



LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA DL PEL



***Laboratorio de Electrónica de Potencia y Accionamientos Eléctricos Todo en Uno
basado en FPGA***

INTRODUCCIÓN A LA ELECTRÓNICA DE POTENCIA

La Electrónica de Potencia es la rama de la Electrónica que estudia los dispositivos, circuitos, sistemas y procedimientos para el procesamiento, control y conversión de energía eléctrica.

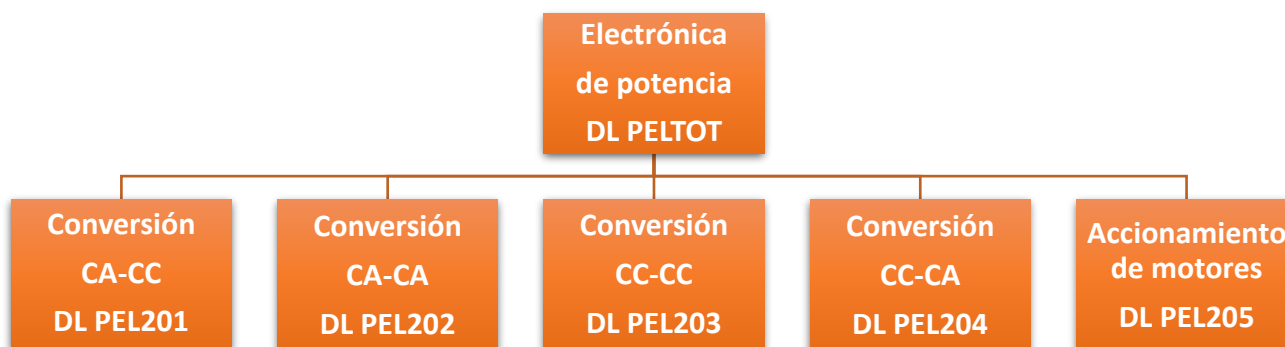
El desarrollo tecnológico de la electrónica de estado sólido y el campo de los semiconductores ha transformado la electrónica de potencia, proporcionando dispositivos activos con velocidades de conmutación más altas y mayor capacidad de potencia a menores costos. Los dispositivos electrónicos de potencia que suelen encontrarse en la industria son los diodos, SCR, TRIAC, MOSFET e IGBT. Sus diferentes atributos determinan cómo se utilizan en diferentes aplicaciones, según el tipo de potencia de entrada y salida: CA a CC, CA a CA, CC a CC o CC a CA. Esta tecnología se puede encontrar en una amplia gama de configuraciones que afectan a la vida cotidiana tales como electrónica de consumo, aplicaciones industriales, transporte, telecomunicaciones, sistemas de energía, hasta tecnología espacial.



LA SOLUCIÓN DE LORENZO

La Electrónica de Potencia se puede definir como la aplicación de electrónica de estado sólido para el control y conversión de energía eléctrica. El desarrollo tecnológico de la electrónica de estado sólido y su integración con la tecnología de microcontroladores han transformado la electrónica de potencia de una tecnología de conversión estática a un elemento esencial integrado en la mayoría de nuestros sistemas eléctricos y electrónicos que alimentan la mayoría de nuestras aplicaciones diarias.

El laboratorio PEL se ha desarrollado como una solución completa de entrenamiento práctico para estudiar todos los dispositivos principales y las técnicas de conversión de potencia utilizadas habitualmente en la industria. Se divide en 5 secciones principales: Conversión de CC a CC (rectificadores), conversión de CA a CA (controladores de tensión CA), conversión de CC a CC (choppers), conversión de CC a CA (inversores) y aplicaciones de accionamiento eléctrico para motores CC y CA.



Las señales de control digital se generan utilizando la tecnología FPGA de última generación. Gracias a su alto rendimiento, un único módulo de adquisición y control de datos reprogramable ofrece una gran flexibilidad y fiabilidad para reconfigurar el laboratorio según el tipo de convertidor que se esté estudiando. Proporciona toda la señalización mientras adquiere simultáneamente los datos del experimento y las formas de onda.

El laboratorio se supervisa y controla mediante una interfaz de usuario intuitiva que proporciona acceso a los principales parámetros del sistema. El software guiará al estudiante a través de los experimentos propuestos por medio de esquemas claros, diagramas de cableado e instrucciones, proporcionando retroalimentación en cada paso. La interfaz se adaptará al tipo de convertidor que se está estudiando y mostrará sólo los parámetros disponibles para el tipo de circuito. Las señales adquiridas pueden visualizarse mediante un osciloscopio virtual multicanal dedicado, procesarse utilizando funciones matemáticas integradas o exportarse y almacenarse para su posterior análisis.

Cada configuración es ideal para 4 estudiantes trabajando simultáneamente.



CARACTERÍSTICAS CLAVE

Modularidad

- Laboratorio reconfigurable compuesto por elementos discretos.
- Dispositivos de grado industrial.

