



**Magíster en Educación  
mención  
Gestión de Calidad**

**Trabajo De Grado II**

**Tesina: Implementación de simulación mediante el software Ivsim  
como alternativa a los laboratorios prácticos presenciales en la  
asignatura de máquinas eléctricas, Instituto Profesional INACAP,  
Temuco.**

**Estudiante: Bernardo Andrés Zamora Iturra  
Prof. Guía: Doris Solis**

**Marzo - 2021**

## Índice

Introducción.....	1
Marco Justificativo.....	2
Marco teórico .....	4
Definiciones de constructivismo según autores.....	5
Entornos de aprendizajes constructivista (EAC).....	5
Modelo de Jonassen en la educación.....	7
Aprendizaje basado en simulaciones .....	9
Maqueta LabVolt.....	10
Software Ivsim .....	15
Marco metodológico .....	19
Guías de laboratorios .....	19
Guía n°1 Transformadores eléctricos de potencia .....	26
Guía n°2 Generador síncrono .....	31
Guía n°3 Motor de inducción trifásico de rotor jaula de ardilla. ....	41
Análisis de resultados .....	48
Marco conclusivo.....	56
Conclusiones .....	56
Acciones de mejora .....	57
Dificultades al realizar la investigación .....	57
Bibliografía .....	58

## Introducción

Debido a la pandemia producida por el virus COVID 19, los centros de estudios han debido realizar las clases comúnmente presenciales de manera virtual y remota. El centro de formación técnica Inacap, en la sede Temuco, a debido dictar una de sus asignaturas practicas llamada “Maquinas Eléctricas” de forma virtual a través del software Ivsim que simula un entorno virtual de la maqueta donde los alumnos obtienen los aprendizajes esperados prácticos.

El presente trabajo de grado tiene por objetivo evaluar la adquisición por parte de los alumnos de los aprendizajes esperados mediante esta herramienta virtual.

## Marco Justificativo

El Área de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones del centro de formación técnica Inacap, correspondiente a la sede de Temuco, en la región de la Araucanía, Chile, se caracteriza por su metodología de “aprender haciendo” como eje central de su compromiso con el aprendizaje de los estudiantes. En este centro de formación técnica se dicta la carrera de “técnico de nivel superior en electricidad” donde los alumnos deben aprobar tanto asignaturas teóricas como prácticas, entre las cuales se encuentra la asignatura de tercer semestre llamada “maquinas eléctricas”. Para el buen desarrollo de esta asignatura práctica, Inacap pone a disposición de sus estudiantes laboratorios altamente equipados que intentan simular las situaciones a resolver en el mundo laboral, para que así, los estudiantes que eligen el centro de formación técnica Inacap desarrollen las habilidades y competencias necesarias.

En la asignatura de Maquinas Eléctricas se utilizan softwares para complementar el aprendizaje práctico, teniendo estos softwares una participación en las actividades totales de la asignatura no superior al 20%.

El COVID 19 afectó la normalidad de funcionamiento en Inacap, debiendo adaptar la modalidad de impartir las asignaturas a una forma online. Para lo anterior, se implementaron clases por video llamada por la plataforma Microsoft Teams. Esto funcionó de manera adecuada para las asignaturas teóricas, pero en las asignaturas prácticas, como es el caso de máquinas eléctricas, fue una experiencia nueva y difícil de llevar, debido a que si el alumno no puede implementar los aprendizajes en un laboratorio no puede obtener las competencias prácticas.

La asignatura de Maquinas Eléctricas, en condiciones normales se evalúa con 3 guías de laboratorio las cuales se realizan aplicando la maqueta LabVolt de forma presencial y en grupo. El semestre de otoño del 2020, con la pandemia recién iniciando, se optó por realizar las mismas guías del semestre de otoño del 2019, con pequeñas modificaciones para realizar el trabajo mediante un simulador web. El alumno realizó las guías visualizando en el simulador virtual llamado Ivsim los procesos de una máquina eléctrica.

El motivo de esta investigación es evaluar si el entorno virtual mediante el software Ivsim puede entregar los aprendizajes esperados, que comúnmente se realizaban mediante prácticas en el laboratorio de máquinas eléctricas.

La pregunta de la investigación será:

- ¿Puede un alumno adquirir los aprendizajes esperados de las maquinas eléctricas mediante simulaciones?

Los objetivos de estudio serán:

- El aprendizaje basado en simulación
- Software Ivsim
- Guías prácticas de máquinas eléctricas

## Marco teórico

La realidad virtual que vive el mundo y el uso de herramientas tecnológicas ha permitido obtener aprendizajes de forma más rápida y accesible sin precedentes en la historia, además de que estas herramientas tecnológicas permiten a los estudiantes de todo el mundo poder entender de mejor manera muchos conceptos abstractos. En el caso de las máquinas eléctricas, los estudiantes se enfrentan a circuitos eléctricos, que muchas veces aplican, pero no entienden por no tener la capacidad de poder ver lo que ocurre con el flujo de electrones en los circuitos eléctricos.

Numerosas investigaciones educativas que tratan acerca de las dificultades de aprendizaje en el dominio de la especialidad de la electricidad (Sobre todo en los rudimentos) se ha puesto en manifiesto, que en el tema de circuitos de corriente eléctrica los estudiantes elaboran de forma intuitiva una amplia gama de ideas alternativas, que persisten a través de diferentes niveles de enseñanza, dando a lugar a errores conceptuales resistentes al cambio (Gunstone, Mulhall & McKittrick, 2009).

Lo anterior es muy perjudicial para la asignatura de máquinas eléctricas, ya que esta asume que el alumno ya tiene conceptos claros en el análisis de circuitos. Eso se puede subsanar mediante reforzamientos y la aplicación de otros softwares como “falstad” pero en la nueva teoría referente a máquinas eléctricas esto solo se puede lograr mediante pruebas prácticas. Debido a la pandemia estas prácticas simuladas se realizarán mediante el software Ivsim aplicado a guías adaptadas a la simulación online.

Otro factor para considerar en cuanto a la realización de actividades prácticas es que el alumno presenta un riesgo de seguridad al experimentar con circuitos eléctricos reales, ya que quedan expuestos a posibles contactos peligrosos que pueden provocar lesiones graves o incluso la muerte. Es aquí donde la simulación presenta una gran ventaja en comparación con lo práctico, ya que los estudiantes ya no quedan expuestos a los riesgos de accidentes.

Muchos de los softwares utilizados para dicho fin permiten realizar conexiones peligrosas indicando que esto provoca un error, así el estudiante se ve con la facilidad de cometer errores

con los cuales puede aprender y no realizar en la realidad. El software Ivsim le indica al alumno las malas conexiones además de informar posibles riesgos de cortocircuito.

La simulación pretende llevara al estudiante al aprender haciendo, el cual es el lema del centro de formación técnica Inacap. Este aprender haciendo se aplica mediante la utilización de entornos de aprendizaje constructivista.

Para comprender los entornos de aprendizajes constructivistas, se tiene que entender como primer concepto, el constructivismo pedagógico.

### **Definiciones de constructivismo según autores**

Según el autor Norma Reátegui: "Es un movimiento pedagógico contemporáneo que se opone a concebir el aprendizaje como receptivo y pasivo, considerándolo, más como una actividad organizadora compleja del alumno que elabora sus conocimientos propuestos, a partir de revisiones, selecciones, transformaciones y reestructuraciones (Reátegui, 1996).

Otra definición que se puede encontrar es de otro autor llamado Raúl Gonzáles Moreyra: "El constructivismo es un movimiento muy amplio que defiende la idea de que el individuo tanto en los aspectos cognitivos y afectivos, así como los simbólicos representacionales, no es un mero producto del entorno sociocultural, ni un simple resultado de disposiciones internas de carácter biológico. Es una elaboración propia que se va produciendo a lo largo de la vida por interacciones de factores básicos como: la herencia, el ambiente sociocultural, las experiencias y el lenguaje".

### **Entornos de aprendizajes constructivista (EAC)**

El enfoque constructivista identifica al aprendizaje con la creación de significados a partir de experiencias, considerándolo como una actividad mental, porque la mente filtra lo que nos llega del exterior para producir su propia realidad (Ertmer y Newby, 1993). Según los autores Bodner (1986), Jonassen (1991) y Duffy y Jonassen (1992), la teoría del constructivismo y el diseño de entornos de aprendizaje constructivista despierta un gran interés por las posibilidades que esta puede proveer al alumno.

David Jonassen (2000), propone usar lo que él denomina entornos de aprendizaje constructivista (EAC) para diseñar la instrucción educativa. El objetivo principal de esta teoría es fomentar la solución de problemas y el desarrollo conceptual. Consiste en una propuesta que parte de problemas, preguntas o proyectos como núcleo del entorno para que el que se ofrecen al aprendiz varios sistemas de interpretación y de apoyo intelectual derivado de su alrededor. El alumno ha de resolver el problema o finalizar el proyecto o hallar la respuesta a las preguntas formuladas.

Los elementos constitutivos del modelo son:

- Las fuentes de información y analogías complementarias relacionadas
- Herramientas cognitivas
- Herramientas de conversación/colaboración
- Los sistemas de apoyo contextual

La Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, menciona que uno puede identificar un ambiente constructivista de acuerdo con ocho características:

1. El ambiente constructivista en el aprendizaje provee a las personas del contacto con múltiples representaciones de la realidad.
2. Las múltiples representaciones de la realidad evaden las simplificaciones y representan la complejidad del mundo real.
3. El aprendizaje constructivista se enfatiza al construir conocimiento dentro de la reproducción de este.
4. El aprendizaje constructivista resalta tareas auténticas de una manera significativa en el contexto en lugar de instrucciones abstractas fuera del contexto.
5. El aprendizaje constructivista proporciona entornos de aprendizaje como entornos de la vida diaria o casos basados en el aprendizaje en lugar de una secuencia predeterminada de instrucciones.
6. Los entornos de aprendizaje constructivista fomentan la reflexión en la experiencia.
7. Los entornos de aprendizaje constructivista permiten el contexto y el contenido

dependiente de la construcción del conocimiento.

8. Los entornos de aprendizaje constructivista apoyan la “construcción colaborativa del aprendizaje, a través de la negociación social, no de la competición entre los estudiantes para obtener apreciación y conocimiento” (Jonassen, 1994).

### **Modelo de Jonassen en la educación**

David H. Jonassen fue un profesor distinguido de la Escuela de Ciencias de la Información y Aprendizaje de Tecnologías en la Universidad de Missouri, fusionó las ideas de constructivismo con la tecnología educativa.

Según el autor, David Jonassen (1991) el objetivo del aprendizaje se centra en proveer múltiples perspectivas de lo que nos rodea para lograr que la persona que aprende construya su entendimiento. Jonassen (1994) plantea el constructivismo como un modelo que hace propuestas teóricas para diseñar entornos de aprendizaje. Lo original de su modelo es que describe tres etapas para la adquisición de aprendizajes: La introductoria, la avanzada y la de expertos. Jonassen (2005) comenta que la percepción más equivocada del constructivismo es la de creer que cada uno construye una realidad única y que la realidad solo existe en la mente del que la conoce, lo cual conduce a una anarquía intelectual.

Jonassen (2000) describió algunas formas prácticas de diseñar actividades y organizar la información de acuerdo con el enfoque constructivista en entornos abiertos. Este método se conoce como EAC (Entornos de Aprendizaje Constructivista) y su principal objetivo es fomentar la solución de problemas y su desarrollo conceptual. El Modelo EAC consiste en una propuesta que parte de un problema, pregunta o proyecto como núcleo del entorno para el que se ofrecen al alumno varios sistemas de interpretación y de apoyo intelectual derivado de su alrededor. El alumno ha de resolver el problema o finalizar el proyecto o hallar la respuesta a las preguntas formuladas

Los elementos que constituyen el modelo Jonassen son:

- Las fuentes de información y analogías complementarias relacionadas.
- Las herramientas cognitivas.
- Las herramientas de conversación / colaboración.
- Los sistemas de apoyo social / contextual.

