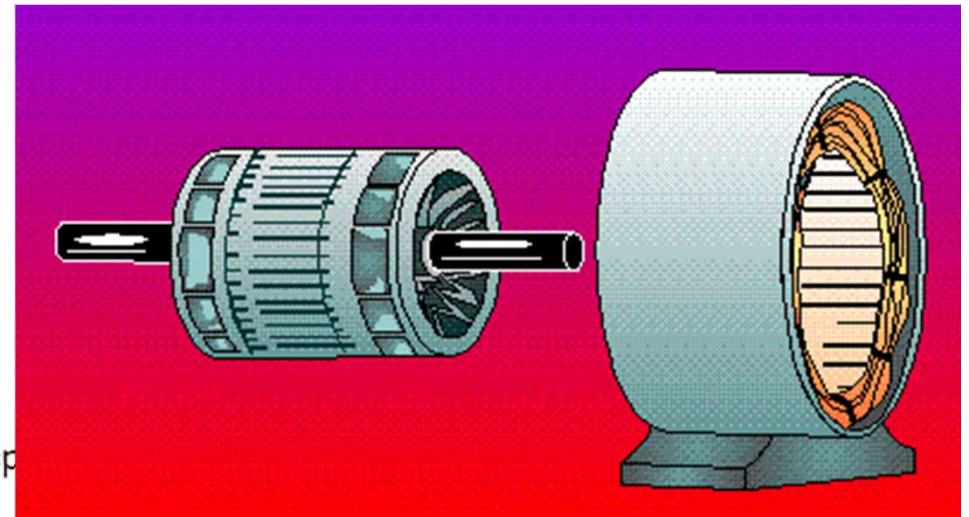
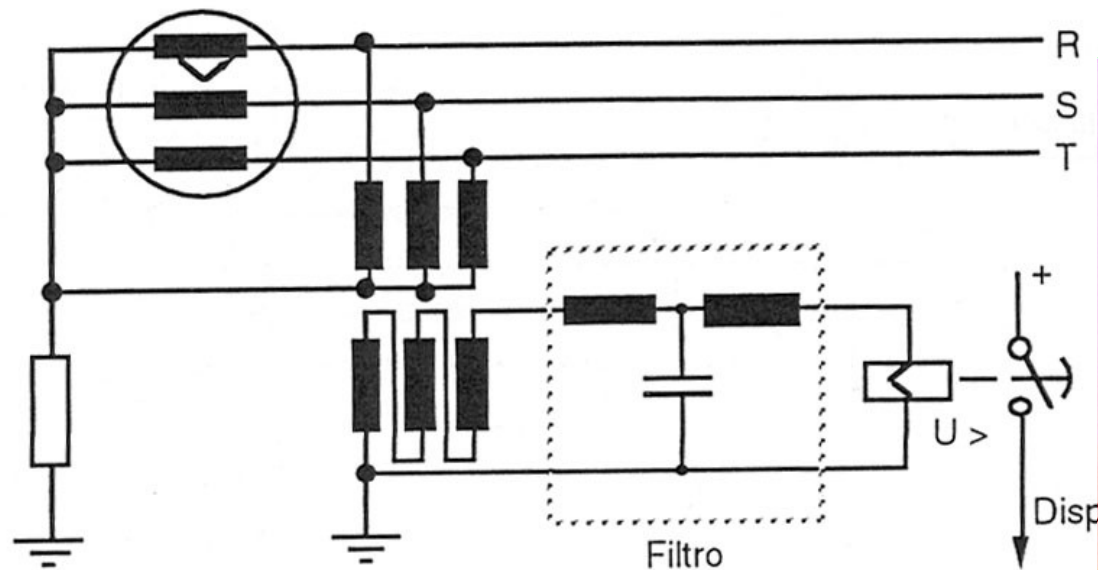


Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

3º C del Grado de Automática y Electrónica

Curso 2023-2024



Campus Remoto
Sala de Profesorado (Sala 1938)
Contraseña Estudiantes: xxx5422AAA

15/12/2023

Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

3º C del Grado de Automática y Electrónica

HORARIO

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
15.00-15.30		STyME Aula-9		Grupo A13
15.30-16.00				p-STyME
16.00-16.30				i AI E
16.30-17.00				i+1 Lab
17.00-17.30	STyME Aula-9			Grupo A11
17.30-18.00				p-STyME
18.00-18.30				i AI E
18.30-19.00				i+1 Lab
19.00-19.30				Grupo A12
19.30-20.00				p-STyME
20.00-20.30				i AI E
20.30-21.00				i+1 Lab

TUTORÍAS

Profesor: Manuel Pérez Donsión. Despacho 248 y online previo acuerdo por correo electrónico.

Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos



Tema 1.1.Sistemas trifásicos. Circuitos

Circuitos trifásicos equilibrados

- Sistema Triángulo y Sistema Estrella.
- Tensiones simples y compuestas.
- Secuencias de fases.
- Carga equilibrada.
- Conexión de fuentes en estrella y triángulo.
- Análisis de un sistema estrella-estrella
- Circuito equivalente
- Conversión estrella-triángulo.
- Teorema de Kennelly.
- Paso de un sistema triángulo-triángulo al sistema estrella equivalente.
- Equivalente monofásico de un sistema estrella-estrella equilibrado.
- Factor de potencia en sistemas trifásicos.

Circuitos trifásicos desequilibrados

- Receptor desequilibrado con neutro.
- Receptor desequilibrado sin neutro.

Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos



Tema 1.2.Sistemas trifásicos. Potencia

- Potencia instantánea trifásica.
- Potencia instantánea monofásica.
- Potencia activa, reactiva y aparente
- Potencia trifásica.
- Factor de potencia en sistemas trifásicos.
- Potencias en sistemas desequilibrados.
- Medida de la potencia activa trifásica.
- Métodos de medida de la potencia reactiva.
- Compensación de la energía reactiva

Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos



Tema 2. Análisis transitorio

- Introducción
- Análisis Transitorio de Circuitos de Primer Orden.
- Circuitos RC sin fuentes.
- Circuitos RC con fuentes.
- Circuitos RL
- Análisis Transitorio de Circuitos de Segundo Orden.
- Circuitos básicos.
- Respuesta en ausencia de fuentes.
- Respuesta en continua.
- Respuesta en alterna.

Tipos de fallos en los sistemas Eléctricos. Cálculo de cortocircuito

Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos



Tema 3. Teoría General de Máquinas Eléctricas

T3.1. Principios fundamentales

- Importancia de las máquinas eléctricas.
- Principios básicos de funcionamiento.
- Principios de la conversión electromecánica.
- Campos electromagnéticos. Ecuación de Maxwell.
- Inducción magnética.
- Flujo magnético.
- Fuerza magnetomotriz.
- Reluctancia magnética.
- Paralelismo entre circuitos eléctricos y circuitos magnéticos.
- Máquinas eléctricas (ME).
- Máquinas eléctrica elemental.
- Máquinas eléctricas rotativas.
- Fuerza electromotriz inducida.
- Efecto generador.
- Creación de campos magnéticos.
- Fuerza electromagnética.
- Correlación gráfica.
- Estudio del generador elemental.
- Estudio del motor elemental.

Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos

T3.2. Características generales y específicas de las ME

- Máquinas eléctricas rotativas. Clasificación.
- Devanados principales de las máquinas eléctricas.
- Evolución del circuito magnético.
- Constitución de las máquinas eléctricas.
- Clasificación y detalles diferenciales de las máquinas eléctricas.
- Velocidad síncrona.
- Principio de funcionamiento de los motores síncronos y asíncronos.
- Aplicaciones: M. asíncronas-M. síncronas.
- El generador síncrono.
- El motor síncrono. Inconvenientes.
- Materiales utilizados en las ME
- Circuito magnético. Materiales ferromagnéticos.
- Ciclo de histéresis.
- Materiales conductores.
- Materiales aislantes.
- Clases de aislamiento y temperaturas admisibles.
- Degradación del aislamiento.
- Requisitos que debe satisfacer un aislante.
- Balance de energía.
- Pérdidas de las máquinas eléctricas.
- Rendimiento de las máquinas eléctricas.
- Calentamiento de las máquinas eléctricas.
- Enfriamiento de las máquinas eléctricas.
- Clases de servicio de las máquinas eléctricas.



Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos

Tema4. Transformadores

- Tipos de Máquinas Eléctricas.
- Transformadores. Introducción.
- Transformador ideal en vacío.
- Transformador real en vacío.
- Transformador ideal en carga.
- Circuito equivalente.
- Circuito equivalente aproximado.
- Diagrama vectorial.
- Ensayo del transformador en cortocircuito.
- Pérdidas en un transformador.
- Rendimientos de un transformador.
- Rendimiento máximo de un transformador
- Caídas de tensión en un transformador.
- Regulación de tensión en los transformadores.
- Acoplamiento en paralelo de transformadores.
- Accidente de cortocircuito en un transformador.
- Corriente de conexión de un transformador.
- Transformador trifásico.
- Acoplamiento en paralelo de transformadores trifásicos.
- Transformadores de medida.
- Transformadores de intensidad.
- Transformadores de tensión.



Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos



Tema 5. Máquinas asíncronas

T5.1. Campos magnéticos giratorio y devanados de las ME de ca.

- Campo magnético giratorio.
- Devanados de las máquinas de ca.

T5.2. Funcionamiento y aplicaciones de las máquinas asíncrona

- Principio de funcionamiento de las máquinas asíncronas.
- Ley de Biot y Savart.
- Deslizamiento.
- Frecuencias de las corrientes del rotor.
- Máquinas asíncronas. Constitución.
- Devanados de las máquinas asíncronas.
- Circuito equivalente.
- Circuito equivalente con el rotor parado.
- Circuito equivalente con el rotor girando.
- Circuito equivalente: Reducción del rotor al estator.
- Diagrama vectorial.
- Circuito equivalente simplificado.
-

Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos

Tema 5. Máquinas asíncronas

T5.2. Campos magnéticos giratorio y devanados de las ME de ca.

.....

- Funcionamiento de las máquinas asíncronas.
- Funcionamiento en vacío.
- Funcionamiento con rotor parado.
- Funcionamiento en carga.
- Ensayo de vacío o de rotor libre.
- Ensayo de cortocircuito o de rotor bloqueado.
- Máquinas asíncronas. Balance de potencias.
- Motores asíncronos. Rendimiento.
- Motores asíncronos de alta eficiencia.
- Máquinas asíncronas. Características de par-deslizamiento.
 - Funcionamiento como freno.
 - Funcionamiento como motor.
 - Funcionamiento como generador.
- Máquinas asíncronas. Curvas características.
- Motores asíncronos-Máquinas accionadas.
- Motores asíncronos. Aplicaciones.



Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos



T5.3. Arranque

- Motores asíncronos. Arranque.
 - Arranque directo.
 - Arranque por resistencias intercaladas en el estator.
 - Arranque por autotransformador.
 - Arranque estrella-triángulo.
 - Arranque por inserción de resistencias en el circuito del rotor.
 - Motor de inducción de doble jaula de ardilla
 - Motor de inducción de ranura profunda
- Motores asíncronos. Cambio del sentido de giro.
- Motores asíncronos. Características nominales.

Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos



T5.4. Regulación de velocidad

- Variación del par de un motor asíncrono con la tensión de alimentación.
- El motor asíncrono alimentado en corriente.
- El motor asíncrono alimentado a frecuencia variable.
- Modulación PWM
- Cicloconvertidores trifásicos.
- Bucles de control para los accionamientos de ca.
- Fundamentos de control del motor asíncrono ($V/f=Cte$).
- Zonas de trabajo en el control del motor asíncrono.
- Control en bucle cerrado del motor asíncrono a flujo constante.
- Control vectorial.

Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos



T5.5. Motores de inducción monofásicos

- Sistema monofásico.
- Constitución y principio de funcionamiento.
- Equivalencia del motor monofásico a dos motores trifásicos. Teorema de Leblanc.
- Circuito equivalente.
- Arranque y características funcionales del motor monofásico.
 - Motor de fase partida.
 - Motor de arranque por condensador.
 - Motor de espira de sombra.