Control y adquisición de datos basado en FPGA

- El sistema completo se controla mediante un módulo de control y adquisición de datos basado en FPGA.
- El procesador de tiempo real NI Linux combinado con E/S aisladas ofrece una gran flexibilidad y fiabilidad para implementar convertidores de potencia controlados digitalmente.
- Una interfaz de usuario de PC genera las señales de control para el convertidor bajo estudio, controla sus parámetros principales y adquiere y procesa las formas de onda características mediante potentes herramientas matemáticas integradas.

Enfoque didáctico

- Solución todo en uno que ofrece al estudiante una visión completa de la electrónica de potencia.
- Curso gradual que va desde el estudio de los semiconductores de potencia y las principales estrategias de conversión, hasta su aplicación en fuentes de alimentación y controladores.
- Plataforma de formación práctica basada en experimentos.

Desarrollo de habilidades

- Los estudiantes interactúan con equipos industriales reales.
- Estudio e implementación de las diferentes técnicas de conversión de potencia utilizadas en la industria.
- Estudio de las principales aplicaciones de electrónica de potencia y controladores eléctricos.
- El controlador principal SW está programado usando LabVIEW, un lenguaje ampliamente usado en la industria y la academia.
- Desarrollo de habilidades analíticas y de solución de problemas a través de formación práctica.

Calidad y seguridad

- Fabricado y diseñado en Italia con todas las normas de calidad y seguridad que siguen las directivas CE para dispositivos de potencia:
 - CEI - ES 61010-1
 - CEI - ES 61439-1
 - CEI - ES 60335-1

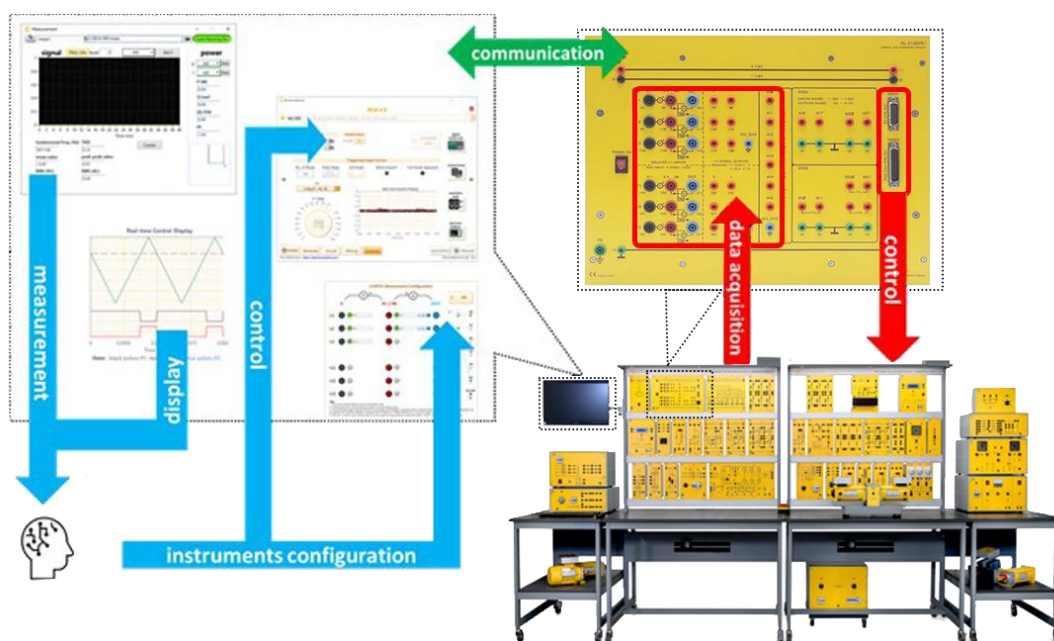


ARQUITECTURA DE LABORATORIO DL PEL

El laboratorio se compone de un conjunto de módulos que proporcionan una plataforma de aprendizaje flexible y reconfigurable para estudiar electrónica de potencia y sus aplicaciones. Los dispositivos de grado industrial han sido integrados con controladores dedicados, circuitos de aislamiento y protecciones para una seguridad y fiabilidad máximas, proporcionando un entorno de aprendizaje y experimentación seguro. El laboratorio se ha diseñado siguiendo las directivas CE para dispositivos de potencia, **CEI - EN 61010-1**, **CEI - EN 61439-1** y **CEI - EN 60335-1**.

El sistema completo está controlado por un módulo de control y adquisición de datos reconfigurable por el usuario basado en FPGA que integra un procesador que se ejecuta en el SO NI Linux Real-Time, brindando una gran flexibilidad para implementar convertidores de potencia controlados digitalmente.

El módulo de control y adquisición se conecta a los dispositivos de conmutación con un conector D-sub, reduciendo el desorden de cables, agilizando la configuración y aumentando la fiabilidad de la conexión, evitando errores de cableado que podrían dañar el equipo.



La interfaz del software está programada usando LabVIEW, un lenguaje ampliamente usado en la industria y la academia. La interfaz de usuario todo en uno proporciona una visión clara de las señales que se crean para controlar los dispositivos semiconductores y potentes herramientas de visualización y matemáticas para observar las formas de onda resultantes para estudiar y simular diferentes controladores y estrategias de conversión de potencia utilizadas en la industria.



SISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN

El módulo de control y adquisición junto con la interfaz del software son el centro de control del laboratorio. Realizan el control de los diferentes convertidores, adquieren cantidades físicas, muestran advertencias y protegen el sistema.

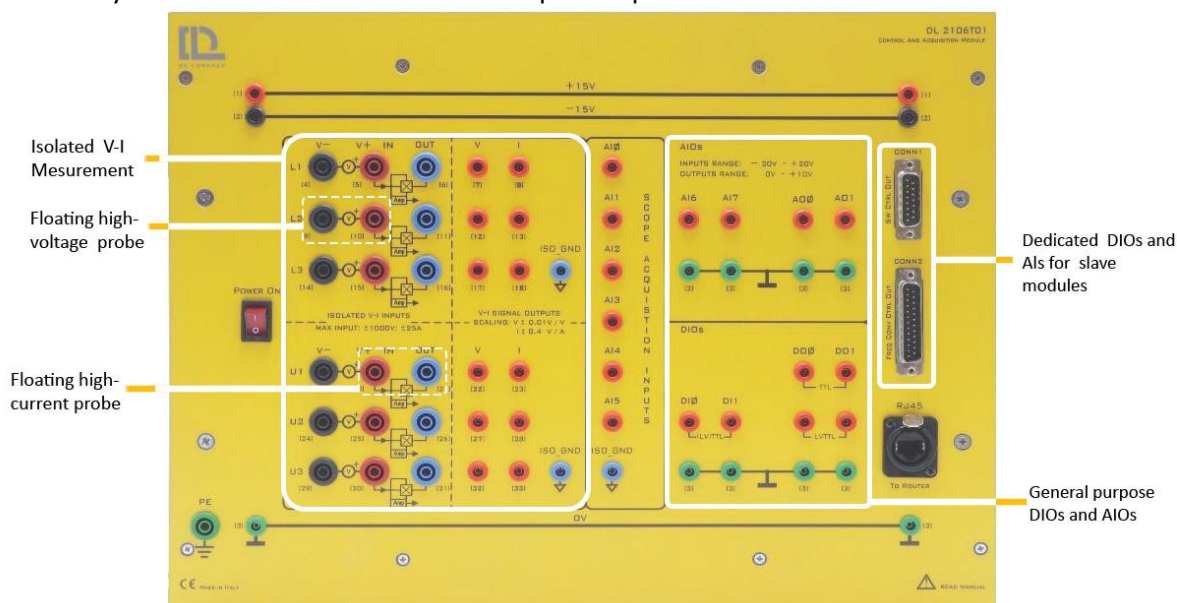
Módulo de control y adquisición

Controla y supervisa los módulos esclavos, como los dispositivos de conmutación y el convertidor de frecuencia, a través de los conectores D-SUB. También proporciona E/S de uso general para mejorar la flexibilidad del sistema: 2 AIs, 2 AOs, 2 Dis y 2 DOs.

Además de la función de control, este módulo actúa como dispositivo de adquisición de datos. Integra 6 pares de entradas de medición de tensión-corriente aisladas para mostrar las formas de onda en tiempo real y realizar un procesamiento rápido de las señales. Los resultados se muestran a través de la interfaz de software. La medición de tensión-corriente ofrece amplios rangos de entrada, ancho de banda y aislamiento.

En comparación con la forma convencional de utilizar el osciloscopio, la solución propuesta tiene distintas ventajas:

- No se necesitan resistencias de derivación ni sondas de corriente
- No se necesitan sondas diferenciales de alta tensión
- El osciloscopio no necesita una fuente de alimentación aislada
- No hay restricción de la tierra común compartida por los canales