El entorno debe proporcionar al alumno herramientas para apoyar funciones necesarias para elaborar información. Las herramientas cognitivas pueden ser herramientas informáticas cuyo propósito es abordar y facilitar tipos específicos de procedimientos cognitivos. Estas herramientas (Informáticas) sirven como:

- Herramientas de visualización
- Herramientas de modelización del conocimiento
- Herramientas de apoyo a la representación
- Herramientas de recopilación de la información

Algunas de las herramientas propuestas por Jonassen para crear “Entornos de Aprendizaje Constructivista” son Jonassen (2000):

- Herramientas de representación de problemas y ejercicios.
- Herramientas para hacer modelos sobre el conocimiento estático y dinámico.
- Herramientas de apoyo al rendimiento
- Herramientas para recopilar información
- Herramientas de conversación y colaboración

Con las herramientas cognitivas, que en este caso será una herramienta informática, propuestas por Jonassen se pueden crear herramientas de aprendizaje basado en simulaciones, las cuales podrán ser llevadas a cabo con el software Ivsim, con una variedad de exigencias, con el fin de poder abarcar EAC como las mencionadas anteriormente.

## Aprendizaje basado en simulaciones

El aprendizaje obtenido de las asignaturas prácticas se realiza mediante el uso de entornos de laboratorio lo más apegados a las situaciones reales que el alumnado enfrentará en su futuro profesional. La simulación es entonces el simular el ambiente real donde se espera ejecutar el aprendizaje. En los laboratorios esta simulación se realiza mediante el uso de maquetas que simulan, en parte, estos ambientes.

El aprendizaje a través de sistemas multimedia, como son los softwares de simulación, es igual o más efectivo que un aprendizaje convencional, donde es sólo una interacción entre Profesor-Estudiante donde no sólo ve desde fuera el conocimiento, sino que involucra al estudiante para que la persona vaya construyendo su propio conocimiento.

A su vez, el autor Kozma (1991) menciona que la tecnología multimedia hace un paralelismo de los modelos mentales formando asociaciones entre varias ideas construyendo un significado a partir de estas relaciones.

La estrategia que consiste en realizar las prácticas de laboratorio con simulaciones con el software Ivsim. “La simulación puede generar un número de diferentes escenarios en respuesta a los cambios de parámetros que el usuario usa para categorizar la simulación, y poder producir una animación para ilustrar los resultados de este modelo” (Mason y Rennie, 2006)

Como herramienta de apoyo al estudio presenta varias ventajas que es positivo recalcar:

- Se estimula el aprendizaje por descubrimiento
- Favorece la autogestión del alumno
- Obliga a demostrar lo aprendido
- Pueden ejercitar problemas teóricos complejos
- Comprobar con el software los resultados obtenidos
- Puede facilitar la autoevaluación del estudiante.

En el ámbito eléctrico la simulación puede presentar otras ventajas muy importantes como por ejemplo:

- Al trabajar con componentes delicados, puede existir un ahorro de tiempo y dinero.
- Se entrega un medio controlado, donde primero se dimensiona a que Voltajes se trabajará y después se realiza el problema, esto ayuda a saber con qué se está manejando y sus posibles complicaciones antes de ejecutar una acción.

### **Maqueta LabVolt**

Los centros de formación técnica deben simular un entorno real en sus prácticas de laboratorio. En el caso de las maquinas eléctricas, este entorno debe ser la industria, que por su gran extensión, diversidad y tipo puede ser muy difícil de simular. Los centros de formación técnica se ven enfrentados entonces a la difícil tarea de priorizar experiencias apegadas a la industria en laboratorios pequeños, es por esto que recurren a la adquisición de maquetas que puedan simular solo el aprendizaje esperado raíz de todos los demás.

Las maquetas de maquinas eléctricas deben ser capaces de simular los principales conceptos de funcionamiento de estas, como por ejemplo las relaciones de voltaje, corriente, potencia, perdidas y rendimiento dejando fuera los aprendizajes que se obtienen mediante el montaje de equipamientos, apertura y cierre de equipos, conexión mediante uniones eléctricas mediante cables, estañado, apretar terminales, apretar tornillos, etc.

En el caso de la asignatura de Maquinas Eléctricas, Inacap cuenta con la maqueta fabricada por la empresa Festo, línea LabVolt, la cual simula mediante módulos las distintas maquinas eléctricas a operar en la industria.



*Maqueta LabVolt*

Cada módulo se conecta mediante sus conectores con los conductores que tiene terminales de punta.



*Conductor punta – punta*

Cada módulo se conecta mediante rieles en la estructura metálica, de esta manera el usuario puede ordenar los módulos de la manera que mejor le resulte.



*Extracción de modulo*

Los datos obtenidos en estas simulaciones de actividades practicas reales se pueden visualizar mediante un computador en tiempo real.

Aunque la maqueta provee una buena aproximación a la realidad, esto es solo una aproximación, ya que en la realidad no se permitirá realizar conexiones mediante conectores ni módulos. El trabajo para realizar en la realidad comprende conexiones y maquinas que, aunque funcionan de forma idéntica a la maqueta, poseen condiciones de instalación completamente diferentes.

La siguiente tabla presenta los aprendizajes que se deberían obtener en la práctica de máquinas eléctricas y los que se obtienen mediante las maquetas.

<b>Aprendizaje requerido</b>	<b>Aprendizaje obtenido mediante el uso de la maqueta</b>
Principio de funcionamiento del transformador eléctrico	Se obtiene el aprendizaje, ya que la maqueta está diseñada para visualizar mediante simbología los transformadores y las bobinas de esta
Principio de funcionamiento del generador	Se obtiene el aprendizaje, ya que la maqueta está diseñada para visualizar mediante

	simbología y mediante laminas transparentes el interior del generador y el giro del rotor
Principio de funcionamiento del motor de inducción	Se obtiene el aprendizaje, ya que la maqueta está diseñada para visualizar mediante simbología y mediante laminas transparentes el interior del motor de inducción y el giro del rotor
Medición mediante voltímetro de diferencia de potencial eléctrico	Se obtiene parcialmente, ya que la maqueta tiene terminales para tal fin y el alumno puede medir. La dificultad se presenta en que todos los terminales son del mismo tipo, mientras que en la realidad esto no es así.
Medición mediante amperímetro de corriente eléctrica	Se obtiene parcialmente, ya que la maqueta tiene terminales para tal fin y el alumno puede medir. La dificultad se presenta en que todos los terminales son del mismo tipo, mientras que en la realidad esto no es así.
medición de potencia efectiva mediante vatímetro	Se obtiene parcialmente, ya que la maqueta tiene terminales para tal fin y el alumno puede medir. La dificultad se presenta en que todos los terminales son del mismo tipo, mientras que en la realidad esto no es así.
medición de factor de potencia mediante cosenofimetro	Se obtiene parcialmente, ya que la maqueta tiene terminales para tal fin y el alumno puede medir. La dificultad se presenta en que todos los terminales son del mismo tipo, mientras que en la realidad esto no es así.
Prueba de vacío del transformador	Se obtiene el aprendizaje ya que al realizar las medidas el alumno puede realizar los cálculos teóricos y el dibujo de este modelo.

Prueba de cortocircuito del transformador	Se obtiene el aprendizaje ya que al realizar las medidas el alumno puede realizar los cálculos teóricos y el dibujo de este modelo.
Obtención del circuito equivalente del transformador	Se obtiene el aprendizaje ya que al realizar las medidas el alumno puede realizar los cálculos teóricos y el dibujo de este modelo.
Obtención del circuito equivalente del generador	Se obtiene el aprendizaje ya que al realizar las medidas el alumno puede realizar los cálculos teóricos y el dibujo de este modelo.
Obtención del circuito equivalente del motor de inducción	Se obtiene el aprendizaje ya que al realizar las medidas el alumno puede realizar los cálculos teóricos y el dibujo de este modelo.
Montaje de transformador eléctrico	No se obtiene el aprendizaje debido a que las maquetas están diseñadas para una conexión fácil, cosa que en la práctica no es así, además los módulos son de mismo tamaño mientras que en la práctica cada equipo, dependiendo de su potencia y uso, es diferente.
Montaje del generador	No se obtiene el aprendizaje debido a que las maquetas están diseñadas para una conexión fácil, cosa que en la práctica no es así, además los módulos son de mismo tamaño mientras que en la práctica cada equipo, dependiendo de su potencia y uso, es diferente.
Montaje del motor de inducción	No se obtiene el aprendizaje debido a que las maquetas están diseñadas para una conexión fácil, cosa que en la práctica no es así, además los módulos son de mismo tamaño mientras que en la práctica cada

	equipo, dependiendo de su potencia y uso, es diferente.
Preparación del conductor eléctrico, mediante el terminal	No se obtiene el aprendizaje ya que en la maqueta se ocupan terminales de punta, que no requieren una unión.
Conexión de cableado eléctrico en la maqueta	No se obtiene el aprendizaje ya que en la maqueta se ocupan terminales de punta, que no requieren una unión.
Apertura de cajas de bornes	No se obtiene el aprendizaje debido a que los módulos no lo permiten.

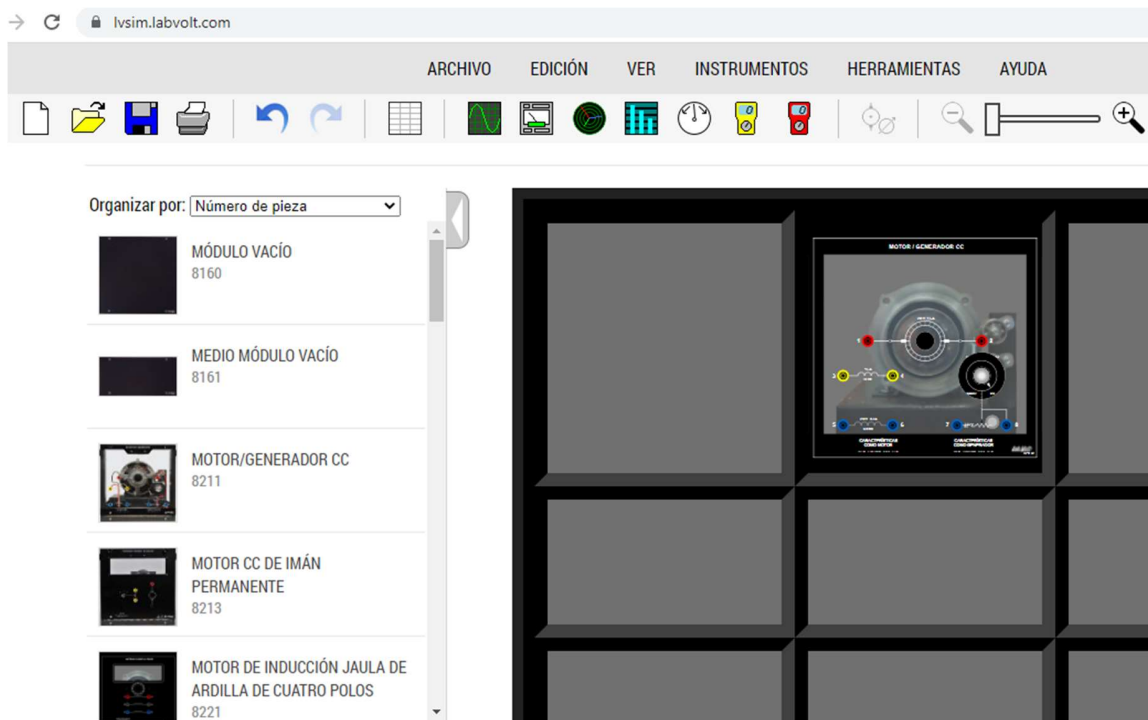
*Tabla de obtención de aprendizajes, elaboración propia*

## Software Ivsim

El software Ivsim es la simulación por computador de la maqueta LabVolt. Este software, desarrollado por la empresa Festo permite a los estudiantes realizar todo tipo de conexiones simulando la maqueta LabVolt de forma online. Al ser online no se requiere la instalación en equipos propios y se puede ocupar mediante un computador o un celular.

El software cuenta con el chasis de la maqueta a la cual se le deben agregar los distintos módulos de simulación. Entre los módulos se encuentran las fuentes de energía, transformadores, cargas, motores y todo tipo de módulos existentes en la maqueta real. El usuario debe seleccionar el módulo y posicionarlo en el chasis, luego debe poner los conectores que conectarán los distintos módulos a usar.

El usuario puede realizar todo tipo de mediciones que en la maqueta física se pueden realizar. Además, a lo anterior, el software reconoce todo tipo de conexiones incorrectas, indicando mediante alarmas si existe alguna falla eléctrica producida por el usuario.



