



Ministerio de Capital Humano  
República Argentina

Secretaría  
de Educación

**inet**  
Instituto Nacional de  
Educación Tecnológica

**CeNET**  
Centro Nacional de  
Educación Tecnológica

# Banco Federal de Proyectos Tecnológicos

*Propuestas de Aprendizaje Basado en Proyectos*

Título del proyecto

**Empaques eficientes: Rediseño electromecánico y automatización Sustentable con Variadores de Frecuencia en la post-cosecha regional**

Autor/a

**Joaquín Daniel Toledo**

Escuela

**Escuela Técnica N° 3 "Dr. Juan B. Terán"**

Localidad

**San Miguel de Tucumán**

Jurisdicción

**Tucumán**

Familia profesional

**Electromecánica**

Áreas de implementación

**Agromecánica**



# Contexto y destinatarios

## La institución, el entorno formativo y el problema que da origen al proyecto

El proyecto se diseñó para la Escuela Técnica N° 3 "Dr. Juan B. Terán" de San Miguel de Tucumán, en su trayecto de articulación con entornos agromecánicos regionales. Se implementará en el 6to año de la especialidad de Electromecánica, involucrando un grupo heterogéneo de unos 30 estudiantes con motivaciones diversas (destrezas operativas en montaje eléctrico y perfiles orientados a la lógica de programación digital). El espacio curricular troncal es Instalaciones Industriales, integrándose de forma interdisciplinaria con Sistemas de Control y Laboratorio de Mediciones. La institución cuenta (en Talleres) con un laboratorio formativo equipado con motores de inducción trifásicos, variadores de velocidad comerciales y PC con software de diseño CAD y simulación de automatismos. Debido a la limitada disponibilidad de módulos físicos, las condiciones institucionales demandan una estrategia pedagógica híbrida que alterne prácticas de taller con simulación virtual.

# Fundamentación

## Relevancia para la ETP y enfoque pedagógico

La Educación Técnico Profesional (ETP) actual se encuentra ante el desafío de reconfigurar sus prácticas formativas para dar respuesta a la "Industria 4.0" y a las exigencias de sustentabilidad productiva. En Tucumán, el sector agroindustrial (plantas de empaque cítricas y complejos azucareros) exige técnicos electromecánicos con competencias en automatización, optimización energética y gestión de sistemas mecatrónicos. La enseñanza tradicional de las máquinas eléctricas suele ser rígida y descontextualizada; en contraste, este proyecto se sustenta en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), asumiendo la planificación como una hipótesis de trabajo abierta y posicionando al docente como guía explorador que activa la "ingeniería del deseo". La propuesta aborda un problema genuino: la ineficiencia energética y el desgaste mecánico prematuro en las líneas de transporte por arranques bruscos y velocidad constante. Al proponer el rediseño electromecánico de una cinta transportadora mediante un variador de frecuencia (VFD) y sensores de presencia, el aula-taller se transforma en un entorno socio-productivo simulado donde los estudiantes integran mecánica, electricidad y programación, evaluando el impacto económico-ambiental mediante la medición del ahorro de energía. A través de la metáfora del "ecualizador" de Tomlinson, el proyecto gestiona la heterogeneidad asignando roles que potencian las Inteligencias Múltiples (cálculo de conductores, modelado CAD, lógica digital y montaje del tablero), construyendo capacidades socio-laborales y promoviendo la inteligencia colectiva con saberes transferibles al desarrollo tecnológico regional.



# Objetivos y aprendizajes

## Capacidades a desarrollar

---

Que los estudiantes logren: analizar y diagnosticar deficiencias energéticas y operativas en sistemas de transporte electromecánico tradicionales de la postcosecha local; diseñar y calcular instalaciones eléctricas industriales de automatización y fuerza motriz, seleccionando protecciones y conductores bajo normativas vigentes (AEA / IRAM); parametrizar, programar y comisionar variadores de frecuencia (VFD) integrando señales de sensores industriales para el control de velocidad y rampas de aceleración; utilizar entornos de simulación y diseño CAD para validar soluciones mecatrónicas; medir, contrastar y registrar magnitudes eléctricas para evaluar el consumo y justificar la viabilidad técnico-económica orientada a la sustentabilidad; y trabajar colaborativamente asumiendo roles específicos y comunicando con claridad técnica los resultados.