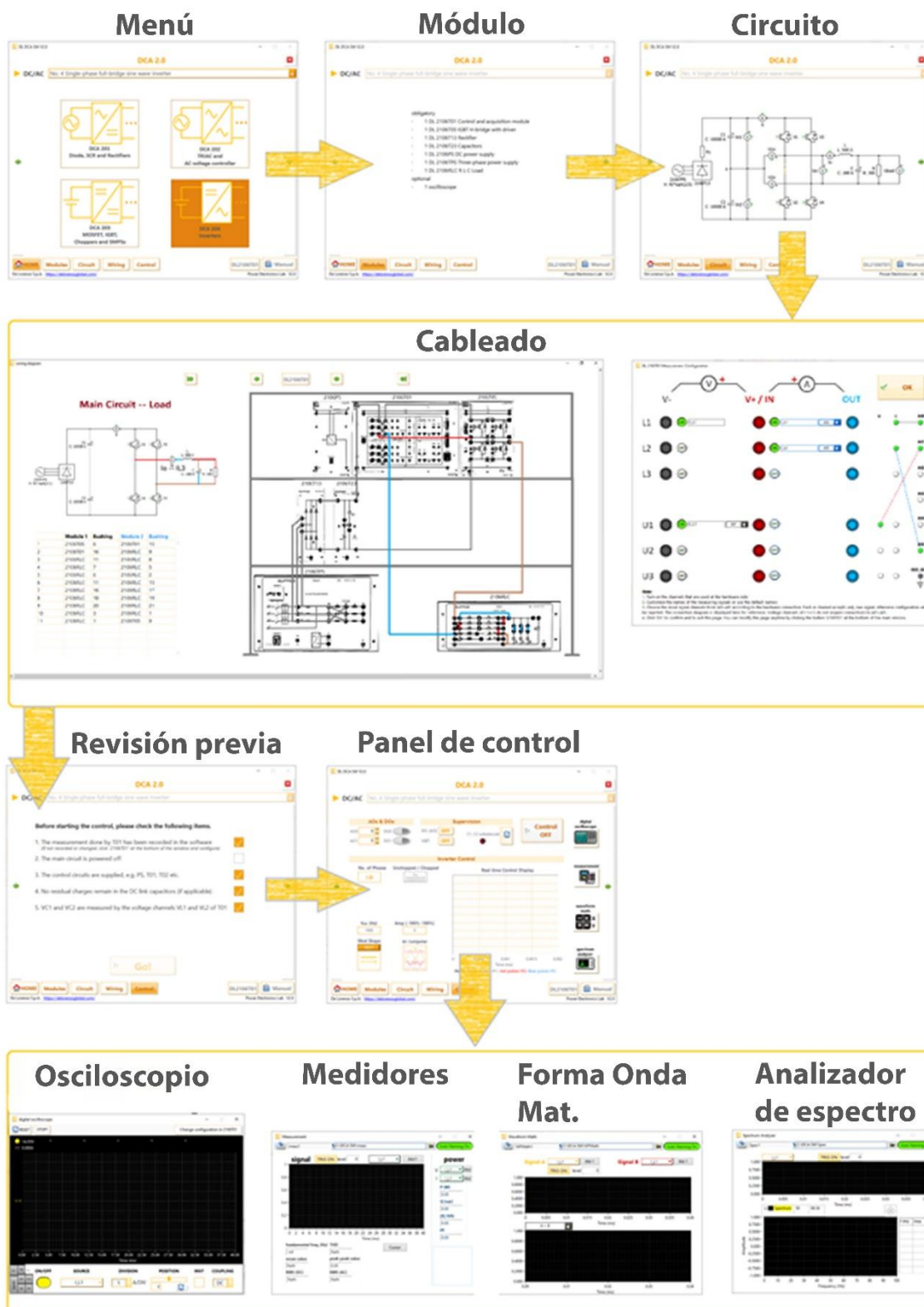
Se pueden medir simultáneamente un máximo de 9 señales de tensiones y corrientes. Las señales conectadas al panel frontal están bien aisladas del controlador para garantizar la fiabilidad y la protección contra interferencias. Se comunica con el software de control a través de ethernet.

Interfaz del software

La interfaz del software crea una conexión perfecta entre los usuarios y el laboratorio, lo que permite una transición sin problemas desde la preparación hasta la finalización de los experimentos. Realizado en LabVIEW, proporciona una interfaz de operación fácil de usar, transmite información de orientación, traduce comandos de control de usuario para el sistema de control basado en FPGA, muestra la medición de las cantidades físicas y supervisa el estado operativo. Esta interfaz de software todo en uno ayuda a los usuarios a centrarse en el propio experimento.



ELECTRÓNICA DE POTENCIA





ELECTRÓNICA DE POTENCIA



OBJETIVOS DEL LABORATORIO

El laboratorio de Electrónica de Potencia está destinado a cursos superiores y de posgrado en escuelas de ingeniería eléctrica. Los equipos de laboratorio pueden configurarse para crear diferentes ejercicios, reforzando los conceptos básicos y avanzados de convertidores de potencia y controladores eléctricos.

El objetivo principal es estudiar los principios de los semiconductores de potencia, los convertidores de potencia y sus métodos de control, las máquinas de CC y CA y los controladores eléctricos.

Todo el sistema es totalmente configurable y se puede probar en muchas condiciones. Se pueden realizar diferentes experimentos reorganizando el cableado y la colocación de los módulos, lo que brinda una gran flexibilidad para simular varias topologías de convertidor. Mientras tanto, el sistema de control proporciona estrategias de control clásicas para los convertidores y el controlador eléctrico. Los ejercicios propuestos en diferentes temas conectan conceptos teóricos y prácticos a través de la experiencia práctica.

DESARROLLO DE HABILIDADES



Básico

- Conocimiento de semiconductores de potencia
- Principios de funcionamiento de los convertidores de potencia clásicos en diferentes condiciones
- Estrategias de control clásicas para el controlador eléctrico
- Medición de señales de alta tensión y alta corriente de forma segura



Intermedio

- Métodos de modulación y estrategias de control para convertidores de potencia
- Principios de funcionamiento de un sistema completo de conversión de potencia: Convertidor de frecuencia
- Conocimiento de las máquinas de CC y de inducción
- Estrategias de control avanzadas para controladores eléctricos
- Ajuste PID



Avanzado

- Convertidores de potencia avanzados con sus principios de funcionamiento y control
- Estudio sobre los conductores de los dispositivos de conmutación
- Análisis de señales tanto en el dominio de tiempo como en el de frecuencia
- Expansión de aplicaciones en su propio entorno



DL PEL201: Conversión CA-CC



El **DL PEL201** es un banco multiusos para estudiar la conversión de corriente alterna a corriente continua, utilizando diferentes configuraciones de rectificadores controlados y no controlados, para aplicar posteriormente estos conceptos a los controladores de motores de CA y CC. El curso se divide en dos partes: El estudio de rectificadores no controlados con diodos de silicio y el estudio de rectificadores controlados con Rectificadores Controlados de Silicio (SCR). Su estructura modular facilita la reconfiguración del sistema para realizar varios experimentos en diversos temas, como diodos no controlados y circuitos de convertidor estático, tiristores, convertidores de punto medio de un solo pulso/dos pulsos, entre otros.