*Entorno lvsim*

El software lvsim presenta todas las prestaciones que puede tener la maqueta LabVolt, incluso el movimiento de sus dispositivos en tiempo real. Se puede ajustar las variables como voltaje y frecuencia de red para apegar la simulación al entorno de la red nacional.

Una vez que los alumnos ocupan este simulador, el uso de la maqueta en forma presencial puede ser tomado de forma familiar, debido a que la simulación mediante software referente a la lógica de conexionado es casi exacta en cuanto a la simulación mediante la maqueta.



*Medición de tensión eléctrica*

Los softwares de simulación en el mercado presentan la dificultad de exigir muchos recursos de hardware en los computadores de usuarios. Estos softwares son diseñados para poder ser lo más apegado a ciertas realidades practicas ocupando para este fin una cantidad muy alta de recursos de hardware, por lo que se requiere que estos softwares se encuentren instalados en computadores capaces de soportar el programa. En la práctica Inacap utiliza softwares para complementar lo práctico, por lo anterior la institución pone a disposición de los alumnos laboratorios de computación, donde se encuentran instalados estos softwares. Este servicio puede ser usado por alumnos que no cuentan con un computador personal, o que cuentan con uno pero que no tiene la cantidad de recursos de hardware necesarios para el correcto funcionamiento del software.

Debido a la pandemia los alumnos ya no pueden ocupar los laboratorios de computación, debiendo tener computadores capaces de soportar estos softwares de simulación. Esta es una

situación compleja ya que no todos cuentan con un computador personal y, como se indico en el marco justificativo, muchos solo se conectan mediante celular.

Es aquí donde el software lvsim presenta una gran ventaja ya que su uso se puede realizar desde cualquier dispositivo que cuente con conexión a internet. El software está instalado en una plataforma virtual online pudiendo ser utilizado por computadores de bajos recursos de hardware y por celulares. Además, a lo anterior, el software lvsim presenta la ventaja de simular el entorno real al que los estudiantes se ven enfrentados en los laboratorios de Inacap por lo que el aprendizaje puede ser apegado a la realidad.

## Marco metodológico

La investigación realizada es del tipo cuantitativa a una población curso vespertino de otoño 2020 de la asignatura de Maquinas eléctricas, de la sede Temuco, tomando muestras mediante la observación de los aprendizajes obtenidos por los alumnos en la realización de cada guía de acuerdo con los criterios de evaluación.

Cada guía tiene criterios de evaluación que son los objetivos de aprendizaje a alcanzar por los alumnos. Estos aprendizajes se evalúan mediante la ejecución del paso a paso realizado en cada guía. En el caso de estudio se procedió a analizar la adquisición de estos aprendizajes mediante la pauta de revisión de cada guía. Las guías de semestres anteriores fueron adaptadas para aplicarlas mediante la simulación con el software Ivsim.

### Guías de laboratorios

Las guías de laboratorio empleadas por Inacap para la asignatura de Maquinas Eléctricas son elaboradas por los docentes de la asignatura. Estas guías deben cumplir los criterios de evaluación presentados por el descriptor de la asignatura entregado por Inacap.

A continuación, se dará a conocer los el descriptor de la asignatura de Maquinas Eléctricas, rotulado con el código de signatura ELSP18, donde se visualizan los aprendizajes esperados, criterios de evaluación y actividades recomendadas de las unidades de Transformadores eléctricos, maquinas síncronas y maquinas asíncronas. Este descriptor fue modificado para tener los aprendizajes esperados acorde con la situación de simulación. En la tabla se visualiza la situación del descriptor original y la modificación realizada para poder modificar las guías que se adapten a la situación simulación.

## Unidad de Transformadores Eléctricos

<b>Aprendizaje esperado</b>	Evalúa el comportamiento del transformador de potencia en un sistema eléctrico. (Integrada Competencia Genérica Trabajo en Equipo).
<b>Criterios de evaluación (presencial)</b>	<b>Criterios de evaluación (virtual)</b>
Realizando el conexionado de transformadores monofásicos y trifásicos según diagramas normalizados.	Realizando el conexionado de transformadores monofásicos y trifásicos según diagramas normalizados.
Realizando ensayos de vacío y cortocircuito en transformadores de potencia monofásico y trifásico.	Realizando ensayos de vacío y cortocircuito en transformadores de potencia monofásico y trifásico.
Determinando el circuito equivalente en función de los ensayos realizados en un transformador de potencia.	Determinando el circuito equivalente en función de los ensayos realizados en un transformador de potencia.
Analizando el rendimiento en un transformador en diferentes condiciones de carga.	Analizando el rendimiento en un transformador en diferentes condiciones de carga.
Comprobando los resultados teóricos mediante uso de herramientas digitales.	
Aceptando información e ideas de otros miembros para la consecución de las tareas.	Aceptando información e ideas de otros miembros para la consecución de las tareas.
Cumpliendo con las tareas asignadas en el tiempo definido.	Cumpliendo con las tareas asignadas en el tiempo definido.
<b>Actividad propuesta (presencial)</b>	<b>Actividad propuesta (virtual)</b>
Ensayo y simulación de transformador de potencia en laboratorio. Los estudiantes de manera grupal realizan ensayos y simulación de transformadores de potencia.	Ensayo de transformador de potencia en laboratorio. Los estudiantes de manera grupal realizan ensayos de transformadores de potencia mediante la simulación online.

## Unidad de Maquinas Síncronas

<b>Aprendizaje esperado</b>	Realizando las conexiones normalizadas de generador sincrónico. (Integrada Competencia Genérica Trabajo en Equipo).
<b>Criterios de evaluación (presencial)</b>	<b>Criterios de evaluación (virtual)</b>
Determinando los factores que definen la condición de velocidad sincrónica.	Determinando los factores que definen la condición de velocidad sincrónica.
Determinando circuito equivalente en función de los ensayos.	Determinando circuito equivalente en función de los ensayos.
Analizando el rendimiento de un generador y motor trifásico, a través del cálculo de potencia eléctrica y mecánica.	Analizando el rendimiento de un generador y motor trifásico, a través del cálculo de potencia eléctrica y mecánica.
Modelando el comportamiento de las máquinas sincrónicas en régimen transitorio y permanente mediante herramientas digitales.	
Aceptando información e ideas de otros miembros para la consecución de las tareas.	Aceptando información e ideas de otros miembros para la consecución de las tareas.
Cumpliendo con las tareas asignadas en el tiempo definido.	Cumpliendo con las tareas asignadas en el tiempo definido.
<b>Actividad propuesta (presencial)</b>	<b>Actividad propuesta (virtual)</b>
Ensayo y simulación de máquinas sincrónicas en laboratorio. Los estudiantes de manera grupal realizan ensayos y simulación de máquinas sincrónicas.	Ensayo de máquinas sincrónicas en laboratorio. Los estudiantes de manera grupal realizan ensayos de máquinas sincrónicas mediante la simulación online.

## Unidad de Maquinas Asíncronas

<b>Aprendizaje esperado</b>	Verifica el estado de operación de las máquinas eléctricas asíncronas. (Integrada Competencia Genérica Trabajo en Equipo).
<b>Criterios de evaluación (presencial)</b>	<b>Criterios de evaluación (virtual)</b>
Realizando las conexiones de partida para motores monofásicos de inducción.	Realizando las conexiones de partida para motores monofásicos de inducción.
Realizando las conexiones normalizadas en motores trifásicos de inducción.	Realizando las conexiones normalizadas en motores trifásicos de inducción.
Analizando el rendimiento en motores de inducción monofásicos y trifásico, a través del cálculo de potencia eléctrica y mecánica.	Analizando el rendimiento en motores de inducción monofásicos y trifásico, a través del cálculo de potencia eléctrica y mecánica.
Modelando el comportamiento de motores y generadores de inducción en régimen transitorio y permanente mediante herramientas digitales.	
Determinando el circuito equivalente en función de los ensayos realizados en un motor de inducción trifásico.	Determinando el circuito equivalente en función de los ensayos realizados en un motor de inducción trifásico.
Aceptando información e ideas de otros miembros para la consecución de las tareas.	Aceptando información e ideas de otros miembros para la consecución de las tareas.
Cumpliendo con las tareas asignadas en el tiempo definido.	Cumpliendo con las tareas asignadas en el tiempo definido.
<b>Actividad propuesta (presencial)</b>	<b>Actividad propuesta (virtual)</b>
Ensayo y simulación de máquinas asíncronas en laboratorio. Los estudiantes de manera grupal realizan ensayos y simulación de máquinas asíncronas.	Ensayo de máquinas asíncronas en laboratorio. Los estudiantes de manera grupal realizan ensayos de máquinas asíncronas mediante la simulación online.

Como se puede visualizar los criterios de evaluación son de carácter práctico apoyados mediante la simulación con el uso de softwares, complementado lo práctico con lo virtual. Para poder realizar la asignatura de forma online se modificó el descriptor de la asignatura para que los alumnos ocupen solo la herramienta virtual Ivsim.

Las tres actividades descritas en el descriptor eran de carácter presencial, pero por la modificación han quedado a realizar solo de forma virtual. Se debe destacar que gracias a que el software Ivsim simula la maqueta que comúnmente ocupaban los estudiantes de forma presencial, las guías no sufrieron grandes cambios. Los cambios mencionados son solo de carácter aclarativo en el manejo del software, como la configuración previa y el acceso a este.

Las tres guías, ahora de carácter virtual son:

- Guía 1: Ensayo y simulación de transformador de potencia en laboratorio

Los estudiantes, de manera grupal, realizan ensayos y simulación de transformadores de potencia. Estas simulaciones involucran la realización de diferentes pruebas para analizar el comportamiento interno del transformador, además de obtener circuitos equivalentes que se puedan resolver mediante ecuaciones matemáticas aplicadas a los fenómenos eléctricos.

- Guía 2: Ensayo y simulación de máquinas sincrónicas en laboratorio

Los estudiantes, de manera grupal, realizan ensayos y simulación de máquinas sincrónicas, más bien como generador. Estas simulaciones involucran la realización de diferentes pruebas para analizar el comportamiento interno del generador y motor sincrónico, además de obtener circuitos equivalentes que se puedan resolver mediante ecuaciones matemáticas aplicadas a los fenómenos eléctricos.

- Guía 3: Ensayo y simulación de máquinas eléctricas asincrónicas en laboratorio

Los estudiantes, de manera grupal, realizan ensayos y simulación de máquinas asincrónicas, más bien como motor. Estas simulaciones involucran la realización de diferentes pruebas para analizar el comportamiento interno del motor asincrónico, además de obtener circuitos equivalentes que se puedan resolver mediante ecuaciones matemáticas aplicadas a los fenómenos eléctricos.

El formato de las guías presenta al alumno la siguiente estructura:

- Aprendizaje esperado que debe alcanzar

En esta parte se detallan los aprendizajes esperados de la unidad. Cumple la función de poner una meta clara al alumno en cuanto al desarrollo de su aprendizaje a través de la unidad.

- Objetivos de la guía

En esta parte se le indica claramente al alumno los puntos a realizar que para lograr alcanzar los aprendizajes esperados. Es entonces las partes de un aprendizaje esperado.

- Procedimiento practico

En esta parte se detalla el procedimiento a realizar en la simulación. Se detallan los instrumentos a utilizar, las formas de conectar la maqueta y la forma de realizar conexiones y mediciones.

- Características del informe.

En esta parte se detalla la forma de estructurar el informe con todas las medidas, observaciones y conclusiones a las cuales el grupo de alumnos llego.

Como se mencionó anteriormente el objetivo de estudio es poder visualizar si los estudiantes logran alcanzar los aprendizajes esperados mediante las simulaciones de forma virtual. En las

guías no se modificaron los aprendizajes esperados, solo se modificaron los criterios de evaluación que correspondan a sugerir al alumno que debía hacer los laboratorios presenciales más una ayuda mediante simulación. De esta forma se visualizará si los estudiantes logran alcanzar los aprendizajes esperados, los cuales son idénticos tanto presencial como virtual.

Las guías que se presentan a continuación son las que se realizaron en el cuerdo vespertino de otoño 2020 a un grupo de 10 estudiantes. Como se visualizara en las guías aparecen pasos para adaptarse a el entorno virtual, cosa que a mi parecer es una de las que mas cuesta internalizar a los estudiantes.

## Guía n°1 Transformadores eléctricos de potencia

### Aprendizajes esperados.

- Verifica los parámetros de un transformador, valorando el trabajo en equipo (Trabajo en Equipo, nivel 1) y respetando tanto, las normas de buena convivencia como las de seguridad.

