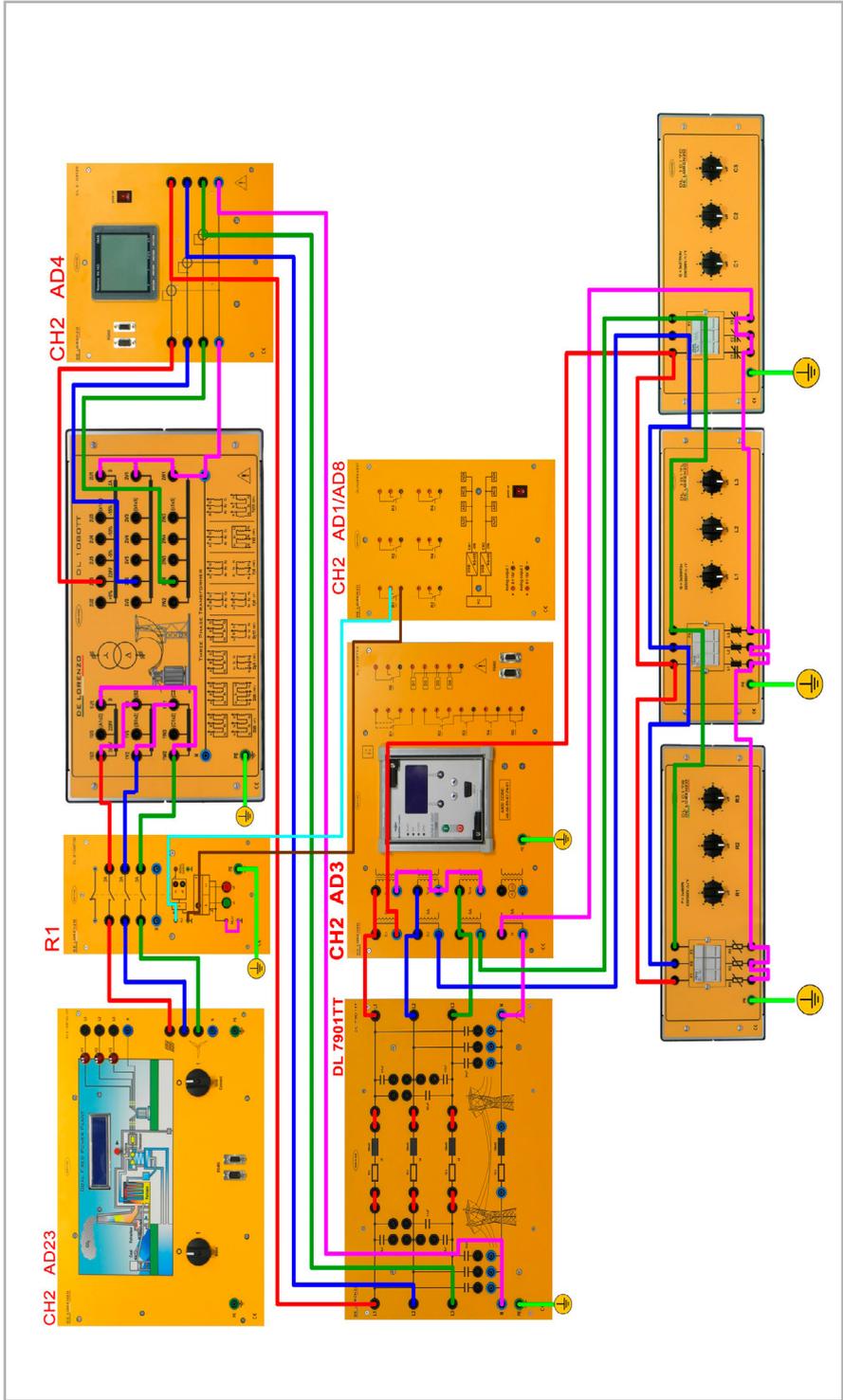
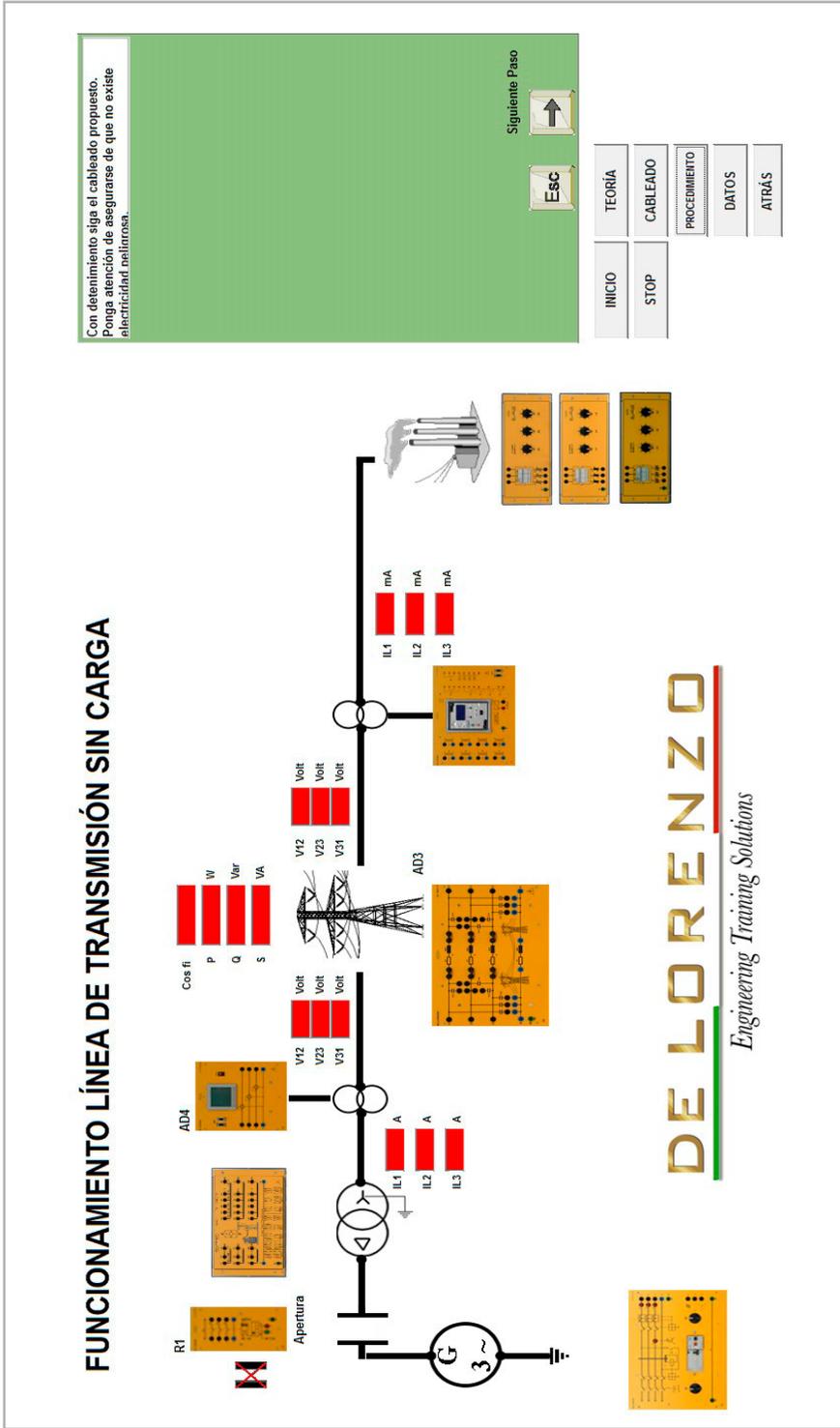