Aplicaciones del motor de inducción monofásico.

Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos



Tema6. Máquinas de corriente continua

- Elementos constitutivos de las máquinas de c.c.
- Principio de funcionamiento.
- Sistemas de excitación.
- Reacción de inducido
- Conmutación
- Generadores y motores en servicio
- Regulación de velocidad de los motores de c.c.

Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos

Tema 7. Máquinas Síncronas

- El alternador elemental.
- Constitución de la máquina síncrona.
 - Devanado inducido.
 - Tipos de inductores.
 - Excitación estática.
 - Devanado amortiguador.
- Principio de funcionamiento.
- El alternador en vacío.
- Circuito equivalente. Diagrama de Behn-Schenburg.
- Funcionamiento en carga del alternador.
 - Con carga resistiva.
 - Con carga inductiva.
 - Con carga capacitiva.
- Reacción del inducido.
- Diagrama de Behn-Schenburg: Caída de tensión.
- Característica exterior.
- Característica de regulación.
- Diagrama de Behn-Schenburg. Determinación de la reactancia síncrona
- Diagrama de Behn-Schenburg simplificado.
- Representación de las potencias.

.....



Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos

Tema 7. Máquinas Síncronas

.....

- Funcionamiento del alternador en una red aislada.
- Regulación de los alternadores.
- Balance de potencias. Rendimiento.
- El alternador acoplado a una red de potencia infinita.
 - Estabilidad del alternador acoplado.
- Marcha en paralelo de dos alternadores.
- Analogía mecánica de la máquina síncrona.
- El motor síncrono.
 - Principio de funcionamiento.
 - Campo magnético del estator.
 - Motor en vacío.
 - Motor en carga.
 - Circuito equivalente. Diagrama de Blondel.
 - Curvas en V (de Mordey).
 - Potencia y par del motor.
 - Estabilidad del motor.



Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA

Contenidos teóricos

Tema 7. Máquinas Síncronas

.....

- Funcionamiento del alternador en una red aislada.
- Regulación de los alternadores.
- Balance de potencias. Rendimiento.
- El alternador acoplado a una red de potencia infinita.
- El motor síncrono.
 - Principio de funcionamiento.
 - Campo magnético del estator.
 - Motor en vacío.
 - Motor en carga.
 - Circuito equivalente. Diagrama de Blondel.
 - Curvas en V (de Mordey).
 - Potencia y par del motor.
 - Estabilidad del motor.



Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

PRÁCTICAS DE LABORATORIO



Profesores: Manuel Pérez Donsión

Semana i: Aula de Informática E

Semana i+1: Laboratorio de Máquinas Eléctricas (LabME)

Semana	Fecha	Práctica N°	Título
i	21-sep	1AI	Simulación de ST equilibrados y desequilibrados
p	28-sep	1L	Presentación del LabME
i	05-oct	2AI	Análisis de circuitos en régimen transitorio
p	19-oct	2L	Ensayos del transformador monofásico
i	26-oct	3AI	Análisis de un transformador monofásico
p	02-nov	3L	Ensayos del transformador trifásico
i	09-nov	4AI	Análisis del transformador trifásico
i	16-nov	5AI	Análisis del CD de los MAsT ante perturbaciones
p	23-nov	4L	Ensayos del los MAsT
i	30-nov	6AI	Análisis del CD de los MAsT conectado a una red con dos alimentaciones
p(*)	04-dic	7AI	Análisis del CD de los MAsT durante el arranque y ante perturbaciones
p	14-dic	5L	Ensayo de la Mcc
		(*)	Se solicitará aula de informática