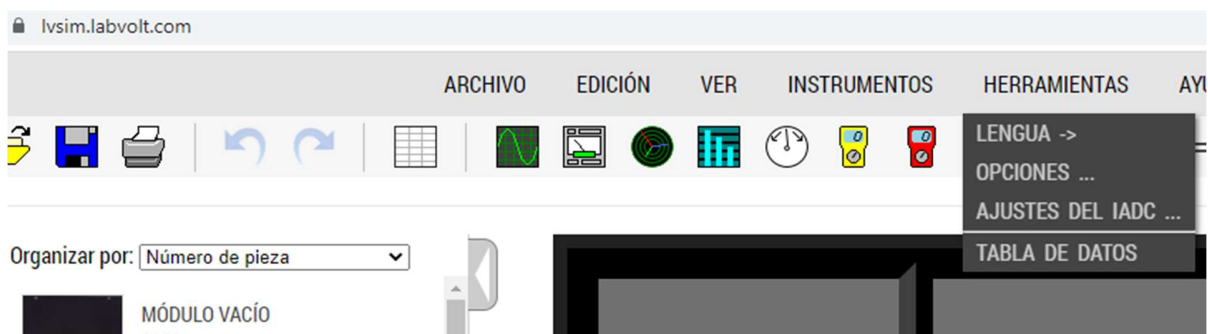
### Objetivos.

- Realizar el conexionado de transformadores monofásicos y trifásicos según diagramas normalizados.
- Realizar el ensayo de vacío en transformadores de potencia monofásico y trifásico.
- Realizar el ensayo de cortocircuito en transformadores de potencia monofásico y trifásico.
- Determinar el circuito equivalente en función de los ensayos realizados en un transformador de potencia.
- Analizar el rendimiento en un transformador en diferentes condiciones de carga.

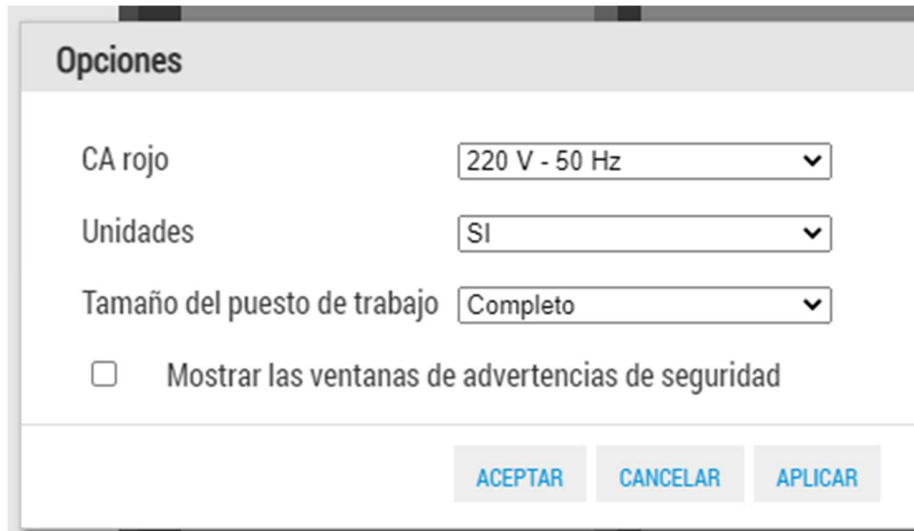
### Procedimiento práctico.

#### Ingreso a software lvsim

- Ingrese a la página web del simulador lvsim en el siguiente link de acceso al software:  
<https://lvsim.labvolt.com/>
- Introduzca el código de acceso: E27EF-D3987-D81D4-4ABD0
- En la barra de opciones selecciones herramientas.
- En la opción herramientas selecciones opciones.



- Regule el nivel de tensión a 220 Volts.
- Regule el nivel de frecuencia a 50 Hz.



Opciones

CA rojo 220 V - 50 Hz

Unidades SI

Tamaño del puesto de trabajo Completo

Mostrar las ventanas de advertencias de seguridad

ACEPTAR CANCELAR APLICAR

### Características del transformador

- Considere un Transformador Monofásico. 240/48 [V], este lo encuentra en los módulos del simulador.
- Registre las características eléctricas nominales que indica el módulo.

### Prueba de polaridad

- Realice el ensayo de polaridad al transformador, alimentando con un 50% del voltaje nominal. Registre valores de Voltajes.

### Pruebas de vacío

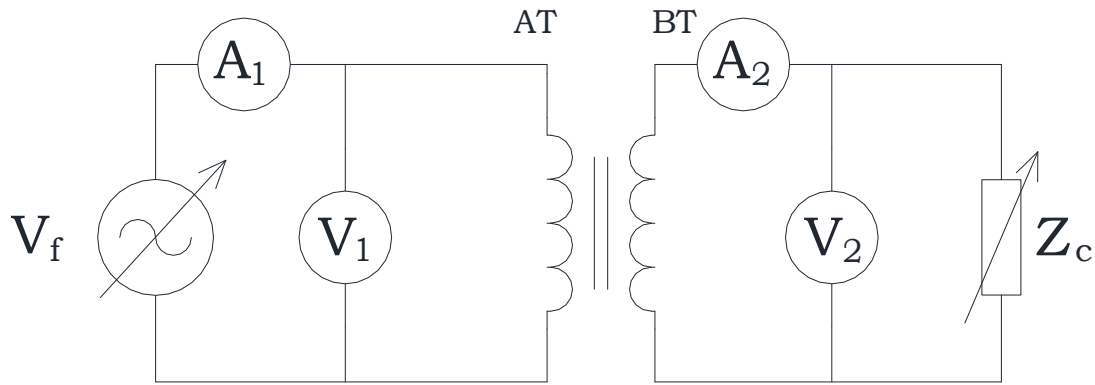
- Realice el ensayo de vacío al transformador en el lado de BT. Registre valores de Potencia, Corriente y Voltaje.

### Pruebas de cortocircuito

- Realice el ensayo de cortocircuito al transformador en el lado de AT. Registre los valores de Potencia, Corriente y Voltaje.

### Rendimiento y regulación de tensión:

- Monte el circuito mostrado en la siguiente figura



- Energice el transformador en vacío (sin carga), hasta que el voltaje del secundario sea el nominal.
- Para distintos valores y tipos de carga (R, L, C, RL, RC), tome nota del voltaje con carga, potencia activa de entrada y de salida del transformador para cada caso de carga. Registre los valores en Tabla 1 y 2.
- Las cargas Resistivas, Inductivas y Capacitivas cuentan con 3 bloques de 3 elementos cada una. Estas, además, cuentan con interruptores ON/OFF para su activación. Al trabajar con 1 bloque y subir 2 interruptores, indica que dichos elementos quedan conectados en paralelo.
- Considere que el transformador siempre debe registrar su voltaje nominal en secundario cuando esté en vacío.

**TABLA 1**

Impedancia [ $\Omega$ ]	$V_{2N}$ [V]	$V_{2PC}$ [V]	$V_{2PC}$ [V]	$V_{2PC}$ [V]
		RESISTIVA	INDUCTIVA	CAPACITIVA
4.400	51			
2.200	51			
1.100	51			
4.400 // 1.100	51			
Todas en paralelo	51			

**TABLA 2**

Impedancia [ $\Omega$ ]	RESISTIVA		INDUCTIVA		CAPACITIVA	
	$P_1$ [W]	$P_2$ [W]	$P_1$ [W]	$P_2$ [W]	$P_1$ [W]	$P_2$ [W]
4.400						
2.200						
1.100						
4.400 // 1.100						
Todas en paralelo						

## **Informe**

Realice un informe técnico de las experiencias realizada, que incluya: (en Word según pauta de elaboración de informe enviada a plataforma)

- Nombres de estudiantes.
- Figuras, esquemas, circuitos, tablas, etc. Deben incluir numeración y título.
- Ítem de introducción.
- Ítem de objetivos.
- Ítem del desarrollo práctico de guía respecto a transformador monofásico (indicar ensayos realizados y/o experiencias realizadas en donde obtuvo registro numérico o de observación). Recuerde NO presentar pantallazos, sólo resultados indicados en tablas de las experiencias realizadas.
- Desarrollo teórico (respecto a lo realizado en la sesión de laboratorio del transformador monofásico), que indique:
  - Polaridad del transformador utilizado.
  - Circuito equivalente aproximado del transformador monofásico referido al primario y secundario aproximados con sus respectivos valores de parámetros.
  - Tabla con resultados de rendimiento y regulación de tensión para cada carga utilizada.
  - Análisis de los resultados obtenidos de los ensayos realizados al transformador monofásico.
- Conclusiones (1 General más 1 por cada integrante de grupo)

## Guía n°2 Generador síncrono

### Aprendizajes esperados

- Verifica experimentalmente el funcionamiento de la máquina síncrona como generador eléctrico, generando documentos en forma autónoma utilizando procesadores de texto.

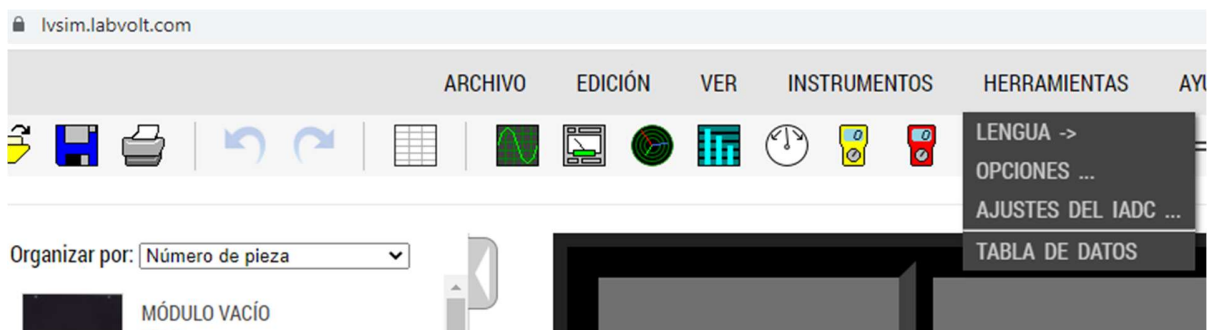
### Objetivos

- Determinar los factores que definen la condición de velocidad síncrona.
- Determinar el circuito equivalente en función de los ensayos.
- Analizar el rendimiento de un generador y motor trifásico, a través del cálculo de potencia eléctrica y mecánica.

### Procedimiento práctico

#### Ingreso a software Ivsim

- Ingrese a la pagina web del simulador Ivsim en el siguiente link de acceso al software:  
<https://lvsim.labvolt.com/>
- Introduzca el código de acceso: E27EF-D3987-D81D4-4ABD0
- En la barra de opciones selecciones herramientas.
- En la opción herramientas selecciones opciones.



- Regule el nivel de tensión a 220 Volts.
- Regule el nivel de frecuencia a 50 Hz.

### Opciones

CA rojo

Unidades

Tamaño del puesto de trabajo

Mostrar las ventanas de advertencias de seguridad

### Características de la maquina síncrona

- Considere una maquina síncrona. Esta lo encuentra en los módulos del simulador.
- Para cada ensayo realizado, el Generador Síncrono debe estar conectado en estrella.
- Visualice la Máquina Síncronica.
- Registre las características eléctricas nominales que indica el módulo.

## Generando un voltaje alterno según velocidad

- Conecte el equipamiento como se muestra en Figura 1. Generador Síncrono (G.S.).

