

La aplicación de los contenidos de la Ingeniería Industrial en la puesta en marcha de la Turbina de gas T200D

Área temática: La educación en la ingeniería industrial

A Hutin, Adela, Turchetti, Marcelo, Montesano Juan, Zarrabeitía
Cristina, Fontal Ana Lia, Colaboración Michemberg Santiago

*Facultad de Fisicomatemáticas e Ingeniería. Universidad Católica Argentina .Grupo de Bioenergía
Alicia Moreau de Justo 1500 CP 1107, CABA, Argentina. adelahutin@gmail.com*

RESUMEN

Como investigadores y docentes no debemos perder de vista que la resolución de problemas abiertos y cerrados, debiera ser un instrumento de aprendizaje, pero al mismo tiempo un medio de diagnóstico de los conocimientos, aptitudes y competencias que el alumno va adquiriendo a lo largo de la carrera. La inclusión de problemas abiertos, sin embargo, no garantiza el éxito de la programación curricular de la carrera, pero sí aporta un medio muy preciso de observación de las dificultades como los aciertos, que hallan los alumnos en dicha resolución.

El objeto de este trabajo es compartir la experiencia realizada en el marco del Grupo de Investigación de Bioenergía de la UCA.

Se propuso a los alumnos pasantes, estudiantes de tercer año de la carrera Ingeniería Industrial, poner en marcha una turbina de gas, y su posible conversión a biocombustibles.

Se observó que los alumnos comenzaron caracterizando la situación problemática, buscando identificar sus partes, y planificando las acciones para su resolución. Debieron tomar decisiones durante el proceso, aunque no todas acertadas, su creatividad se puso en juego, entre otras competencias como la utilización de los recursos aportados en las asignaturas cursadas. Se observó una gran necesidad de aprobación y cierta dependencia con los profesores. El juego de sentirse ingenieros, resolviendo problemas cotidianos de la profesión los motivó y entusiasmó. Es importante aprovechar esa condición para revisar las problemáticas a utilizar como también las estrategias de resolución y el propio sistema de evaluación.

Palabras Claves: Problemas abiertos. Aprendizaje. Evaluación. Competencias

ABSTRACT

As teachers and researchers, we should always keep in mind that the resolution of open and close problems should not only be an opportunity to learn, but also a way to assess the knowledge, skills and expertise that the students have acquired throughout their studies.

However, including open problems does not guarantee the success of the career's curricular program, but it does provide a very accurate mean to observe both the student's difficulties and skills during the resolution.

The primary goal of this job is to share the experience carried out in the context of the Investigation of Bioenergy Group at UCA.

It was proposed to the interns, third year industrial engineer students, to start up a gas turbine and possibly apply it to obtain biodiesel.

It was observed that the students start by characterizing the problem, identifying its parts and planning the necessary actions for its resolution. During the process they must make decisions, although they are not always the correct ones, use their creativity, among other skills, and apply the resources obtained during their studies. A great need for approval and certain reliance on the teachers is also observed. They are motivated and excited by the feeling of being engineers, solving everyday, work-related problems. It is important to take advantage of that situation to review the problems to use, as well as the solving strategies and the assessment system itself.

1. INTRODUCCIÓN.

El objeto de este trabajo es compartir la experiencia realizada en el marco del Grupo de Investigación de Bioenergía de la UCA.

Se propuso a los alumnos pasantes, estudiantes de tercer año de la carrera Ingeniería Industrial, poner en marcha una turbina de gas, y su posible conversión a biocombustibles.

El objetivo fue solucionar un problema abierto, hacer el seguimiento de los alumnos en dicha resolución, determinar en qué medida lograron aplicar los contenidos recibidos en la casa de estudio, tanto técnicos, como metodológicos en la organización del trabajo y su ejecución.

Los procedimientos a seguir, como así también las herramientas y los recursos fueron propuestos por los alumnos con la supervisión y orientación de los investigadores

El proceso de formación de los alumnos en las facultades de ingeniería es bastante complejo, sabemos además que cada uno trae una experiencia propia que en muchos casos no es valorada.

El uso de herramientas es todo un aprendizaje, no solo manejarlas sino reconocerlas, saber su utilidad y variedad. La formación que la mayoría trae en muchos casos es eminentemente teórica.