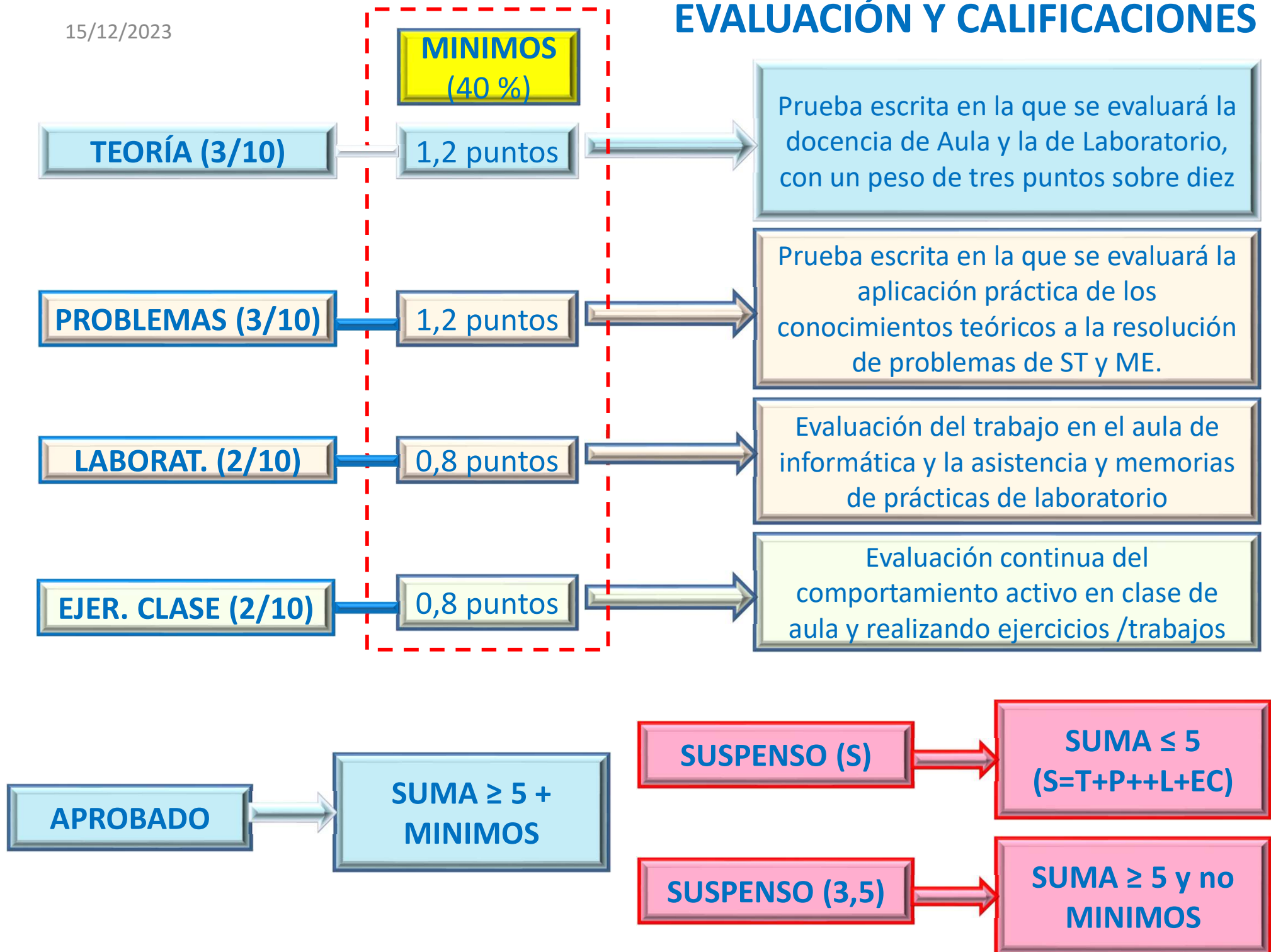
Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