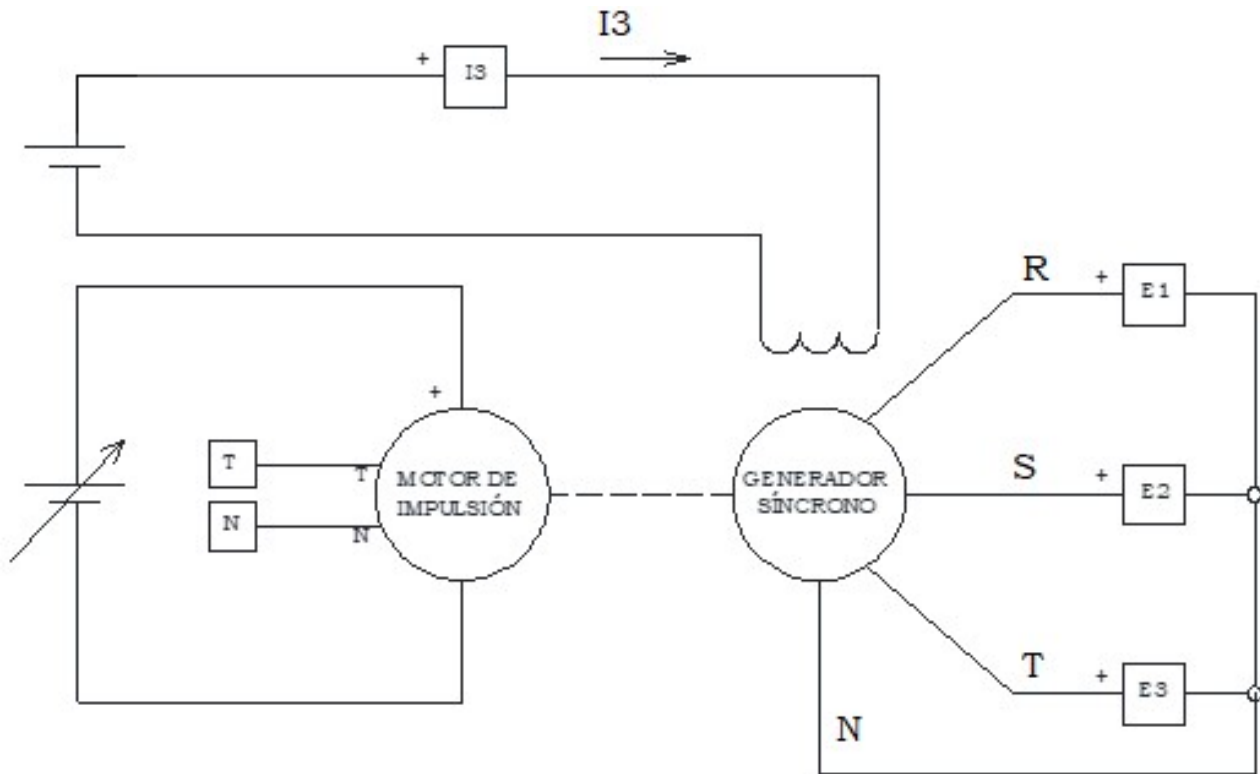


Figura 1. Generador Síncrono acoplado al motor de impulsión

- En el G.S., coloque el interruptor *Excitación* en posición I (cerrado) y gire la perilla *Excitación* a la posición tres cuartos del máximo.
- Encienda la Fuente de alimentación y ajuste la perilla de control de voltaje para que el M.I. (Motor de Impulsión) gire a la velocidad nominal del G.S. Observe en el osciloscopio las formas de ondas de los voltajes E1, E2 y E3. Tome nota.
- Gire lentamente la perilla de control de voltaje hacia la izquierda hasta que la velocidad del M.I. sea aproximadamente 900 [RPM]. Mientras realiza lo anterior, observe las formas de ondas de los voltajes E1, E2 y E3. Tome nota.
- En el G.S., gire lentamente la perilla *Excitación* hacia la izquierda para disminuir la corriente de campo  $I_3$ . Observe y tome nota de las formas de ondas de los voltajes E1, E2 y E3.
- Apague la fuente de alimentación y gire la perilla de control de voltaje completamente hacia la izquierda.

### Generando un voltaje alterno según corriente de campo.

- Modifique las conexiones para que los módulos queden dispuestos como lo muestra la Figura 2. En esta etapa deberá ajustar la corriente de excitación de la máquina y medir el voltaje entre líneas. El G.S. continúa con su estrella

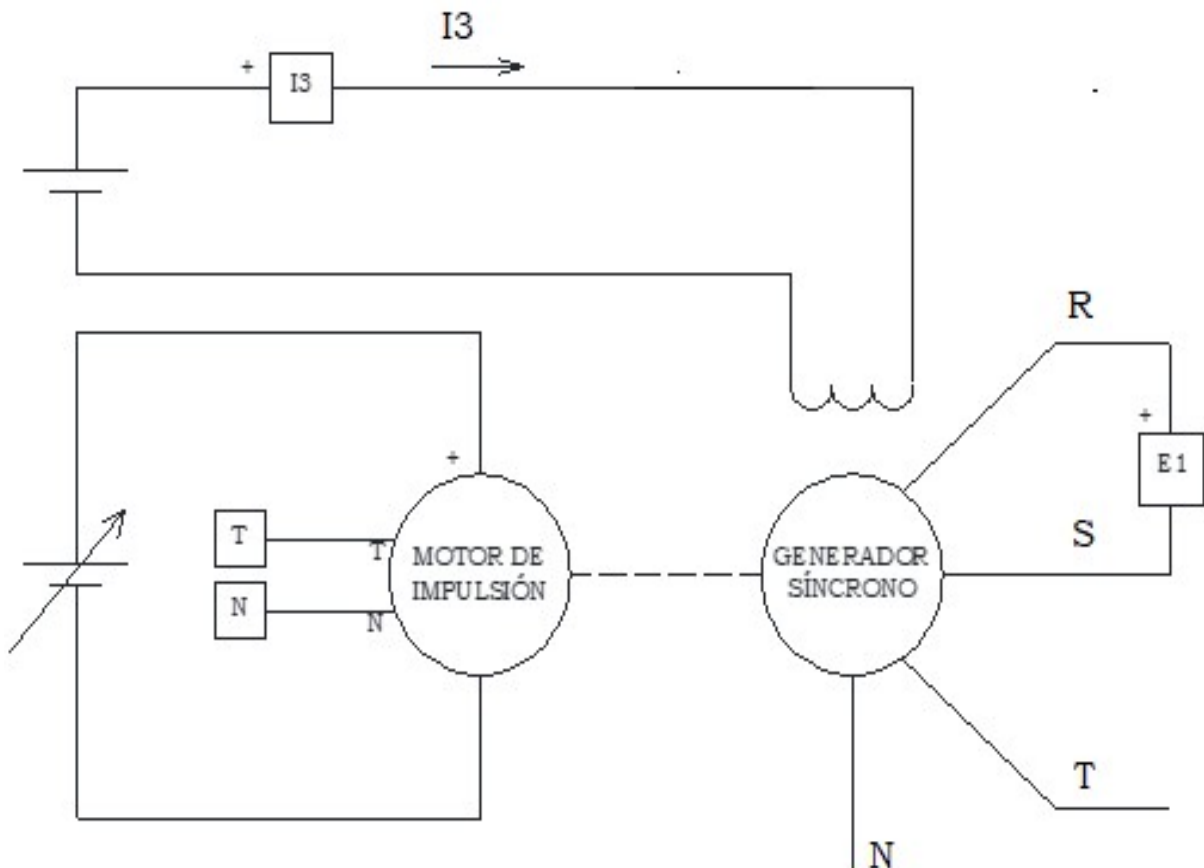


Figura 2. Circuito para observar el funcionamiento de un generador síncrono en vacío

- Encienda la Fuente de alimentación y ajuste la perilla de control de voltaje para que el G.S. gire a la velocidad nominal.
- Registre en una tabla el voltaje de salida  $E_1$ , la corriente de campo  $I_3$ , la velocidad  $n$  y la frecuencia  $f$  del generador síncrono.
- Primero realice el ensayo con el interruptor de la excitatriz abierto y registre los datos solicitados.
- Luego, cierre el interruptor de la excitatriz y realice el registro de datos para distintas posiciones de la perilla de control de la excitatriz en donde tome los valores indicados en

Tabla 1. *Para cada ajuste de dicha corriente, reajuste la perilla de control de voltaje de la Fuente de alimentación de modo que la velocidad del M.I. permanezca igual a la velocidad nominal del G.S.*

- Desenergice

**Tabla 1. Registro de datos**

<b>I3 [mA]</b>	<b>E1 [V]</b>	<b>n [RPM]</b>	<b>f [Hz]</b>
0			
230			
275			
320			
365			
Máxima			

## Regulación de tensión en generador síncrono.

- Conecte el equipamiento como lo muestra la Figura 3

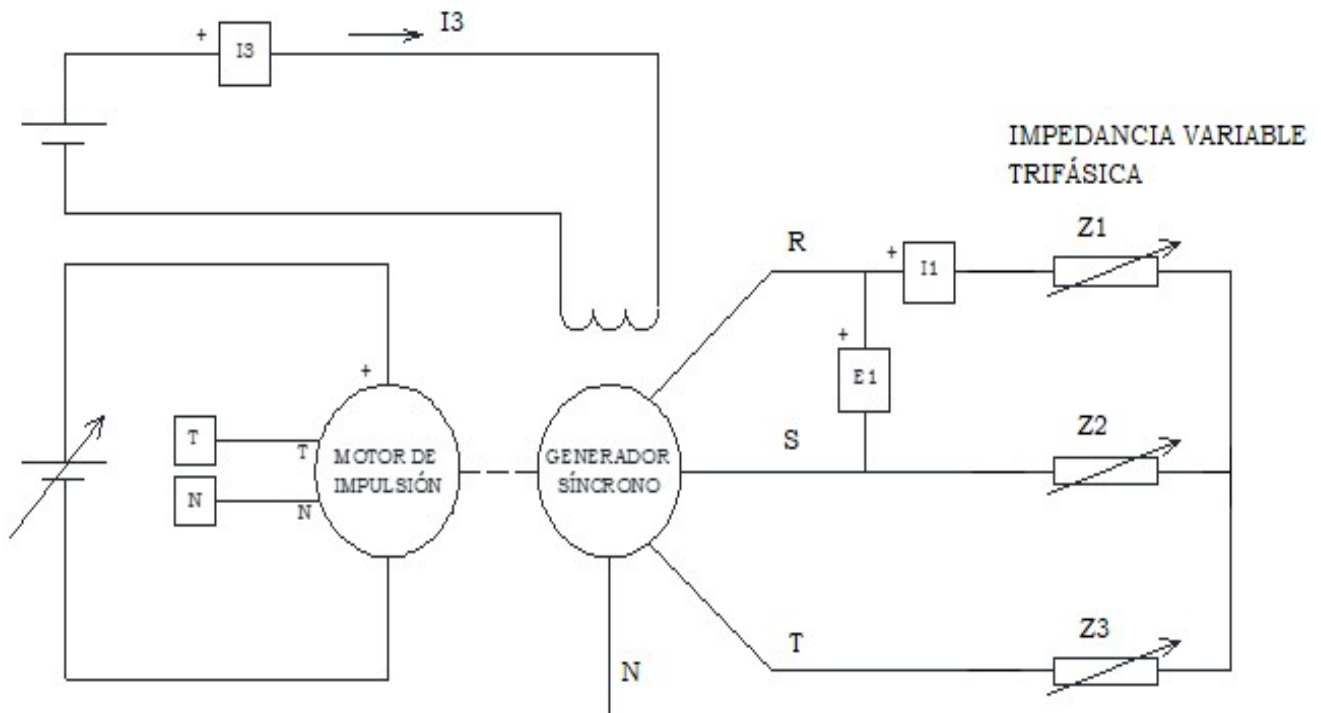


Figura 3. Generador Síncrono bajo carga acoplado al M.I.

- Encienda la Fuente de Alimentación y ajuste la perilla de control de voltaje para que el M.I. gire a la velocidad nominal del G.S.
- Ajuste la perilla de *Excitación* para que el voltaje de salida de línea E1 del G.S. sea igual al valor nominal. Ajuste en el *Aparato de Medición* de tal forma de obtener datos de voltaje de salida E1, la corriente de salida I1, la corriente de campo I3 y la velocidad n del generador síncrono.
- Comience a conectar los diferentes tipos de cargas, tanto Resistivo puro, Inductivo puro y Capacitivo puro según valores indicados en Tabla 2. Reajuste la tensión de alimentación del M.I. para mantener la velocidad de la máquina síncrona en su valor nominal. Tome datos de E1, I1, I3 y n para cada valor y tipo de carga. Registre datos en una tabla.
- Desenergice.