## Contenidos

### Organización por ejes de saber

---

Instalaciones Eléctricas Industriales: cálculo de conductores por capacidad de corriente y caída de tensión; selección de protecciones (guardamotores, interruptores termomagnéticos y diferenciales); normas AEA e IRAM de dibujo técnico para esquemas de potencia y mando. Accionamientos Lógicos y Motores Eléctricos: el motor de inducción asíncrono trifásico (curvas de par, corrientes de arranque, métodos de control); Variadores de Frecuencia (principio de funcionamiento, esquemas de conexión, parametrización de rampas, control por lazos abiertos mediante entradas digitales y analógicas). Sensores e Integración Mecatrónica: sensores de presencia industriales (inductivos, capacitivos, ópticos), transductores de peso (celdas de carga), concepto de lazo de control aplicado a líneas de empaque. Eficiencia Energética y Sustentabilidad: cálculo de potencia activa, reactiva y factor de potencia; impacto técnico-económico de la optimización del consumo; análisis de datos energéticos.

## Secuencia de enseñanza

### Etapas y actividades

---

Etapas 1: sorprenderse y decidir (la ocasión y la intención) - Semanas 1 y 2: el docente presenta una situación dilemática real (factura eléctrica industrial con penalizaciones por exceso de demanda y bajo factor de potencia, y un video de una línea de selección de fruta con arranques directos) y formula la pregunta guía sobre cómo rediseñar el sistema de transporte para reducir el consumo, eliminar penalizaciones y prolongar la vida útil de las máquinas; mediante escucha activa y lluvia de ideas se activa la



"ingeniería del deseo", se conforman equipos cooperativos de 5 integrantes con roles (Gestor de Proyecto, dos Diseñadores Electromecánicos, un Programador de Control y un Analista de Eficiencia) y se firma el "Acta de compromiso del proyecto". Etapa 2: diseñar (la mirada) - Semanas 3 y 4: identidad de cada consultora técnica (nombre y logotipo), rutina de pensamiento "¿Qué sabemos? ¿Qué necesitamos saber? ¿Cómo lo averiguaremos?", y confección del diagrama de Gantt autónomo entramado con la planificación del docente. Etapa 3: Investigar y Hacer (la estrategia) - Semanas 5 a 10: los Diseñadores Electromecánicos calculan corrientes, dimensionan conductores y seleccionan protecciones (AEA) y confeccionan planos en CAD (IRAM); los Programadores de Control usan software de simulación (CAdE SIMU) para probar el cableado del VFD y configurar frecuencias mínima/máxima, corriente nominal y entradas digitales, programando una rampa de aceleración suave activada por sensor óptico de presencia y ajuste de velocidad proporcional al peso (celda de carga); el docente media con preguntas de andamiaje y pausas expositivas (relación V/f); y los Analistas de Eficiencia realizan el montaje físico y los ensayos (corriente de inserción del arranque directo vs. rampa suave, potencias activa y reactiva, ahorro en kWh). Etapa 4: Actuar y Cambiar (la acción) y Comunicación - Semanas 11 y 12: puesta a punto del prototipo funcional o gemelo digital y "Jornadas de Innovación y Sustentabilidad Energética en la ETP" con stand técnico y Pitch Técnico ante un comité evaluador.

## Recursos y materiales

### Elementos necesarios para el desarrollo

Recursos Didácticos y Tecnológicos: software de simulación y diseño (CAdE SIMU, PC\_SIMU, Autodesk Inventor / Fusion 360); equipamiento de laboratorio físico (módulos de entrenamiento eléctrico, motores asincrónicos trifásicos de 0.5 a 1 HP, variadores de frecuencia comerciales didácticos); instrumental de medición (pinzas amperométricas, multímetros TRMS, analizador de energía/calidad de redes, tacómetros digitales); componentes de automatización (sensores inductivos, capacitivos y ópticos réflex, celdas de carga, relés auxiliares, pulsadores y señalizadores de 24 Vcc). Bibliografía Técnica y Pedagógica: AEA, Reglamentación 90364 Parte 7; INET, Perfiles Profesionales y Marcos de Homologación para Electromecánica; Vergara Ramírez (2015), Dirigir la mirada, Ediciones Morata; Tomlinson (2005), Estrategias para trabajar con la diversidad en el aula, Paidós.

