

# SÍLABO

## Estabilidad

|                      |                 |                 |                  |   |
|----------------------|-----------------|-----------------|------------------|---|
| <b>Código</b>        | ASUC01272       | <b>Carácter</b> | Obligatorio      |   |
| <b>Prerrequisito</b> | Alta Tensión    |                 |                  |   |
| <b>Créditos</b>      | 4               |                 |                  |   |
| <b>Horas</b>         | <b>Teóricas</b> | 2               | <b>Prácticas</b> | 4 |
| <b>Año académico</b> | 2024            |                 |                  |   |

### I. Introducción

---

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 esta asignatura, se desarrolla, en un nivel logrado, la competencia transversal Conocimientos de Ingeniería y las competencias específicas 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, análisis de sensibilidad de los sistemas de potencia.

---

### II. Resultado de aprendizaje de la asignatura

---

Al finalizar la asignatura, el estudiante será capaz de conceptualizar los problemas en el sistema de transmisión, asociados al control de tensiones y otros, y 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, así como tratar con profundidad los tópicos relacionados con la utilización de los equipos en la operación de sistemas eléctricos de potencia.

---

**III. Organización de los aprendizajes**

| <b>Unidad 1</b><br><b>Definición de estabilidad, características de operación de la máquina síncrona</b>   |  | <b>Duración en horas</b> | <b>24</b> |
|--|--|--------------------------|-----------|
| <b>Resultado de aprendizaje de la unidad</b>   | Al finalizar la Unidad, el estudiante será capaz de diferenciar los aspectos básicos de los tipos de estabilidad y las características de operación de la máquina síncrona dentro de la operación de los sistemas eléctricos de potencia.  |                          |           |
| <b>Ejes temáticos</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principios generales de estabilidad</li> <li>2. Operación síncrona, condición de operación de estado estacionario</li> <li>3. Tipos de perturbaciones</li> <li>4. Estabilidad de ángulo de rotor, tensión y frecuencia</li> <li>5. Operación de la máquina síncrona</li> </ol> |                          |           |
| <b>Unidad 2</b><br><b>Modelamiento de la máquina síncrona y el estudio de estabilidad de señal pequeña</b> |  | <b>Duración en horas</b> | <b>24</b> |
| <b>Resultado de aprendizaje de la unidad</b>   | Al finalizar la Unidad, el estudiante será capaz de analizar la estabilidad en pequeña señal de un sistema eléctrico de potencia, a través del modelamiento de sus componentes y su comportamiento ante fenómenos de oscilaciones de baja frecuencia.  |                          |           |
| <b>Ejes temáticos</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Representación de la máquina síncrona en estudios de estabilidad</li> <li>2. Representación de transformadores de potencia, líneas de transmisión, cargas, motores y equipos automáticos de compensación reactiva</li> <li>3. Estabilidad de estado estable</li> </ol>         |                          |           |
| <b>Unidad 3</b><br><b>Espacio de estados y estabilidad de gran señal</b>                                   |  | <b>Duración en horas</b> | <b>24</b> |
| <b>Resultado de aprendizaje de la unidad</b>   | Al finalizar la Unidad, el estudiante será capaz de analizar la estabilidad de gran señal de un sistema eléctrico de potencia, a través de la aplicación del criterio de igualdad de áreas.  |                          |           |
| <b>Ejes temáticos</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Métodos de análisis de estabilidad</li> <li>2. Análisis de estabilidad transitoria</li> <li>3. Formulación de criterio de igualdad de áreas</li> </ol>   |                          |           |
| <b>Unidad 4</b><br><b>Estabilidad de tensión y estabilidad de frecuencia</b>                               |  | <b>Duración en horas</b> | <b>24</b> |
| <b>Resultado de aprendizaje de la unidad</b>   | Al finalizar la Unidad, el estudiante será capaz de conceptualizar los problemas en el sistema de transmisión, planteando soluciones a problemas de control de la frecuencia, regulación primaria-secundaria, a los que un sistema eléctrico de potencia se encuentra expuesto.  |                          |           |
| <b>Ejes temáticos</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Control de tensión en los sistemas eléctricos de potencia</li> <li>2. Control de frecuencia en los sistemas eléctricos de potencia</li> <li>3. Métodos para mejorar la estabilidad de estado estacionario y transitorio</li> </ol>   |                          |           |

#### **IV. Metodología**

---

##### **Modalidad Presencial - Virtual**

De acuerdo con los contenidos propuestos en las cuatro unidades, la asignatura se desarrollará siguiendo una secuencia teórico-práctica, a través de la exposición de clases magistrales activas, con interacción didáctica del docente y los estudiantes.

Resolución de problemas tipo y la asignación de trabajos con simuladores acompañarán el desarrollo de la asignatura, incentivando de este modo la participación de los estudiantes a través de la exposición de sus resultados para el caso estudiado.

El aula virtual se utilizará para la publicación de los temas tratados en clase, a través de artículos científicos y diapositivas explicativas. Así mismo, esta plataforma será usada para comunicar la programación de actividades coherentes con el desarrollo del curso.

Las metodologías por utilizar serán las siguientes:

- Clase magistral activa
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje experiencial
- Aprendizaje colaborativo
- Clase magistral activa

##### **Modalidad Semipresencial - Blended**

De acuerdo con los contenidos propuestos en las cuatro unidades, la asignatura se desarrollará siguiendo una secuencia teórico-práctica, a través de la exposición de clases magistrales activas, con interacción didáctica del docente y los estudiantes.