**Tabla 2. Registro para datos obtenidos en punto 3.15.**

<b>Tipo</b>	<b>Carga [OHM]</b>	<b><math>E_1</math> [V]</b>	<b><math>I_1</math> [mA]</b>	<b><math>I_F</math> [mA]</b>	<b>n [RPM]</b>
<b>Resistiva</b>	4.400				
	2.200				
	1.100				
	628,57				
<b>Inductiva</b>	4.400				
	2.200				
	1.100				
	628,57				
<b>Capacitiva</b>	4.400				
	2.200				
	1.100				
	628,57				

## Sincronización a la Red.

- Conecte el equipamiento como lo muestra la Figura 4. En el G.S., ubique la perilla de *Excitación* en la posición media. En el módulo de sincronización, coloque el interruptor en la posición 0 (abierto). En los puntos 4-5-6 va conectada la Red.

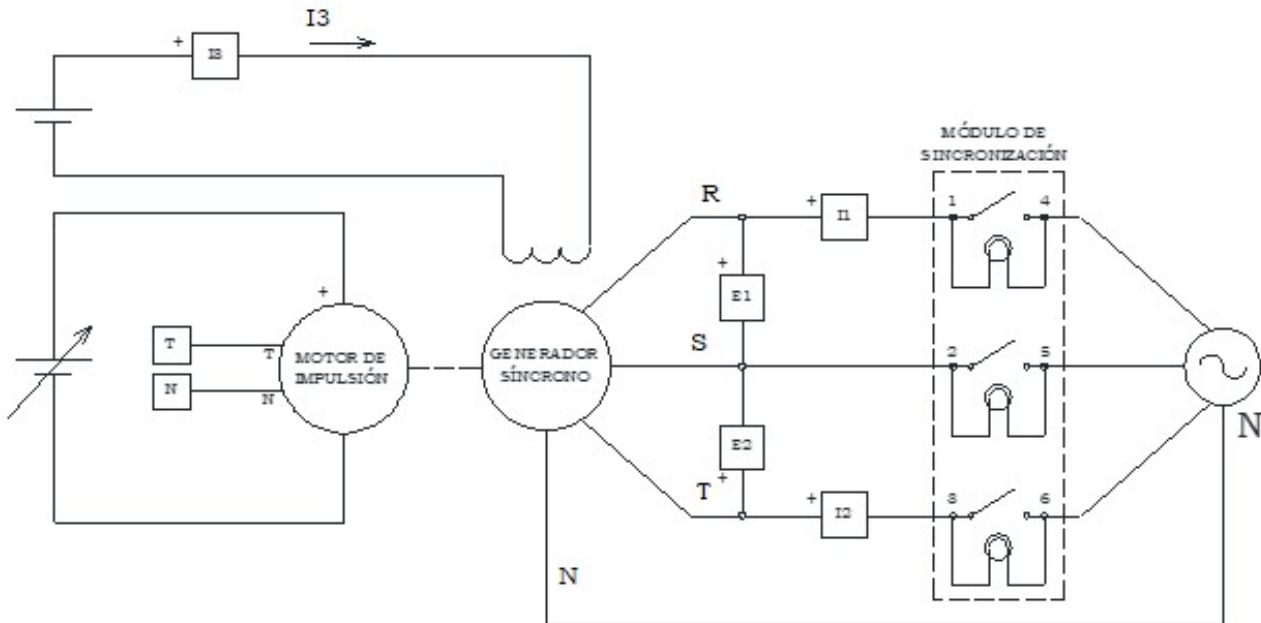


Figura 4. Circuito utilizado para sincronizar y conectar un generador a una red eléctrica C.A.

- En el G.S., intercambie las conexiones de los conductores en los terminales 1 y 2. Encienda la Fuente de alimentación y ajuste de perilla de control de voltaje para que el M.I. gire a una velocidad de 1425 [RPM] aproximadamente.
- Ajuste la perilla de *Excitación* del G.S. para que el voltaje de salida de línea a línea  $E_0$  (indicado por el medidor E1) sea igual al valor nominal de la máquina. Observe las lámparas del módulo de sincronización.
- Apague la fuente de alimentación sin modificar el ajuste de la perilla de control de voltaje. En el G.S., intercambie las conexiones de los conductores en los terminales 1 y 2. (Estamos obligando al G.S. a tener secuencia negativa)
- Encienda la fuente de alimentación. Observe las lámparas del Módulo de sincronización.
- Ajuste la perilla de control de voltaje para que la luminosidad de las lámparas del módulo de sincronización cambie muy lentamente (si es necesario).
- En el módulo de sincronización, coloque el interruptor en la posición I (cerrado) en un instante

que las lámparas estén *completamente apagadas*. De esta manera, el G.S. queda conectado a la red eléctrica trifásica. Observe la potencia activa y reactiva. Tome nota.

- Gire lentamente la perilla de control de voltaje hacia la derecha hasta que el par indicado sea igual a  $-1,0$  [Nm]. Mientras realiza lo anterior, observe la potencia activa y la velocidad del generador. Tome nota.
- En la Fuente de alimentación, gire lentamente la perilla de control de voltaje para que la potencia activa del G.S. disminuya hasta aproximarse a cero. Mientras realiza lo anterior, observe el par de entrada del generador. El G.S. ahora está “flotando” sobre la red eléctrica C.A.
- Gire lentamente la perilla de control de voltaje hacia la derecha hasta que el par indicado sea igual a  $-1,0$  [Nm]. Ahora el G.S. está entregando la potencia activa nominal (aprox.) a la red eléctrica C.A.
- En el G.S., gire lentamente la perilla *Excitación* hasta la posición *MÁX.* para incrementar la corriente de campo. Mientras realiza lo anterior, observe las potencias activa y reactiva, el par de entrada del generador y su velocidad. Tome nota.
- Ahora, gire lentamente la perilla *Excitación* hasta la posición *MÍN.* para disminuir la corriente de campo. Mientras realiza lo anterior, observe la potencia activa y reactiva. Tome nota.
- Apague la Fuente de alimentación y gire la perilla de control de voltaje completamente hacia la izquierda. Cierre el software, apague la alimentación hacia la interfaz, apague el computador y desconecte todos los cables.

## **Informe**

- Realice un informe técnico de las experiencias realizada, que incluya: (en Word según pauta enviada a plataforma)
- Figuras, esquemas, circuitos, tablas, etc. Deben incluir numeración y título.
- Ítem de introducción.
- Ítem de objetivos.
- Ítem del desarrollo práctico de la guía. (Indicar el desarrollo práctico de la guía de laboratorio y mostrar valores obtenidos al igual que las notas tomadas).
- Ítem del análisis de los resultados obtenidos. Para cada experiencia realizada e indicadas en punto anterior, realice análisis de los resultados obtenidos. (Análisis, comentarios y/o explicaciones en cada prueba realizada, donde registró datos).
- Generando un voltaje alterno según velocidad.
- Generando un voltaje alterno según corriente de campo.
- Regulación de tensión en generador síncrono.
- Realice tabla con valores de regulación calculados para cada tipo y valor de carga utilizado.
- Sincronización a la red
- Conclusiones (1 general más 1 por cada integrante de grupo).

## Guía n°3 Motor de inducción trifásico de rotor jaula de ardilla.

### Aprendizajes esperados

- Verifica experimentalmente el funcionamiento del motor de inducción trifásico jaula de ardilla, editando documentos de mediana complejidad utilizando procesadores de texto.

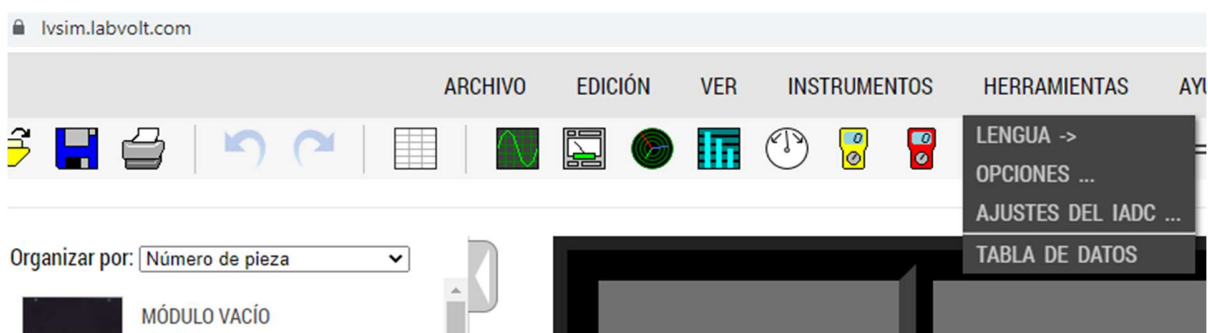
### Objetivos

- Realizar las conexiones de partida para motores monofásicos de inducción.
- Realizar las conexiones normalizadas en motores trifásicos de inducción.
- Analizar el rendimiento en motores de inducción monofásicos y trifásico, a través del cálculo de potencia eléctrica y mecánica.
- Determinar el circuito equivalente en función de los ensayos realizados en un motor de inducción trifásico.

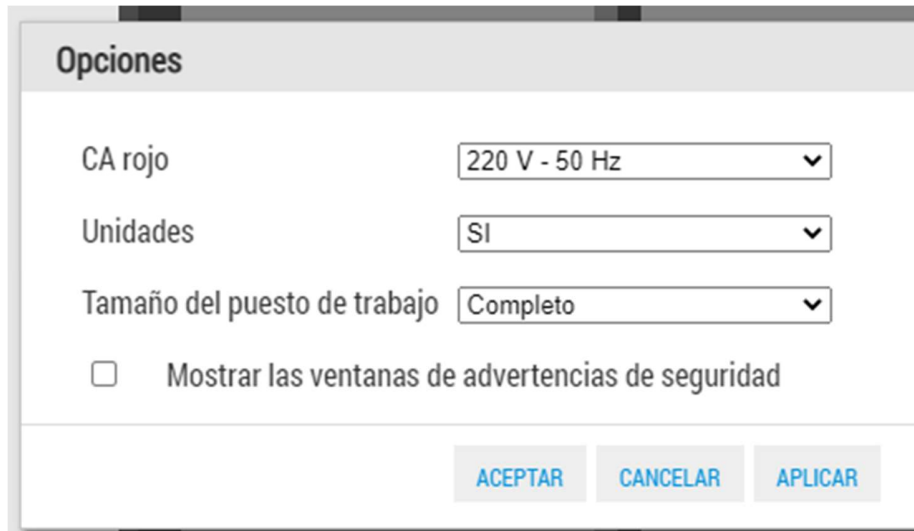
### Procedimiento práctico

#### Ingreso a software Ivsim

- Ingrese a la pagina web del simulador Ivsim en el siguiente link de acceso al software: <https://Ivsim.labvolt.com/>
- Introduzca el código de acceso: E27EF-D3987-D81D4-4ABD0
- En la barra de opciones selecciones herramientas.
- En la opción herramientas selecciones opciones.



- Regule el nivel de tensión a 220 Volts.
- Regule el nivel de frecuencia a 50 Hz.



### **Características del Motor de Inducción Jaula de Ardilla (MIJA)**

- Considere una maquina síncrona. Esta lo encuentra en los módulos del simulador.
- Tome nota de todo lo observado.
- Registre las características eléctricas nominales que indica el módulo.
- En puestos de trabajo de LabVolt que contengan el módulo de “Dinamómetro/Fuente de Alimentación de Cuatro Cuadrantes”, deben trabajarlo en Modo “Dinamómetro” y Función “Freno de PC”. Recuerde que la perilla que dice “Comando” representa la perilla de control de carga.
- Retire el MIJA, *OBSERVE Y TOME NOTA* de sus características constructivas y placa característica.
- Acople mecánicamente el Dinamómetro al Motor de inducción jaula de ardilla de cuatro polos.
- Conecte el equipamiento como se muestra en Figura 1.