EXAMENES

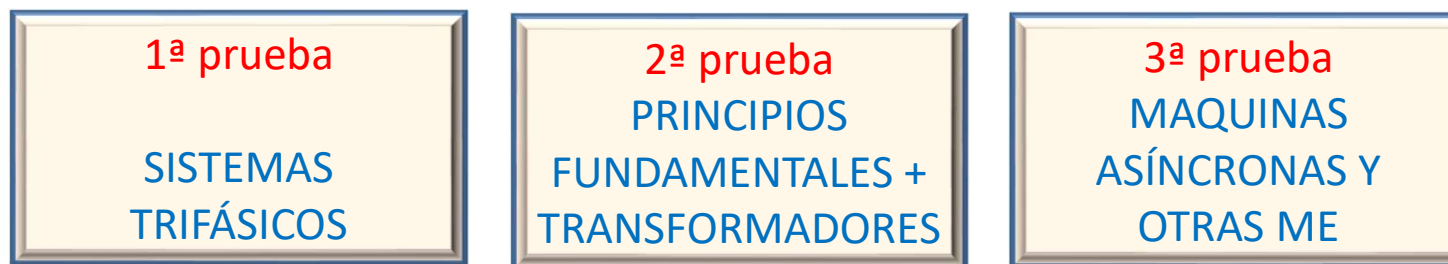
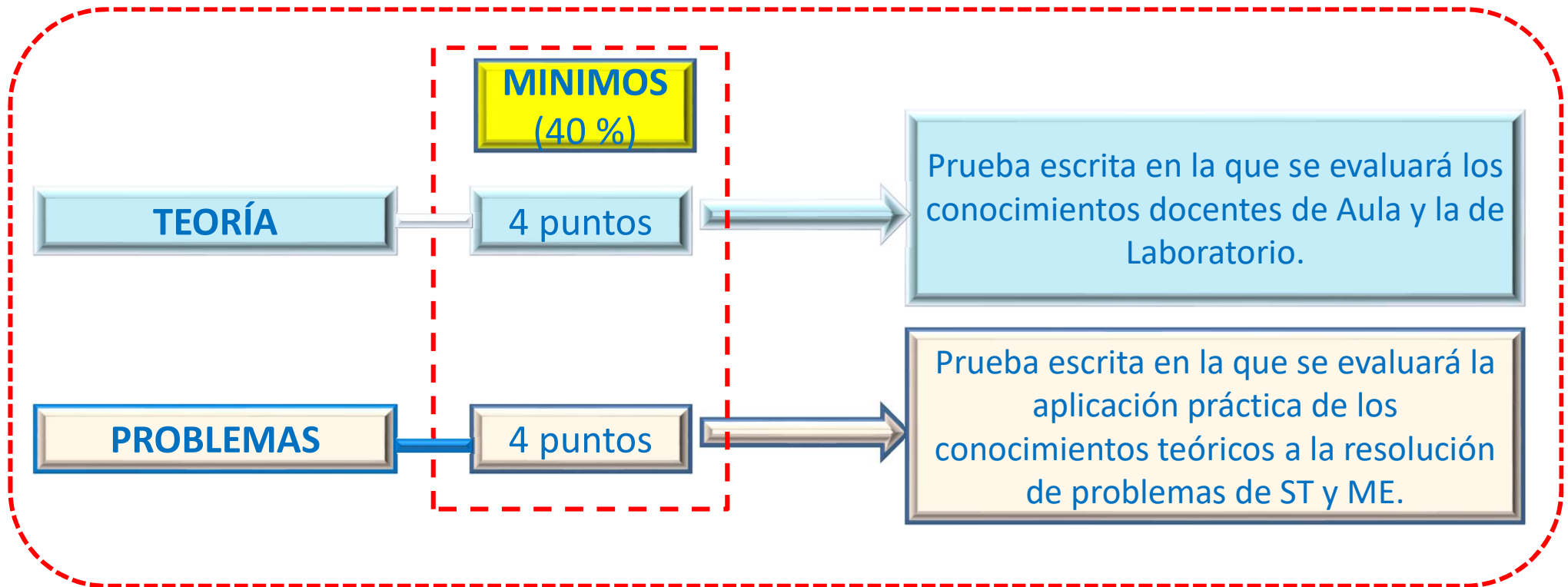
Examen	Profesor
Jueves 18 de enero 2024 Aula 4; 16:00 H	Manuel Pérez Donsión
Jueves 20 de junio 2024 Aula 7; 16:00 H	

Recuperación de las pruebas de evaluación continua:
Miércoles 20 de diciembre de 11:30 a 14:00 H, Aula 9.