Se propuso utilizar las propias técnicas de Ingeniería Industrial para guiar el trabajo de los alumnos. Sin embargo es muy importante comprender como docente e investigadores cual es el proceso de aprendizaje, como y cuando se produce la integración de los conocimientos, habilidades, y capacidades. Conocerlo implica introducirse en su marco de pensamiento y modificarlo si es necesario, ello requiere centrarse en el alumno, estudiar y observar su proceso para poder verterlo en otras experiencias futuras.[1]

Se observó que los alumnos comenzaron caracterizando la situación problemática, buscando identificar sus partes, y planificando las acciones para su resolución. Debieron tomar decisiones durante el proceso, aunque no todas acertadas, su creatividad se puso en juego, entre otras competencias y la utilización de los recursos aportados en las asignaturas cursadas. Reconocieron la necesidad de trabajar en equipo.

Fue importante aprovechar esa condición para revisar las problemáticas a utilizar como también las estrategias de resolución y el propio sistema de evaluación.[2]

1.1. Metodología.

Sugerido por el investigador responsable se comenzó con el trazado del cableado. Los famosos 'NA-NC' (normalmente abierto, normalmente cerrado) de los componentes eléctricos, siguiendo cada cable, cada componente, aunque se observaron dificultades en la aplicación de esta metodología de relevamiento y la falsa idea que la falla iba ser encontrada rápidamente. Luego de muchas horas de trabajo lograron detectar la rotura de un relevo térmico de un motor auxiliar, ya que no se encontró a simple vista. Se decidió sacarlo, y puentear los cables que iban al componente. El dispositivo de seguridad era uno de los componentes para resguardar el motor.

Por propia iniciativa elaboraron un plano del cableado que les ayudó a contemplar la secuencia, porqué y cómo se acciona cada elemento para poner en marcha la turbina.

Continuando con el plano del cableado, haciendo uso de un multímetro, observaron que la tensión en transformadores trifásicos era nula. Al desarmar un terminal de la conexión de la máquina a la red eléctrica, encontraron una fase desconectada. Luego de corregir la conexión, sintieron un primer gran éxito. Ya funcionaba la bomba y el soplador de la turbina de gas. La desconexión de la fase (al igual que la rotura encontrada en el mecanismo de relevo C2) fue un problema que, sin un análisis deductivo como el que hicieron, no podían haber encontrado.

Pensaron entonces que podrían arrancar la máquina sin problemas, sin embargo, no tuvieron éxito. Propusieron el "estudio del trabajo". Examen sistemático de los métodos para realizar actividades, tema de los tantos que trata la carrera.

Elaboran un plano eléctrico basado en el cableado existente y logran seguir cada paso, analizando cómo afecta al arranque de la máquina. El resultado fueron los Cursogramas Analíticos de arranque y desconexión de la Turbina de Gas. Secuencias de pasos, sencillos, cortos: "Operación", "Transporte", "Espera", "Inspección", "Almacenamiento". Con la utilización e este procedimiento lograron arrancar la máquina, y a continuación poder realizar un ensayo. Para ello, era necesario el correcto funcionamiento de los elementos de medición. Lograron limpiar, revisar, desarmar, reparar, y armar instrumentos de la turbina, siguiendo cada paso y analizando por su cuenta los motivos o razones por la que algo no funcionaba. Aprendieron a seguir una metodología. Utilizaron las pocas herramientas que han recibido y las aplicaron con entusiasmo.