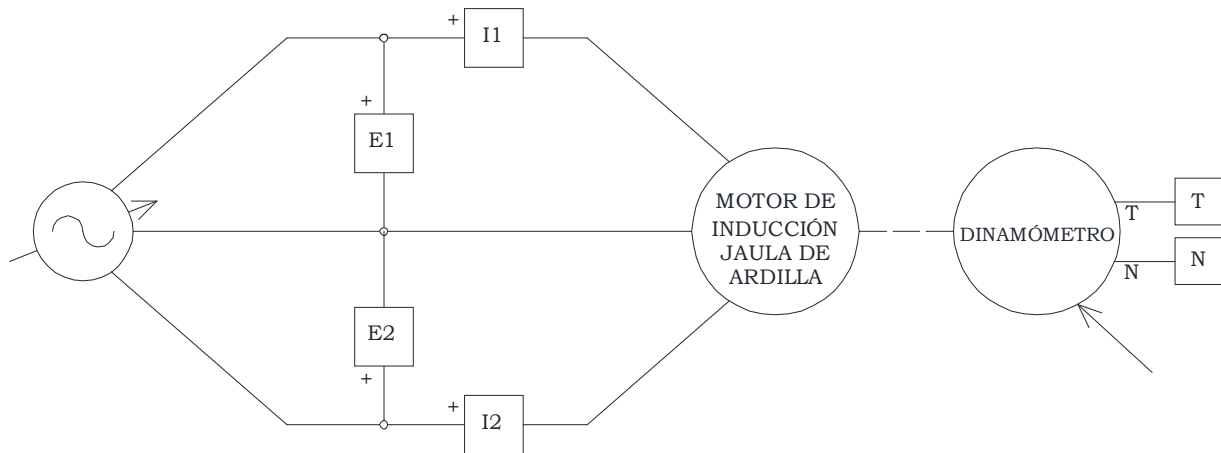


Figura 1. Motor de Inducción jaula de ardilla conectada al Dinamómetro

- Ajuste la perilla de control de carga del Dinamómetro al mínimo.
- Encienda la Fuente de alimentación y ajuste la perilla de control de voltaje para que los voltajes de línea, indicado por el medidor E1, y el nominal del motor de inducción jaula de ardilla resulten iguales, TOME NOTA.
- En el Dinamómetro, ajuste la perilla *Control de Carga* para que la potencia mecánica desarrollada por el MIJA resulte igual a 175 [W] (potencia nominal de salida del motor).
- ANOTE la velocidad nominal, el par, potencia activa trifásica de entrada, potencia activa trifásica de salida (potencia mecánica), potencia reactiva trifásica y la corriente de línea del MIJA.
- En el Dinamómetro, gire la perilla *Control de Carga* completamente hacia la izquierda. El par indicado por el visualizador del Dinamómetro debería ser aproximadamente 0 [Nm], ANOTE los mis valores que el punto anterior.
- Nota: Lo que se busca en el ensayo es poder comparar los valores registrados para cuando trabaja a potencia nominal y en vacío.
- En una TABLA DE DATOS (Tabla 1), registre los valores de voltaje de línea (E1), corriente de línea (I1), potencia activa trifásica de entrada, potencia activa trifásica de salida (potencia mecánica), potencia reactiva trifásica, velocidad y par de salida del motor, para el siguiente ensayo
- En el Dinamómetro, regule la perilla *Control de Carga* para que el par alcance 2.4 [Nm], por etapas de 0,3 [Nm]. REGISTRE para cada valor ajustado del par en la Tabla 1.

- Luego de llegado a los 2,4 [Nm], siga ajustando cuidadosamente la perilla *Control de Carga* para que el par indicado aumente por etapas de 0,1 [Nm], hasta que la velocidad del motor comience a disminuir bastante rápido (región del par máximo). REGISTRE cada valor adicional ajustado del par en la Tabla 1.

**Tabla 3. Tabla de registro para prueba del punto**

Par [Nm]	E1 [V]	I1 [A]	Pin [W]	Pm [W]	Q [VAR]	n [RPM]
0.0						
0.3						
0.6						
0.9						
1.2						
1.5						
1.8						
2.1						
2.4						
2.5						
2.6						
2.7						
2.8						
2.9						
3.0						

## Sentido de giro

- En el MIJA de cuatro polos, intercambie dos de los tres conductores conectados a los arrollamientos del estator. Alimente de tensión nominal. TOME NOTA de lo ocurrido.

## Demostración del frenado por corrientes de Foucault

- NOTA: En puestos de trabajo de LabVolt que contengan el módulo de “Dinamómetro/Fuente de Alimentación de Cuatro Cuadrantes”, deben trabajarlo en Modo “Dinamómetro” y Función “Motor de Impulsión / Freno de SH”. Recuerde que la perilla que dice “Comando” representa la perilla de control de voltaje para ajustar la velocidad del Motor de Impulsión.
- Conecte el equipamiento como lo muestra la Figura 2. Realice la conexión en paralelo de las tres secciones del módulo Carga Resistiva para obtener el resistor  $R_1$

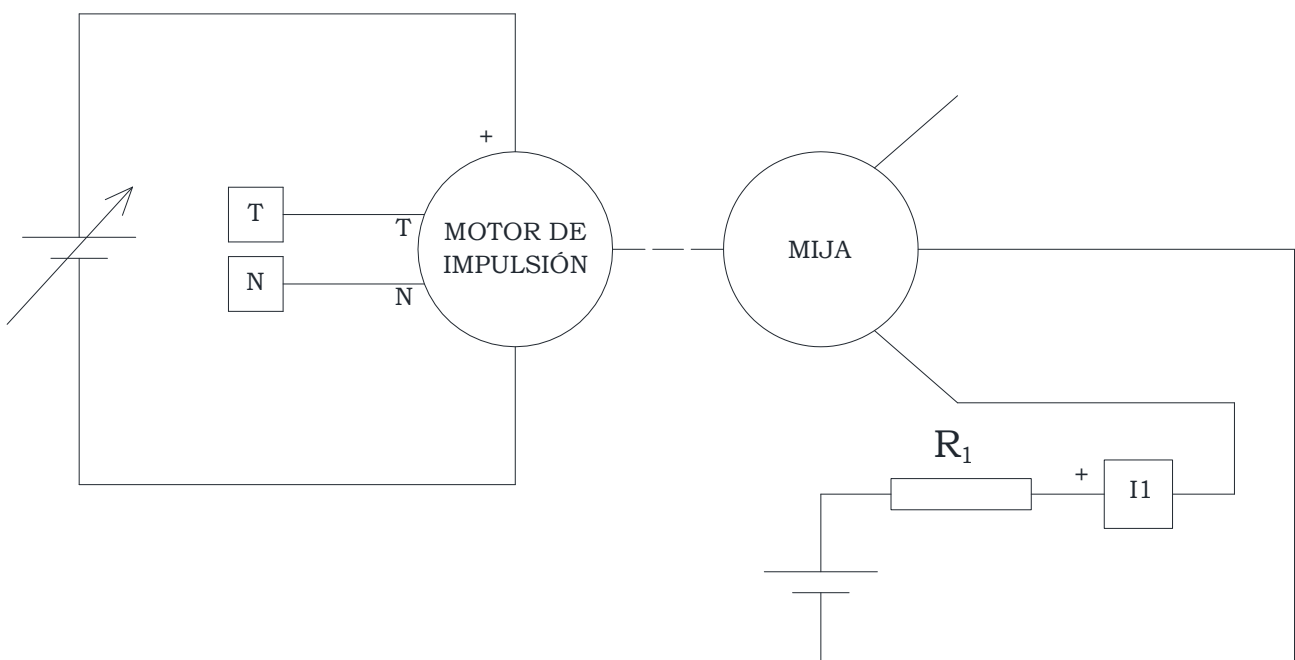


Figura 2. Circuito utilizado para demostrar el frenado por corrientes de Foucault

- Arranque el Motor de Impulsión y ajuste la perilla de control de voltaje para que en M.I. gire a una velocidad de 150 [RPM]
- Nota: El par que indica el medidor es el par de frenado  $T_{\text{FRENO}}$  causado por el motor de MIJA
- ANOTE los valores de la velocidad, la corriente del electroimán, el par de frenado y el sentido de rotación, correspondientes al M.I.
- Cierre los interruptores del módulo de *Carga Resistiva* de uno a la vez para incrementar por etapas la corriente en el electroimán del estator. Mientras realiza lo anterior, OBSERVE la velocidad y el par. REGISTRE.
- Después de cerrar todos los interruptores, ANOTE los valores de la velocidad, la corriente del electroimán y el par de frenado, así como el sentido de rotación del M. I.
- Apague la Fuente de alimentación.
- Repita los puntos 3.10 y 3.11 pero con los conductores invertidos en el Motor de Impulsión/Dinamómetro (sentido de giro contrario). OBSERVE y REGISTRE lo ocurrido.

## **Informe**

Realice un informe técnico de las experiencias realizada, que incluya: (en Word según pauta enviada a plataforma)

- Figuras, esquemas, circuitos, tablas, etc. Deben incluir numeración y título.
- Ítem de introducción.
- Ítem de objetivos.
- Ítem del desarrollo práctico de la guía. (Indicar el desarrollo práctico de la guía de laboratorio y mostrar valores obtenidos al igual que las notas tomadas).
- Ítem del análisis de los resultados obtenidos. Para cada experiencia realizada e indicadas en punto anterior, realice análisis de los resultados obtenidos.
- Características del Motor de Inducción Jaula de Ardilla (MIJA). (Explique comportamientos), además:
  - Compare los valores de velocidad, torque, potencia activa, potencia reactiva y corriente de línea del MIJA para cuando está a potencia nominal y en vacío. Comente.
  - Comente lo ocurrido respecto al Sentido de Giro del MIJA.
  - Realice un gráfico de la velocidad en función del par del motor, considerando los valores obtenidos de las Tablas 1. Explique brevemente cómo varía la velocidad cuando la carga mecánica aumenta.
  - Realice un gráfico de la corriente de línea en función de la velocidad, considerando los valores obtenidos de las Tablas 1. Explique lo ocurrido.
  - Explique cómo varía el par de frenado cuando se incrementa la corriente del electroimán.
- Conclusiones (1 general más 1 por cada integrante de grupo).

## **Análisis de resultados**

Una vez realizadas las guías comentadas en el marco metodológico, se procede a analizar los resultados obtenidos. Como se mencionó, se requiere evaluar la obtención de los aprendizajes esperados por parte de los 10 alumnos y si esto se logra de forma virtual.

Las siguientes tablas muestran los criterios de evaluación de cada unidad para alcanzar el aprendizaje esperado. La escala va de un 20% a un 100% del criterio de evaluación, donde el 20% es el porcentaje menor de cumplimiento del criterio de evaluación y el 100% es la aprobación del criterio de evaluación.

Los resultados se analizarán en porcentajes, analizando que porcentaje del aprendizaje esperado se logra, note que no es una comparación con semestres anterior, solo es un porcentaje de aprobación de los criterios de evaluación que derivan en la obtención del aprendizaje esperado.

En la ultima fila aparece el porcentaje del aprendizaje esperado. Los totales son la suma de las ponderaciones obtenidas según el numero de alumnos que rindieron las guías.

## Guía n°1 Transformadores eléctricos de potencia

ítem	Criterio de evaluación	20%	60%	100%	TOTAL
1.1	Realizando el conexionado de transformadores monofásicos y trifásicos según diagramas normalizados.	1	2	7	84%
1.2	Realizando ensayos de vacío y cortocircuito en transformadores de potencia monofásico y trifásico.	3	5	2	56%
1.3	Determinando el circuito equivalente en función de los ensayos realizados en un transformador de potencia.	4	4	2	52%
1.4	Analizando el rendimiento en un transformador en diferentes condiciones de carga.	1	6	3	68%
1.5	Aceptando información e ideas de otros miembros para la consecución de las tareas.	1	0	9	92%
1.6	Cumpliendo con las tareas asignadas en el tiempo definido.	1	0	9	92%
<b>Evalúa el comportamiento del transformador de potencia en un sistema eléctrico. (Integrada Competencia Genérica Trabajo en Equipo).</b>					<b>74%</b>

- Se logra apreciar que en esta guía existe un alumno que no participo en la actividad.
- El porcentaje mas bajo logrado en la aprobación de criterios de evaluación es del 52%. Esto corresponde al ítem 1.3 sobre determinar el circuito equivalente, lo que lleva a los estudiantes a analizar los datos obtenidos en el simulador y a aplicar la teoría para obtener, mediante cálculos matemáticos y ecuaciones, el circuito equivalente del transformador.
- El bajo porcentaje en el ítem 1.3 se puede deber a que muchos alumnos vienen con una mala base en cálculos sobre el análisis de circuitos eléctricos, por lo que la primera unidad, además de presentar los contenidos de transformadores, también presenta reforzamientos que logran ser efectivos recién en la segunda unidad.
- La mala base teórica puede ser la causante de los ítems 1.2 y 1.4 donde la situación de cálculo y análisis es similar al ítem 1.3.
- El ítem 1.1 sobre conexionado es un reflejo de la forma en que los alumnos ocuparon el software, ya que las conexiones fueron directamente en el simulador, debiendo reconocer los

comandos, herramientas, medidores y equipos a utilizar. Un 84% refleja que no fue una situación muy compleja para los alumnos.