Experimentos:

DIODOS Y RECTIFICADORES NO CONTROLADOS

- *Diodo de silicio*
- *Rectificador monofásico de media onda no controlado*
- *Rectificador monofásico de onda completa con derivación central monofásico no controlado*
- *Rectificador de puente monofásico no controlado*
- *Rectificador trifásico de media onda no controlado*
- *Rectificador trifásico de onda completa con derivación central no controlado*
- *Rectificador de puente trifásico no controlado*



SCR Y RECTIFICADORES CONTROLADOS

- SCR
- Rectificador monofásico de media onda no controlado
- Rectificador de onda completa con derivación central monofásico controlado
- Rectificadores de puente monofásicos de control medio
- Rectificador de puente monofásico completamente controlado
- Rectificador trifásico de media onda controlado
- Rectificador trifásico de onda completa con derivación central controlado
- Rectificador dual trifásico de media onda con toma central
- Rectificadores de puente trifásicos de control medio
- Rectificador trifásico con puente completamente controlado

Lista de módulos DL PEL201:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
DL 2106T01	Módulo de control	1
DL 2106T02	Accionador SCR y TRIAC	1
DL 2106T11	Diodo de silicio	1
DL 2106T12	Grupo de diodos	1
DL 2106T14	SCR	1
DL 2106T15	Grupo de SCR	1
DL 2106T21	Fusibles	2
DL 2106T25	Shunt 1 Ω	1
DL 2106PS	Fuente de alimentación de CC	1
DL 2106TPS	Fuente de alimentación trifásica	1
DL 2106RLC	Carga RLC	1
DL 12B12	Batería	1
DL 2109D33	Instrumento de medición digital de verdadero valor eficaz (RMS)	1
DL 2600TTI	Transformador aislado	1
DL T12090_SK	Banco de trabajo 120x90	1
DL T06090	Banco de trabajo 60x90	1
DL A120-3M	Bastidor de tres niveles, versión básica	1
DL SP-A120-LED	Base superior con tira de LED, para DL A120-3M	1
DL PCGRID	Computadora personal all-in-one	1
TLPEL201	Kit de cables de conexión	1
DL 1196	Soporte para cables	1



DL PEL202: Conversión CA-CA



El **DL PEL202** es un banco multiusos para estudiar la conversión de corriente alterna a corriente alterna. Los principales campos de aplicación son el control de temperatura, iluminación y motores de inducción (con control de fase, control de encendido/apagado y control de tiempo proporcional). El curso se divide en dos secciones: La primera parte estudia tiristores y convertidores CA/CA controlados que utilizan componentes de potencia como diodos, SCR y Triacs con dos y seis unidades de control de impulsos y la segunda parte muestra una aplicación estándar con el estudio de un circuito de atenuador de luz constante de doble tiempo compuesto por Triac y DIAC con simulación de fallas. Su estructura modular facilita la reconfiguración del sistema para realizar varios experimentos en diversos temas como Triac, controladores monofásicos y trifásicos, por nombrar algunos.

Experimentos:

TIRISTORES Y CONTROLADOR DE TENSIÓN DE CA

- TRIAC
- Controladores de tensión CA monofásicos totalmente controlados
- Controladores de tensión CA monofásicos totalmente controlados con TRIAC
- Controladores de tensión CA monofásicos semicontrolados
- Controlador de tensión CA trifásico totalmente controlado



ELECTRÓNICA DE POTENCIA



- *Controlador de tensión CA trifásico semicontrolado*
- *Controlador de tensión CA trifásico con dos fases controladas*

SIMULADOR DE FALLAS DEL ATENUADOR DE LUZ

- *Control de fase para la regulación de iluminación con simulación de falla.*
- *Circuito atenuador de luz estándar con doble constante de tiempo que consta de triac, diac, dos potenciómetros de control, resistencias y condensadores.*
- *Se pueden activar 20 fallas mediante interruptores situados detrás de una cubierta. Fallas típicas: Interrupciones, cortocircuitos, componentes defectuosos y diseño defectuoso.*