Resolución de problemas tipo y la asignación de trabajos con simuladores acompañarán el desarrollo de la asignatura, incentivando de este modo la participación de los estudiantes a través de la exposición de sus resultados para el caso estudiado.

El aula virtual se utilizará para la publicación de los temas tratados en clase, a través de artículos científicos y diapositivas explicativas. Así mismo, esta plataforma será usada para comunicar la programación de actividades coherentes con el desarrollo del curso.

Las metodologías por utilizar serán las siguientes:

- Clase magistral activa
  - Aprendizaje basado en problemas
  - Aprendizaje experiencial
  - Aprendizaje colaborativo
-

**V. Evaluación**
**Modalidad Presencial - Virtual**

| Rubros                   | Unidad por evaluar | Fecha                                 | Entregable/Instrumento   | Peso parcial | Peso total |
|--------------------------|--------------------|---------------------------------------|--|--------------|------------|
| Evaluación de entrada    | Prerrequisito      | Primera sesión                        | - Evaluación individual teórica / <b>Prueba objetiva</b>                 | 0 %          |            |
| Consolidado 1<br>C1      | 1                  | Semana 1 - 4                          | - Evaluación individual teórico-práctica / <b>Prueba de desarrollo</b>   | 30 %         | 20 %       |
|                          | 2                  | Semana 5 - 7                          | - Simulación y análisis de casos grupales / <b>Rúbrica de evaluación</b> | 30 %         |            |
|                          | 1 y 2              | Semana 1 - 7                          | - Actividades de trabajo autónomo en línea                               | 40 %         |            |
| Evaluación parcial EP    | 1 y 2              | Semana 8                              | - Evaluación individual teórico-práctica / <b>Prueba de desarrollo</b>   | 20 %         |            |
| Consolidado 2<br>C2      | 3                  | Semana 9 - 12                         | - Simulación y análisis de casos grupales / <b>Rúbrica de evaluación</b> | 30 %         | 20 %       |
|                          | 4                  | Semana 13 - 15                        | - Evaluación individual teórico-práctica / <b>Prueba de desarrollo</b>   | 30 %         |            |
|                          | 3 y 4              | Semana 9 - 15                         | - Actividades de trabajo autónomo en línea                               | 40 %         |            |
| Evaluación final EF      | Todas las unidades | Semana 16                             | - Evaluación individual teórico-práctica / <b>Prueba de desarrollo</b>   | 40 %         |            |
| Evaluación sustitutoria* | Todas las unidades | Fecha posterior a la evaluación final | - <b>Aplica</b>  |              |            |

\* Reemplaza la nota más baja obtenida en los rubros anteriores.

**Modalidad Semipresencial - Blended**

| Rubros                   | Unidad por evaluar | Fecha                                 | Entregable/Instrumento   | Peso parcial | Peso total |
|--------------------------|--------------------|---------------------------------------|--|--------------|------------|
| Evaluación de entrada    | Prerrequisito      | Primera sesión                        | Evaluación individual teórico-práctica / <b>Prueba objetiva</b><br>Ejercicios individuales de análisis de casos / <b>Rúbrica de evaluación</b> | 0 %          |            |
| Consolidado 1<br>C1      | 1                  | Semana 1 - 3                          | - Actividades virtuales  | 15 %         | 20 %       |
|                          |                    |                                       | - Evaluación individual teórico-práctica / <b>Prueba de desarrollo</b>   | 85 %         |            |
| Evaluación parcial EP    | 1 y 2              | Semana 4                              | - Evaluación individual teórico-práctica / <b>Prueba de desarrollo</b>   | 20 %         |            |
| Consolidado 2<br>C2      | 3                  | Semana 5 - 7                          | - Actividades virtuales  | 15 %         | 20 %       |
|                          |                    |                                       | - Simulación y análisis de casos (individual) / <b>Rúbrica de evaluación</b>   | 85 %         |            |
| Evaluación final EF      | Todas las unidades | Semana 8                              | - Informe final de asignatura / <b>Rúbrica de evaluación</b>   | 40 %         |            |
| Evaluación sustitutoria* | Todas las unidades | Fecha posterior a la evaluación final | - <b>Aplica</b>  |              |            |

\* Reemplaza la nota más baja obtenida en los rubros anteriores.

**Fórmula para obtener el promedio:**

$$PF = C1 (20 \%) + EP (20 \%) + C2 (20 \%) + EF (40 \%)$$

**VI. Bibliografía****Básica**

Anderson, P. M., Vittal, V., McCalley, J. D. y Fouad, A. A. (2016). *Power system control and stability*. (3.ª ed.). Wiley Inter-Science. <https://cutt.ly/KwtrhPSV>

**Complementaria**

Duncan, G. (2011). *Power system analysis and design* (5<sup>th</sup> ed.).

Mondal, D. (2020). *Power system small signal stability analysis and control*.

Sallam, A. (2015). *Power system stability modelling, analysis and control*.

**VII. Recursos digitales**

DigSILENT. (s.f.). POWERFACTORY APPLICATIONS [Software de computadora].

<https://www.digsilent.de/en/powerfactory.html>

Fredy Paucar Condori. (13 de abril de 2020). *Perturbaciones en los sistemas eléctricos*.

YouTube. <https://youtu.be/w4sa1gbkxt0>

MathWorks. (s.f.). MATLAB [Software de computadora].

<https://la.mathworks.com/products/matlab.html>

Power On IEEE PES UTP. (18 de marzo de 2021). *Webinar | Control de voltaje y*

*estabilidad de SEP*. YouTube. <https://youtu.be/aEnSBobnfY8>