- El simulador fue usado por todos los alumnos, a excepción del alumno que no participo en la actividad.
- Al ser este simulador online, presento una gran ventaja, ya que muchos alumnos ocuparon este simulador desde su teléfono inteligente.
- El aprendizaje esperado se logra solo en un 74%.
- Considerando que un 60% es un estado de nota mínima de aprobación, un 74% es un valor bajo para el objetivo a lograr ya que se encuentra cercano al 60%.
- Se visualiza que dentro del aprendizaje esperado se integra la competencia genérica de trabajo en equipo, esto lo podemos evaluar en los últimos 2 criterios de evaluación correspondientes a “Aceptando la información e ideas de otros miembros para la consecución de las tareas” y “Cumpliendo con las tareas asignadas en el tiempo definido”.
- La competencia genérica se logro bien debido a que todos los alumnos presentaron su trabajo en grupo. Además, a lo anterior son alumnos que iniciaron la carrera juntos, por lo que ya pueden realizar trabajos derivando ordenadamente las actividades a realizar.

## Guía n°2 Generador síncrono

ítem	Criterio de evaluación	20%	60%	100%	TOTAL
2.1	Determinando los factores que definen la condición de velocidad sincrónica.	0	1	9	96%
2.2	Determinando circuito equivalente en función de los ensayos.	0	3	7	88%
2.3	Analizando el rendimiento de un generador y motor trifásico, a través del cálculo de potencia eléctrica y mecánica.	0	0	10	100%
2.4	Aceptando información e ideas de otros miembros para la consecución de las tareas.	0	0	10	100%
2.5	Cumpliendo con las tareas asignadas en el tiempo definido.	1	0	9	92%
<b>Realizando las conexiones normalizadas de generador sincrónico. (Integrada Competencia Genérica Trabajo en Equipo).</b>					95%

- Se logra apreciar que en todos los alumnos participaron de esta guía.
- El porcentaje más bajo logrado en la aprobación de criterios de evaluación es del 88%. Esto corresponde al ítem 2.2 sobre determinar el circuito equivalente, lo que lleva a los estudiantes a analizar los datos obtenidos en el simulador y a aplicar la teoría para obtener, mediante cálculos matemáticos y ecuaciones, el circuito equivalente del transformador.
- Se observa que los alumnos tienen una mejor base matemática y analítica referente al análisis de circuitos eléctricos debido al reforzamiento de conceptos de la unidad 1, por lo que logran desarrollar los cálculos y la obtención del circuito equivalente.
- La obtención de un mejor dominio teórico se ve reflejada en los ítems 2.1 y 2.3, donde la situación de cálculo y análisis es similar al ítem 2.2.
- El ítem 2.1 y 2.2 solo se pueden realizar mediante un buen conexionado en el simulador. Lo que refleja que los alumnos lograron ocupar de mejor manera el software lvsim obteniendo el dominio de los comandos, herramientas, medidores y equipos a utilizar.
- Un 96% en el ítem 1.1 refleja un dominio del software acompañado por los cálculos justificativos.
- El simulador fue usado por todos los alumnos.

- Al ser este simulador online, presento una gran ventaja, ya que muchos alumnos ocuparon este simulador desde su teléfono inteligente y además desde sus computadores.
- El aprendizaje esperado se logra solo en un 95%.
- Considerando que un 60% es un estado de nota mínima de aprobación, un 95% es un valor muy aceptable para el objetivo a lograr ya que se encuentra cercano al 100%.
- Se visualiza que dentro del aprendizaje esperado se integra la competencia genérica de trabajo en equipo, esto lo podemos evaluar en los últimos 2 criterios de evaluación correspondientes a “Aceptando la información e ideas de otros miembros para la consecución de las tareas” y “Cumpliendo con las tareas asignadas en el tiempo definido”.
- La competencia genérica se logró bien debido a que todos los alumnos presentaron su trabajo en grupo. Además, a lo anterior son alumnos que iniciaron la carrera juntos, por lo que ya pueden realizar trabajos derivando ordenadamente las actividades a realizar.

### Guía n°3 Motor de inducción trifásico de rotor jaula de ardilla

Ítem	Criterio de evaluación	20%	60%	100%	TOTAL
3.1	Realizando las conexiones de partida para motores monofásicos de inducción.	0	1	9	96%
3.2	Realizando las conexiones normalizadas en motores trifásicos de inducción.	0	0	10	100%
3.3	Analizando el rendimiento en motores de inducción monofásicos y trifásico, a través del cálculo de potencia eléctrica y mecánica.	0	1	9	96%
3.4	Determinando el circuito equivalente en función de los ensayos realizados en un motor de inducción trifásico.	0	0	10	100%
3.5	Aceptando información e ideas de otros miembros para la consecución de las tareas.	0	0	10	100%
3.6	Cumpliendo con las tareas asignadas en el tiempo definido.	2	0	8	84%
<b>Verifica el estado de operación de las máquinas eléctricas asincrónicas. (Integrada Competencia Genérica Trabajo en Equipo).</b>					<b>97%</b>

- Se logra apreciar que en todos los alumnos participaron de esta guía, no obstante 2 alumnos, los cuales formaban un grupo, no entregaron a tiempo su trabajo.
- El porcentaje más bajo logrado en la aprobación de criterios de evaluación es del 84%. Esto corresponde al ítem 3.6 sobre el cumplir el tiempo asignado para completar la actividad.
- Se observa que los alumnos tienen una mejor base matemática y analítica referente al análisis de circuitos eléctricos debido al reforzamiento de conceptos de la unidad 1, por lo que logran desarrollar los cálculos y la obtención del circuito equivalente con un porcentaje más alto que en las dos actividades anteriores.
- La obtención de un mejor dominio teórico se ve reflejada en los ítems 3.2, 3.3 y 3.4.
- El ítem 3.1, 3.2 y 3.3 solo se pueden realizar mediante un buen conexionado en el simulador. Lo que refleja que los alumnos lograron ocupar de mejor manera el software Ivsim obteniendo el dominio de los comandos, herramientas, medidores y equipos a utilizar.

- Un 96% en el ítem 1.1 refleja un dominio del software acompañado por los cálculos justificativos.
- El simulador fue usado por todos los alumnos.
- Al ser este simulador online, presento una gran ventaja, ya que muchos alumnos ocuparon este simulador desde su teléfono inteligente y además desde sus computadores.
- El aprendizaje esperado se logra solo en un 97%, siendo este aprendizaje esperado el mejor logrado por los alumnos.
- Considerando que un 60% es un estado de nota mínima de aprobación, un 97% es un valor muy aceptable para el objetivo a lograr ya que se encuentra cercano al 100%.
- Se visualiza que dentro del aprendizaje esperado se integra la competencia genérica de trabajo en equipo, esto lo podemos evaluar en los últimos 2 criterios de evaluación correspondientes a “Aceptando la información e ideas de otros miembros para la consecución de las tareas” y “Cumpliendo con las tareas asignadas en el tiempo definido”.
- La competencia genérica se logró bien debido a que todos los alumnos presentaron su trabajo en grupo. Además, a lo anterior son alumnos que iniciaron la carrera juntos, por lo que ya pueden realizar trabajos derivando ordenadamente las actividades a realizar.

### Comparación de aprendizajes esperados de las tres guías

Guía n°1 Transformadores eléctricos de potencia	Evalúa el comportamiento del transformador de potencia en un sistema eléctrico. (Integrada Competencia Genérica Trabajo en Equipo).	74%
Guía n°2 Generador síncrono	Realizando las conexiones normalizadas de generador síncrono. (Integrada Competencia Genérica Trabajo en Equipo).	95%
Guía n°3 Motor de inducción trifásico de rotor jaula de ardilla	Verifica el estado de operación de las máquinas eléctricas asincrónicas. (Integrada Competencia Genérica Trabajo en Equipo).	97%

- Se visualiza que los alumnos fueron alcanzando un mayor porcentaje del logro esperado a medida que avanzaban en sus guías.
- Se puede analizar además que los alumnos alcanzaron un dominio considerable del software desde la guía 1 de transformadores.
- Las bajas en los criterios de evaluación se debieron en gran medida a la falta de las bases teóricas que debían traer los alumnos como aprendidas de cursos dictados en semestres anteriores.
- Se analiza que la utilización del software presenta una gran ventaja para los estudiantes, tanto en pandemia como en una situación normal ya que se logra visualizar un buen dominio de los aprendizajes esperados.

## Marco conclusivo

### Conclusiones

- Se concluye que la acción de realizar la asignatura de Maquinas Eléctricas comúnmente dictada de forma presencial y, que por motivos de la pandemia se dicto de forma virtual, presenta una alternativa viable en la adquisición de conocimientos.
- Los alumnos se adaptaron de buena forma a realización de simulaciones ya que la incorporación de la forma de operar el simulador fue rápida y didáctica.
- Se presentaron dificultades en la primera etapa ya que algunos alumnos se encontraban no dispuestos a realizar una asignatura practica de manera virtual, pero en la medida que se vieron realizando los laboratorios de forma virtual y conociendo cada vez más los atributos del software Ivsim se fueron adaptando y encontrando que esto era una buena experiencia.
- Todo el análisis de este estudio se realizo simulando una maqueta. Esta maqueta presencial no esta pensada para simular un entorno real, mas bien esta pensada para visualizar los procesos internos de una máquina, por lo que el software estaría simulando un entorno que en la practica ya no es real, cosa que aumenta la brecha entre lo que aprende el alumno en comparación con la situación real a la que se deberá enfrentar en un entorno real.
- El software, al ser ocupado de forma online, presenta una buena alternativa de uso para alumnos sin computador, por lo que se puede usar de buena manera.
- Los alumnos tuvieron dominio del software desde la primera guía.

## **Acciones de mejora**

- El estudio contemplo el uso del software lvsim para ser desarrollado como alternativa a la maqueta usada por Inacap en una situación presencial. Debido a esto se hace pertinente realizar otra investigación asociada a la efectividad del aprendizaje mediante la maqueta presencial para obtener los aprendizajes esperados ya que la maqueta no se apega a la realidad de la industria.
- Se plantea la realización de un repaso general de los conceptos previos a la asignatura como unidad 1 de la asignatura de maquinas eléctricas. Esto podría ayudar a los estudiantes a obtener de mejor forma los aprendizajes esperados de la unidad 1 de Transformadores debido a que, aunque lograron ocupar el software de forma rápida, no lograron realizar bien los cálculos con los datos obtenidos, dificultando el objetivo de aprendizaje.

## **Dificultades al realizar la investigación**

- La principal dificultad fue realizar las actividades para subsanar la situación de pandemia. Aunque se logro el objetivo, la recopilación de la información se pudo realizar de forma mas eficiente, pero debido a que no estaba preparado para la situación de pandemia, se dio prioridad a reordenar las guías de una forma más didáctica para ser ocupada con el software lvsim.

## Bibliografía

1. Salas Perea, Ramón S, & Ardanza Zulueta, Plácido. (1995). La simulación como método de enseñanza y aprendizaje. *Educación Médica Superior*, 9(1), 3-4.
2. Hernández Requena, Stefany (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. *RUSC. Revista Universidades y Sociedad del Conocimiento*, 5 (2), 26-35.
3. Ertmer, P. & Newby, T. (1993). Conductismo, cognitivismo y constructivismo: una comparación de los aspectos críticos desde la perspectiva del diseño de instrucción. *Performance improvement quarterly*, 6(4), 50-72.
4. Piaget, j. (1978). *La representación del mundo en el niño*. Madrid: Morata
5. Gunstone, R., Mulhall, P. & McKittrick, B. (2009). Physics Teachers' Perceptions of the Difficulty of Teaching Electricity. *Research in Science Education*, 39(4), 515–538
6. Gonzáles Moreyra, Raúl. (1995). *Características y fuentes del constructivismo*. Revista Signo Consorcio De Centros Católicos del Perú. Lima.
7. Jonassen, david h. (1994). *Thinking Technology: Toward a constructivist design model*. Educational Technology
8. Masson, R. & Rennie, F. (2006). *ELearning. The key concepts*. London:Routledge
9. Esteban, M. (2002). El diseño de entornos de aprendizaje constructivista. *Revista De Educación a Distancia (RED)*, 2(6).