Lista de módulos DL PEL202:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
DL 2106T01	Módulo de control	1
DL 2106T02	Accionador SCR y TRIAC	1
DL 2106T12	Grupo de diodos	1
DL 2106T15	Grupo de SCR	1
DL 2106T17	TRIAC	1
DL 2106T18	Atenuador de luz con simulación de fallas	1
DL 2106T21	Fusibles	1
DL 2106T25	Shunt 1 Ω	1
DL 2106PS	Fuente de alimentación de CC	1
DL 2106TPS	Fuente de alimentación trifásica	1
DL 2106RLC	Carga RLC	1
DL 4236	Gestor de carga	1
DL 2109D33	Instrumento de medición digital de verdadero valor eficaz (RMS)	2
DL 2600TTI	Transformador aislado	1
DL T12090_SK	Banco de trabajo 120x90	1
DL T06090	Banco de trabajo 60x90	1
DL A120-3M	Bastidor de tres niveles, versión básica	1
DL SP-A120-LED	Base superior con tira de LED, para DL A120-3M	1
DL PCGRID	Computadora personal all-in-one	1
TLPEL202	Kit de cables de conexión	1
DL 1196	Soporte para cables	1



DL PEL203: CONVERSIÓN CC-CC



El **DL PEL203** es un banco multiusos para estudiar la conversión de corriente continua a corriente continua, y sus principales campos de aplicación son fuentes de alimentación de CC y motores de CC. El curso se divide en dos secciones: La primera cubre los choppers y estudia la conversión de la entrada fija de CC a una salida de CC variable directamente con el uso de SCR, MOSFET e IGBT. La segunda sección estudia las fuentes de alimentación de modo de conmutación y analiza las propiedades del control PWM con el uso de circuitos como convertidores forward y flyback. Su estructura modular facilita la reconfiguración del sistema para realizar varios experimentos en diversos temas, como convertidores elevadores y reductores, control de velocidad de un motor de CC, convertidor de avance de medio puente asimétrico, entre otros.

Experimentos

CHOPPERS

- *Dispositivos de conmutación (SCR con circuito de desconexión, MOSFET, IGBT)*
- *Convertidor reductor con SCR con circuito de desconexión, PWM*
- *Convertidor reductor con IGBT, PWM*
- *Convertidor reductor con MOSFET, PWM*
- *Convertidor reductor con MOSFET, PFM*
- *Convertidor reductor con MOSFET, TPC*



ELECTRÓNICA DE POTENCIA



- *Convertidor de impulso con IGBT, PWM*
- *Convertidor de impulso con IGBT, TPC*
- *Convertidor de inversión con IGBT, PWM*

FUENTE DE ALIMENTACIÓN CON MODO DE CONMUTACIÓN AISLADO

- *Convertidor flyback con IGBT, PWM*
- *Convertidor forward con IGBT, PWM*
- *Convertidor forward de medio puente asimétrico con IGBT, PWM*

Lista de módulos DL PEL203:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
DL 2106T01	Módulo de control	1
DL 2106T02	Accionador SCR y TRIAC	1
DL 2106T03	MOSFET	1
DL 2106T04	IGBT	1
DL 2106T05	Grupo de IGBT	1
DL 2106T11	Diodo de silicio	4
DL 2106T13	Rectificador	1
DL 2106T16	SCR con circuito de apagado	1
DL 2106T21	Caja de fusibles	1
DL 2106T22	Filtro EMI	1
DL 2106T23	Condensadores	1
DL 2106T24	Transformador de conmutación	1
DL 2106T25	Shunt 1 Ω	1
DL 2106PS	Fuente de alimentación de CC	1
DL 2106TPS	Fuente de alimentación trifásica	1
DL 2106RLC	Carga RLC	1
DL 2109D33	Instrumento de medición digital de verdadero valor eficaz (RMS)	2
DL 2600TTI	Transformador aislado	1
DL T12090_SK	Banco de trabajo 120x90	1
DL T06090	Banco de trabajo 60x90	1
DL A120-3M	Bastidor de tres niveles, versión básica	1
DL SP-A120-LED	Base superior con tira de LED, para DL A120-3M	1
DL PCGRID	Computadora personal all-in-one	1
TLDC2.0	Kit de cables de conexión	1
DL 1196	Soporte para cables	1



DL PEL204: CONVERSIÓN CC-CA



El **DL PEL204** es un banco multiusos para estudiar la conversión de corriente continua a corriente alterna. Sus principales campos de aplicación son motores de CA y fuentes de alimentación de CA ininterrumpida. El laboratorio está diseñado para estudiar las propiedades del inversor con un control PWM. Su estructura modular facilita la reconfiguración del sistema para realizar varios experimentos en diversos temas, como el controlador de cuatro cuadrantes con cicloconvertidor, el control de tensión del estator con controlador de tensión CA trifásico, el controlador de frecuencia variable con PWM de vector espacial (SVPWM), por nombrar algunos.