## Estrategia de evaluación

### Qué, cómo y cuándo se evalúa

Momentos: Evaluación inicial (diagnóstica, semanas 1 y 3, mediante observación directa y la rutina "¿Qué sabemos?", sin calificación numérica, para identificar ideas previas y "ecualizar" los puntos de partida); Evaluación continua (formativa, semanas 4 a 10, valorando el proceso, la resolución de problemas —troubleshooting— y el compromiso



cooperativo, con la "Bitácora Técnica de diseño" y rúbricas socio-cognitivas de proceso); Evaluación final (sumativa e integradora, semanas 11 y 12, durante la exposición pública y defensa técnica, evaluando la calidad integral de la solución, el funcionamiento del prototipo o simulación, la documentación técnica y el desempeño en el Pitch Técnico). Evidencias esperadas: carpeta técnica de proyecto digital (memoria de cálculo bajo norma AEA, planilla de análisis de costos y ahorro energético en kWh, planos eléctricos en CAD); prototipo mecatrónico funcional o gemelo digital simulado; bitácora semanal de equipo; y exposición y defensa oral pública.

## Cronograma de implementación

### Distribución temporal del proyecto

---

El proyecto tiene una duración total estimada de 12 semanas (72 horas cátedra). Fase 1: Sorprenderse y Decidir (Semanas 1-2): presentación de la factura eléctrica y video dilemático, pregunta guía, formación de equipos cooperativos y firma de actas. Fase 2: Diseñar (Semanas 3-4): identidad de las consultoras, rutinas de pensamiento y diagrama de Gantt autónomo. Fase 3: Investigar y Hacer (Semanas 5-7): investigación teórica sobre VFD y eficiencia, cálculo de conductores y protecciones (AEA), diseño de esquemas eléctricos en CAD; (Semanas 8-10): montaje físico de tableros, conexión de potencia y mando del VFD, integración de sensores y parametrización de rampas, ensayos y medición de magnitudes eléctricas. Fase 4: Actuar y Cambiar (Semanas 11-12): puesta a punto final, memoria técnica final, presentación pública de los prototipos en las Jornadas de Innovación y defensa mediante Pitch, con autoevaluación y coevaluación.

## Bibliografía

### Referencias en formato normalizado

---

—

## Anexos

### Rúbricas, listas de cotejo e instrumentos

---

Rúbrica Analítica de Evaluación del Trabajo Final del Proyecto (niveles Avanzado / Medio / Inicial) para: Cálculo y Diseño Electromecánico (Normas AEA/IRAM); Integración Mecatrónica y Eficiencia Energética (VFD y Sensores); Estrategia Cooperativa y Autonomía (Gestión de Procesos); y Competencias Comunicativas y Defensa Técnica (Pitch Oral).



# Uso de la IA

## Declaración de uso de inteligencia artificial

---

El diseño de este proyecto representa el resultado de un proceso de curaduría, reflexión crítica y modificación continua. Como docente del área, consciente de que la planificación en el marco del ABP y el enfoque por capacidades debe funcionar como una hipótesis de trabajo, cada módulo temático, cada recurso tecnológico (la alternancia entre simulación virtual y taller físico) y cada instrumento de evaluación han sido revisados y adaptados, con ejes rectores en la pertinencia con el entorno socio productivo agroindustrial regional y las características de heterogeneidad de los estudiantes de 6to año. Cada apartado ha sido tensionado bajo los conceptos de "ingeniería del deseo" y el rol del docente como guía explorador.



**Ministerio de Capital Humano**  
República Argentina

**Secretaría  
de Educación**

**inet**  
Instituto Nacional de  
Educación Tecnológica

**CeNET**  
Centro Nacional de  
Educación Tecnológica