Figura 7
Panel del software



Cuarta Unidad



Estabilidad de tensión y estabilidad
de frecuencia

Línea de transmisión para red de distribución radial

Sección: Fecha:/...../..... Duración: 60 minutos

Docente: Unidad: 4

Nombres y apellidos:

Instrucciones

Las redes eléctricas en el Perú son principalmente radiales y es necesario conocerlas para estudiar la estabilidad en estos sistemas. Por ello, en la presente práctica veremos su funcionamiento. Siga las indicaciones del docente y realice el conexionado con sumo cuidado.

I. Propósito

Las redes eléctricas en el Perú son principalmente radiales y es necesario conocerlas para estudiar la estabilidad en estos sistemas; además, el estudiante realizará las mediciones de la distribución del voltaje en la conexión en serie de dos líneas.

II. Descripción de la actividad a realizar

Una característica remarcable de un circuito en serie es que aproximadamente la misma corriente fluye a través de todas sus partes. Por lo tanto, la sección transversal de la línea más débil es muy importante para determinar cuánto puede ser cargado un circuito en serie.

El diagrama de circuito equivalente simplificado para dos líneas en serie se muestra en la Figura 8 (página 26).

Para demostrar las propiedades características de una conexión en serie, es suficiente asumir una carga puramente óhmica al final de la línea 2. No obstante, las expresiones que se derivan de tal suposición son principalmente válidas para otros tipos de carga.

Para el conexionado debe seguir la Figura 9 (página 27).

III. Procedimientos

- A. Elabore un resumen de las principales características de los componentes.
- B. Realice el conexionado.
- C. Solicite revisión y confirmación para comenzar las pruebas.
- D. Efectúe las pruebas paso a paso, conforme al panel del *software* de la Figura 10 (página 28).
- E. Conclusiones y recomendaciones del procedimiento.