Experimentos:

INVERSORES

Fundamentos del inversor

- Inversor monofásico de medio puente
- Chopper de CC con puente monofásico, PWM

Inversor monofásico

- Inversor monofásico de puente, conducción de 180°



ELECTRÓNICA DE POTENCIA



- Inversor monofásico de puente, PWM sinusoidal
- Inversor monofásico de puente, PWM de onda cuadrada

Inversor trifásico

- Inversor trifásico de puente, conducción de 180°
- Inversor trifásico de puente, PWM sinusoidal

Inversor multinivel

- Inversor de 5 niveles con fijación de punto neutro (NPC) monofásico, sin corte
- Inversor de 5 niveles con fijación de punto neutro (NPC) monofásico, PWM

Lista de módulos DL PEL204:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
DL 2106T01	Módulo de control	1
DL 2106T05	Grupo de IGBT	2
DL 2106T12	Grupo de diodos	1
DL 2106T13	Rectificador	1
DL 2106T21	Fusibles	1
DL 2106T22	Filtro EMI	1
DL 2106T23	Condensadores	1
DL 2106PS	Fuente de alimentación de CC	1
DL 2106TPS	Fuente de alimentación trifásica	1
DL 2106RLC	Carga RLC	1
DL 2109D33	Instrumento de medición digital de verdadero valor eficaz (RMS)	2
DL 12B12	Batería	1
DL 2600TTI	Transformador aislado	1
DL T12090_SK	Banco de trabajo 120x90	1
DL T06090	Banco de trabajo 60x90	1
DL A120-3M	Bastidor de tres niveles, versión básica	1
DL SP-A120-LED	Base superior con tira de LED, para DL A120-3M	1
DL PCGRID	Computadora personal all-in-one	1
TLDC A2.0	Kit de cables de conexión	1
DL 1196	Soporte para cables	1



DL PEL205: ACCIONAMIENTO DE MOTORES



El **DL PEL205** es un banco multiusos para accionadores de motor de CA y CC donde los convertidores de electrónica de potencia se estudian como interfaces entre la potencia de entrada y los motores para controlar posición y velocidad. El laboratorio se dedicó al estudio de los diferentes tipos de controladores de máquinas: los controladores de motores de CC con bucle de corriente interior, controladores de motores de anillos colectores de CA con regulación de la resistencia del rotor y controladores de motores de jaula de ardilla de CA con frecuencia variable, todos ellos con control de velocidad.

Para simular diversas condiciones de carga para motores de CC y CA, hemos introducido un sistema de servoaccionamiento de motor sin escobillas que opera en modos de control de velocidad y par, admitiendo la rotación bidireccional de motores sin escobillas para facilitar la operación de cuatro cuadrantes para motores de CC. Además, presenta capacidades de visualización, mecanismos de protección y admite retroalimentación de velocidad y par, lo que mejora su facilidad de uso y viabilidad de circuito cerrado.

Su estructura modular facilita la reconfiguración del sistema para realizar varios experimentos en diversos temas, como un convertidor/pulsador CC de puente completo monofásico (onda cuadrada o onda sinusoidal con control PWM), convertidor de frecuencia, por nombrar algunos.



Experimentos:

ACCIONAMIENTO DE MOTOR DE CC

Controlador de motor CC mediante rectificadores monofásicos

- Controlador de cuadrante único con rectificador monofásico controlado
- Controlador de cuadrante único con rectificador monofásico controlado para control de tensión de armadura en lazo cerrado
- Controlador de cuadrante único con rectificador monofásico controlado para control de tensión de armadura de lazo cerrado con prealimentación
- Controlador de cuadrante único con rectificador monofásico controlado para control de velocidad en lazo cerrado único
- Controlador de cuadrante único con rectificador monofásico controlado para control de velocidad de lazo cerrado doble
- Controlador de dos cuadrantes (I-IV) con rectificador monofásico controlado
- Controlador de dos cuadrantes (I-III) con rectificador monofásico controlado
- Controlador de dos cuadrantes (I-III) con rectificador monofásico controlado para control de velocidad en lazo cerrado doble
- Controlador de cuatro cuadrantes con rectificador monofásico controlado
- Controlador de cuatro cuadrantes con rectificador monofásico controlado para control de velocidad en lazo cerrado doble

Controlador de motor CC mediante rectificadores trifásicos

- Controlador de cuadrante único con rectificador monofásico controlado
- Controlador de cuadrante único con rectificador monofásico para control de velocidad en lazo cerrado doble

ACCIONADOR DE FRECUENCIA CONSTANTE - MOTOR DE ANILLO COLECTOR

Control de tensión del estator

- Control de tensión del estator con variac
- Control de tensión del estator con controlador de tensión de CA
- Control de velocidad mediante control de tensión del estator con controlador de tensión de CA

Control de resistencia del rotor

- Control de resistencia del rotor con reostato
- Control de resistencia del rotor con resistencia pulsada
- Control de velocidad mediante el control de resistencia del rotor con resistencia pulsada
- Control de resistencia del rotor con accionador estático Scherbius
- Control de velocidad mediante control de resistencia del rotor con controlador estático Scherbius

ACCIONADOR DE FRECUENCIA VARIABLE - MOTOR DE JAULA DE ARDILLA

Convertidor de frecuencia

- Funcionamiento del convertidor de frecuencia
- Rectificador controlado por entrada
- Inversor de salida
- Chopper de freno de enlace de CC

Motor de jaula de ardilla

- Investigación preliminar del motor de jaula de ardilla

Métodos de modulación del convertidor de frecuencia

- Modulación de seis pasos
- PWM de onda cuadrada
- PWM de onda trapezoidal
- PWM de onda sinusoidal (SPWM)



ELECTRÓNICA DE POTENCIA



- PWM vectorial espacial (SVPWM)
- Inyección de 3^{er} armónico

Control del motor de inducción según la característica U/f.