2. FIGURAS Y TABLAS.

Ilustración 1 - Plano Cableado Elementos Arranque

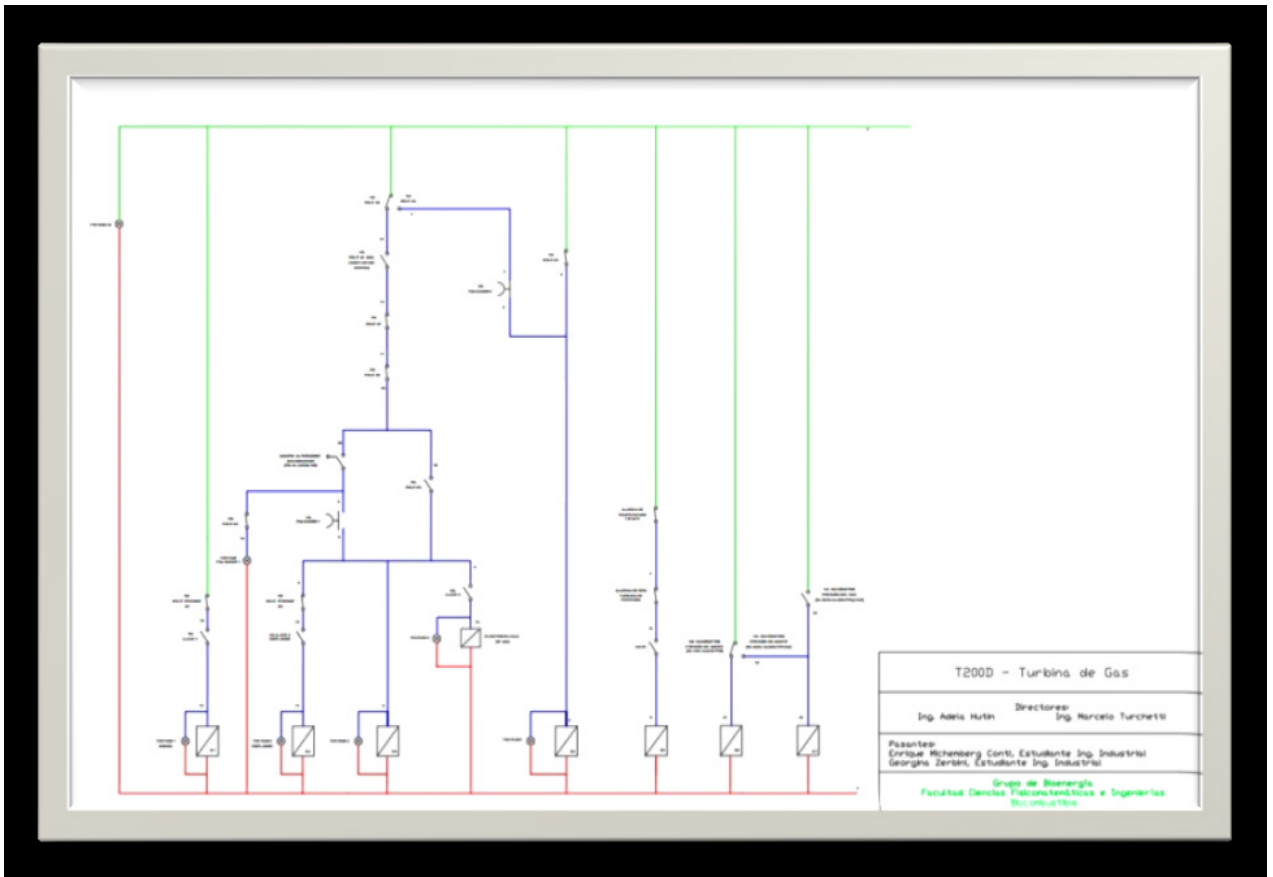


Ilustración 2 - Cursograma Analítico Secuencia de Arranque.