EVALUACIÓN Y CALIFICACIONES



EVALUACIÓN CONTINUA



Superadas las 3 pruebas con $\geq 40\%$ (4 puntos/10) no se requiere realizar el EXAMEN FINAL.

Si el alumno no consigue superar las 3 pruebas no se le guardan las aprobadas.



Jesús Fraile

Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

Bibliografía

Jesús Fraile Mora

Circuitos Eléctricos, 2ª Ed., GARCETA, 2019

Electromagnetismo y Circuitos eléctricos, McGraw Hill, 2005

Máquinas Eléctricas, Garceta, 2015

Problemas de Máquinas Eléctricas, Garceta, 2015 (con J.F. Ardanuy)



Javier Sanz

A. Pastor Gutiérrez, J. Ortega Jiménez, V. Parra Prieto, A. Pérez Coyto

Circuitos Eléctricos

Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2003.

15/12/2023

Enrique Ras Oliva

Transformadores de Potencia, de Medida y de Protección,
Editorial Marcombo, 1972

Luis Serrano Iribarnegaray

Fundamentos de Máquinas Eléctricas rotativas

Marcombo, 1989

Javier Sanz Feito

Máquinas Eléctricas, Prentice Hall, 2002

Angel M. Alonso

Teoría de las maquinas de corriente continua y motores de colector

Departamento de Publicaciones de la E.T.S.I.I. de Madrid, 1979.



Luis Serrano



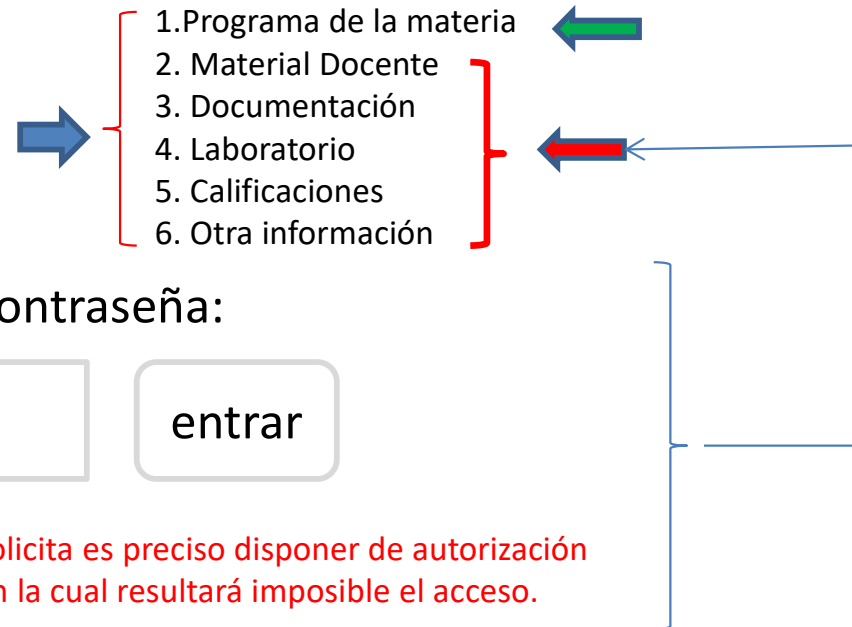
Ángel M. Alonso

Sistemas Trifásicos y Máquinas Eléctricas

ACCESO A LA DOCUMENTACIÓN

<http://www.donsion.org/docencia.htm>

1º Semestre, Curso 2023-2024 Sistemas
Trifásicos y Máquinas Eléctricas
3º C. del Grado de Automática y Electrónica



Para acceder a la información restringida que solicita es preciso disponer de autorización y conocer la correspondiente contraseña, sin la cual resultará imposible el acceso.

styme&110923\$

Campus remoto uvigo

Sala 1938. Prof. Manuel Pérez Donsión

Contraseña acceso estudiantes: **xxx5422AAA**

Contraseña automatrícula: **styme&110923\$**