- Magnetización del motor para característica lineal U/f.
- Magnetización de arranque extra
- Compensación $I \times R$
- Funcionamiento en configuración estándar del convertidor
- Operación de reducción de escala en conexión estrella

Control de velocidad

- Compensación de deslizamiento
- Control de velocidad de lazo cerrado



Lista de módulos DL PEL205:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
DL 2106T01	Módulo de control	1
DL 2106T02	Accionador SCR y TRIAC	1
DL 2106T04	IGBT	1
DL 2106T06	Convertidor de frecuencia	1
DL 2106T12	Grupo de diodos	1
DL 2106T15	Grupo de SCR	2
DL 2106T21	Fusibles	2
DL 2106PS	Fuente de alimentación de CC	1
DL 2106SPS	Fuente de alimentación monofásica	1
DL 2106TPS	Fuente de alimentación trifásica	1
DL 2106RLC	Carga de RLC	1
DL 2109D33	Instrumento de medición digital de verdadero valor eficaz (RMS)	2
DL 4236	Gestor de carga	1
DL 2655	Transformador trifásico variable	1
DL 2025DT	Tacómetro	1
DL 10200A1	Motor CC con excitación en derivación	1
DL 10250A1	Generador CC con excitación en derivación	1
DL 10120A1	Motor trifásico de anillos colectores	1
DL 10120RA	Reostato del rotor	1
DL 2108T26-LP	Controlador sin escobillas	1
DL 2108T26BR	Resistencia de freno	1
MOTBRA1.3NM	Motor sin escobillas de 1,3 Nm	1
DL 10400	Estructura base	1
DL 10115A1	Motor trifásico de jaula de ardilla	1
DL 2600TTI	Transformador aislado	1
DL T12090_SK	Banco de trabajo 120x90	2
DL T06090	Banco de trabajo 60x90	2
DL A120-3M	Bastidor de tres niveles, versión básica	2
DL SP-A120-LED	Base superior con tira de LED, para DL A120-3M	2
DL PCGRID	Computadora personal all-in-one	1
TLPEL205	Kit de cables de conexión	1
DL 1196	Soporte para cables	1



DL PELTOT: LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA



El entrenador **DEL PELTOT** ha sido diseñado para proporcionar a los estudiantes un conocimiento completo en sistemas de electrónica de potencia, en una solución compacta y flexible.

Está subdividido en 5 áreas de estudio principales.:

- Conversión CA-CC
- Conversión CA-CA
- Conversión CC-CC
- Conversión CC-CA
- Accionadores de motor



Lista de módulos DL PELTOT:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
DL 2106T01	Módulo de control	1
DL 2106T02	Accionador SCR y TRIAC	1
DL 2106T03	MOSFET	1
DL 2106T04	IGBT	1
DL 2106T05	Grupo de IGBT	2
DL 2106T06	Convertidor de frecuencia	1
DL 2106T11	Diodo de silicio	4
DL 2106T12	Grupo de diodos	1
DL 2106T13	Puente de diodos trifásico	1
DL 2106T14	SCR	1
DL 2106T15	Grupo de SCR	2
DL 2106T16	SCR con circuito de apagado	1
DL 2106T17	TRIAC	1
DL 2106T18	Atenuador de luz - Simulador de fallas	1
DL 2106T21	Fusibles	2
DL 2106T22	Filtro EMI	1
DL 2106T23	Condensadores	1
DL 2106T24	Transformador de conmutación	1
DL 2106T25	Shunt 1Ω	1
DL 2106PS	Fuente de alimentación de CC	1
DL 2106SPS	Fuente de alimentación monofásica	1
DL 2106TPS	Fuente de alimentación trifásica	1
DL 2106RLC	Carga RLC	1
DL 2109D33	Instrumento de medición digital de verdadero valor eficaz (RMS)	2
DL 4236	Gestor de carga	1
DL 2655	Transformador trifásico variable	1
DL 12B12	Batería	1
DL 2025DT	Tacómetro	1
DL 10200A1	Motor CC con excitación en derivación	1
DL 10250A1	Generador CC con excitación en derivación	1
DL 10120A1	Motor trifásico de anillos colectores	1
DL 10120RA	Reostato del rotor	1
DL 2108T26-LP	Controlador sin escobillas	1
DL 2108T26BR	Resistencia de freno	1
MOTBRA1.3NM	Motor sin escobillas de 1,3 Nm	1
DL 10400	Base para acoplamiento de máquinas	1
DL 10115A1	Motor trifásico de jaula de ardilla	1
DL 2600TTI	Transformador aislado	1
DL T12090_SK	Banco de trabajo 120x90	2
DL T06090	Banco de trabajo 60x90	2
DL A120-3M	Bastidor de tres niveles, versión básica	2
DL SP-A120-LED	Base superior con tira de LED, para DL A120-3M	2
DL PCGRID	Computadora personal all-in-one	1
TLPEL-TOT	Kit de cables de conexión	1
DL 1196	Soporte para cables	1