Figura 8
Dos líneas en serie

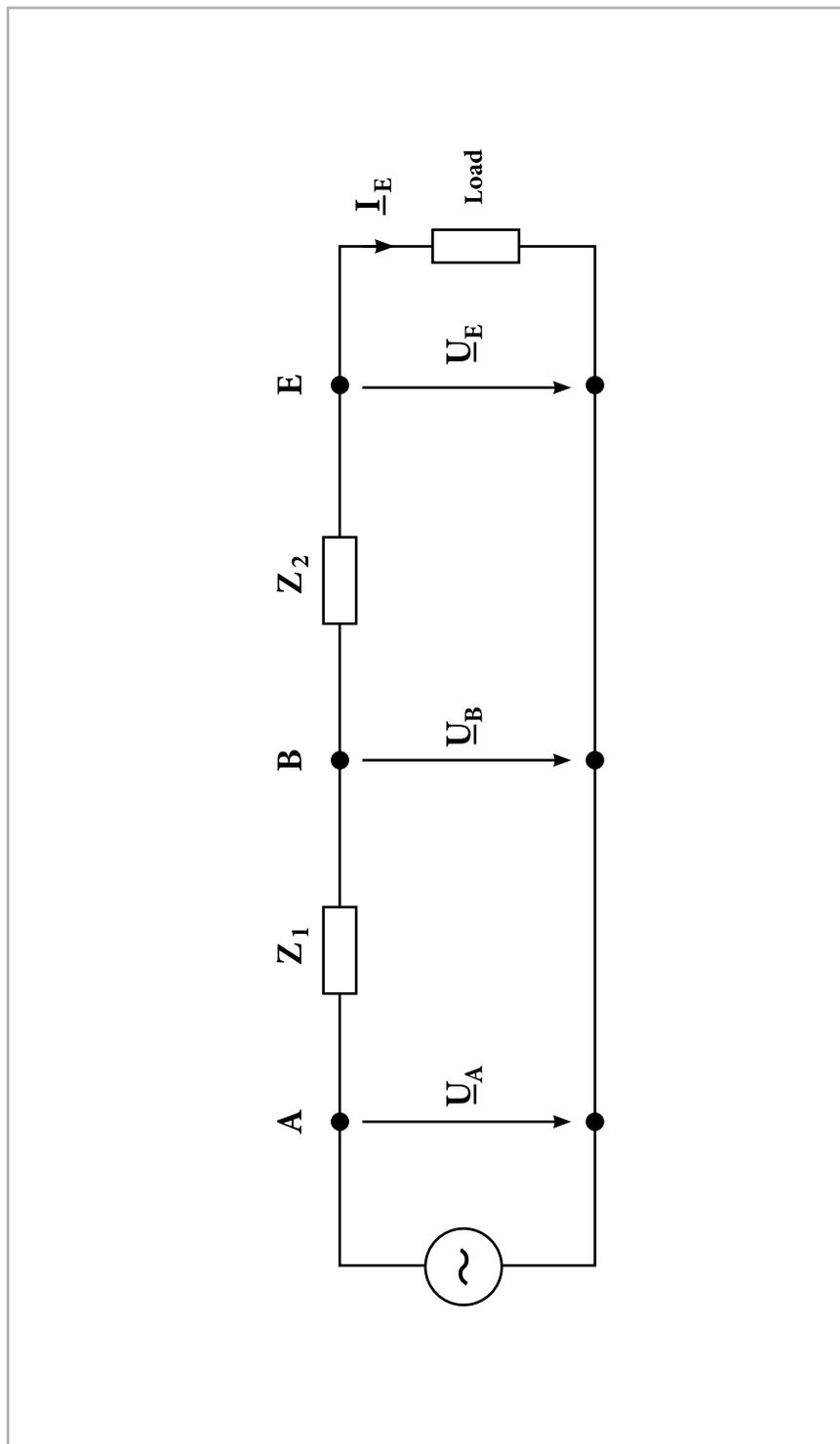


Figura 9
Gráfica de conexionado

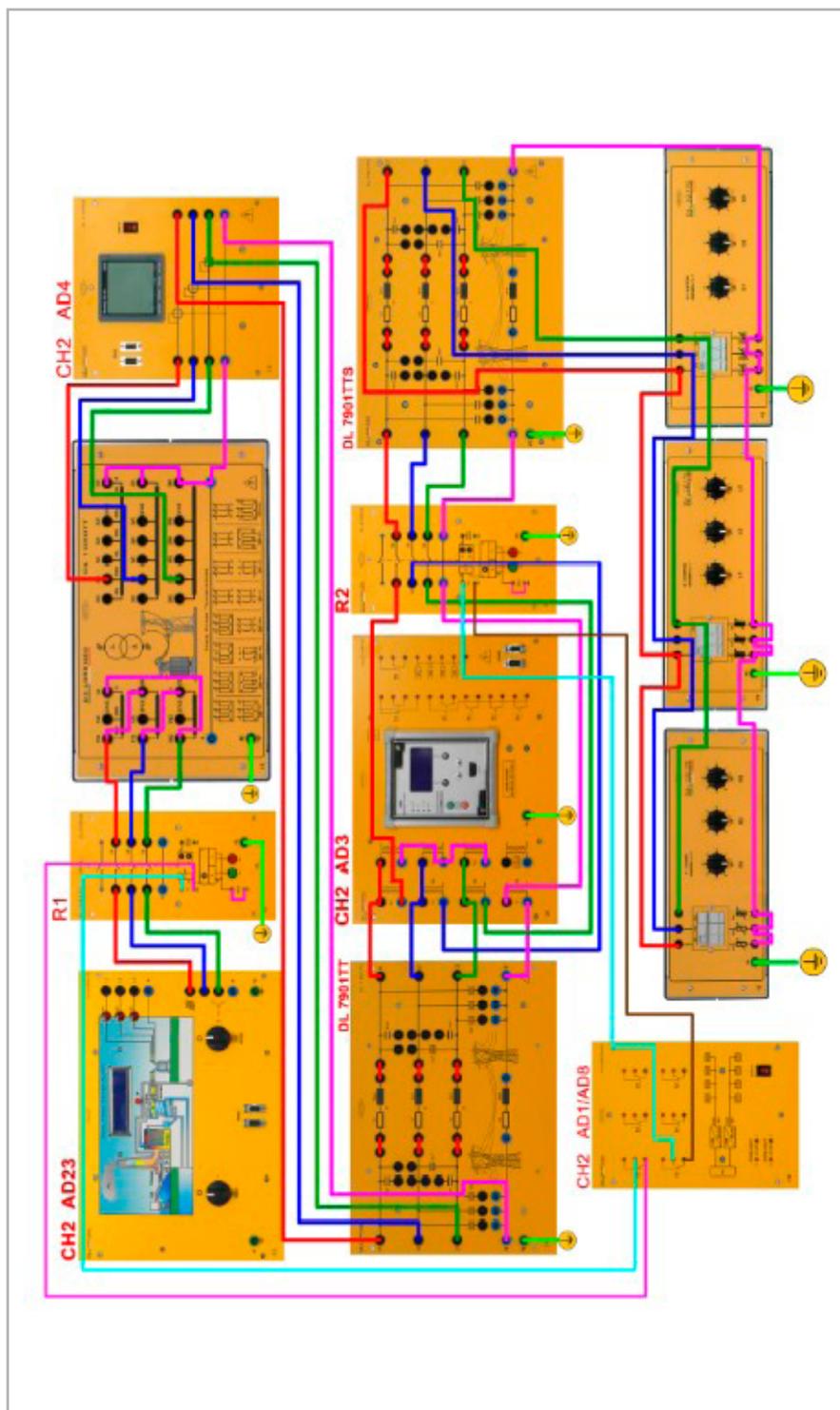
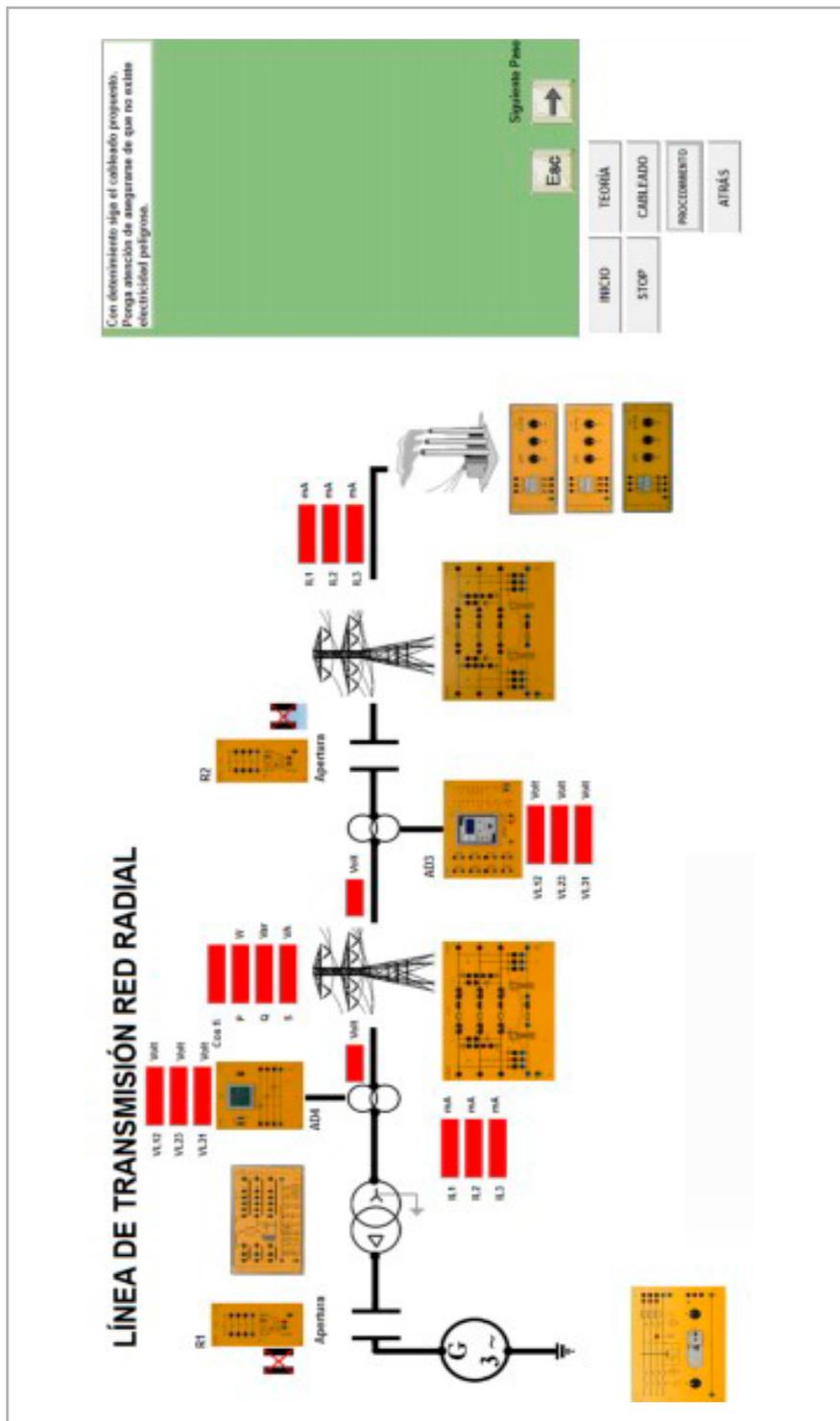


Figura10
Panel del software



Referencias

- DIGSILENT. (2020). *PowerFactory* [Software de computadora]. <https://acortar.link/jkCRGZ>
- Duncan, J., Sarma, M., y Overbye, T. (2012). *Power system. Analysis and design* (5.ª ed.). Cengage Learning.
- Grigsby, L. (2007). *Power system. Stability and control*. CRC Press.
- Mathworks. (2017). *Simulink. MATLAB* [Software de computadora]. <https://acortar.link/Rp4xSK>
- Mondal, D., Chakrabarti, A., y Sengupta, A. (2020). *Power system small signal stability analysis and control* (2.a ed.). Academic Press.
- Páucar, F. (2020, 13 de abril). *Perturbaciones en los sistemas eléctricos* [Video]. YouTube. <https://acortar.link/RCZVZp>
- Power On IEEE PES UTP. (2021, 18 de marzo). *Webinar | Control de Voltaje y Estabilidad de SEP* [Video]. YouTube. <https://acortar.link/KWoYhs>
- Sallam, A., y Malik, O. (2015). *Power system stability: modelling, analysis and control*. The Institution of Engineering and Technology.