Cursograma Analítico		T200D Turbina de Gas		Grupo de Bioenergía		
Diagrama núm. 1		Hoja núm. 1 de 3		Facultad de Ciencias Físicomatemáticas e Ingenierías UCA		
Objeto:				Biocombustibles		
				Ing. Adela Hutin Ing. Marcelo Turchetti		
Método: Actual / Propuesto		Actividad		Cant.		
Lugar: Lab. Máquinas Térmicas y Termodinámica		Operación		23		
Operarios:		Transporte		-		
		Espera		4		
		Inspección		16		
Compuesto por:		Almacenamiento		-		
Fecha:		Total		43		
Secuencia Arranque						
Descripción		Símbolo			Observaciones	
		○	▷	◻	▽	
Accionar LL 35 (Alimentación Eléctrica)		●				
Verificar Encendido TS 34 (Alimentación Eléctrica)				●		
Abrir VL 51 (Acceso Agua)		●				
Abrir VL 03 (Tanque Suministro Gas C ₃ H ₈)		●				
Verificar Encendidos TS 35 (Termostato Seguridad Fijado 900°C)				●		
Setear TM 23 en 800°C		●				
Setear TC 27 a 22.000 RPM		●				
Regular PR 07 en 90°C (Bomba Aceite)		●				
Accionar LL 07 (Bomba Aceite)		●				
Verificar Encendido TS 07 (Bomba Aceite)				●		
Regular VL 52 a 3,5 bar (Bomba Aceite)		●				
Verificar MN 32 lectura 3,5 bar (Bomba Aceite)				●		
Ajustar PR 26 entre 50°C y 60°C (Termostato Aceite)		●				
Verificar Apagado TS 08 (Alimentador Agua)				●		
Regular MW 04 a Máx. valor (Campo Alternador)		●				
Pulsar PL 05 (Termostato Seguridad)		●				
Verificar Apagado TS 05 (Termostato Seguridad) y Encendido TS 01				●		
Pulsar PL 01		●				
Verificar Apagado TS 01 y Encendido TS 02				●		
Regular PR 10 (Diafragma) a Con Ventilador		●				
Accionar LL 09 (Soplador)		●				
Verificar Encendido TS 09 (Soplador)				●		
Aguardar 5 min.		●				
Accionar LL 03 (Electroválvula Gas)		●				
Verificar Encendido TS 03 (Electroválvula Gas)				●		
Control MN 33 (Contenedor/Electroválvula Gas)		●				
Regular PR 29 en 2,5 bar (MN 17)		●				
Cerrar VL 37 (Parte Superior Cámara Combustión)		●				
Pulsar PL 16 (Cámara Combustión, Ignición) y Regular PR 28 (Alimentador Gas)		●				
Verificar MD 18 (Caudal C ₃ H ₈): 0,4 g/s < Q < 0,6 g/s				●		
Aguardar Escuchar "POP" (Encendido)		●				
Verificar TM 24 el incremento de t ₃				●		
Liberar PL 16 (Cámara Combustión, Ignición)		●				
Verificar Apagado TS 16 (Cámara Combustión, Ignición)				●		
Regular Incremento Gradual PR 28 y Disminución MW 04 (Campo Alternador)		●				
Verificar TM 24 lectura t ₃ <750°C				●		
Aguardar TC 25 (Turbo Compresor) 30.000 rpm		●				
Verificar TC 27 (Turbina Potencia) haya lectura				●		
Regular al min. MW 04 (Campo Alternador)		●				
Aguardar TC 25 (Turbo Compresor) 38.000rpm y TC 27 (Turbina Potencia) 16.000rpm				●		
Regular PR 10 (Diafragma) a Autosuficiente		●				
Apagar LL 09 (Soplador)		●				
Verificar Apagado TS 09 (Soplador)				●		
Nota:						

Ilustración 3 - Cursograma Analítico Secuencia de Desconexión

Cursograma Analítico		T200D Turbina de Gas		Grupo de Bioenergía	
Diagrama núm. 2		Hoja núm. 2 de 3		Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingenierías UCA	
Objeto:				Biocombustibles	
Método: Actual / Propuesto				Ing. Adela Hutin Ing. Marcelo Turchetti	
Lugar: Lab. Máquinas Térmicas y Termodinámica		Actividad		Cant.	Propuesto
Operarios:		Operación	○	12	
		Transporte	◻	-	
		Espera	◐	2	
		Inspección	◑	6	
Compuesto por:		Almacenamiento	▽	-	
Fecha:		Total		20	

Secuencia Desconexión						
Descripción	Símbolo					Observaciones
	○	◻	◐	◑	▽	
Cerrar VL 03 (Tanque Suministro Gas C ₃ H ₈)	●					
Verificar Apagado TS 03 (Electroválvula Gas)				●		
Accionar LL 09 (Soplador)	●					
Verificar Encendido TS 09 (Soplador)				●		
Regular PR 10 (Diafragma) a Con Ventilador	●					
Abrir VL 37 (Parte Superior Cámara Combustión)	●					
Regular al mín. PR 29	●					
Regular al mín. PR 28 (Alimentador Gas)	●					
Regular PR 07 en 0°C (Bomba Aceite)	●					
Regular PR 26 a 0°C (Termostato Aceite)	●					
Verificar Encendido TS 08 (Alimentador Agua)				●		
Aguardar TM 23 lectura t ₈ <25°C				●		
Aguardar TM 24 lectura t ₃ <40 °C				●		
Apagar LL 09 (Soplador)	●					
Verificar Apagado TS 09 (Soplador)				●		
Apagar LL 07 (Bomba Aceite)	●					
Verificar Apagado TS 07 (Bomba Aceite)				●		
Cerrar VL 51 (Acceso Agua)	●					
Apagar LL 35 (Alimentación Eléctrica)	●					
Verificar Apagado TS 34 (Alimentación Eléctrica)				●		

Nota:

Ilustración 4 – Referencias del plano y planilla

Glosario T200D		Lab. Máquinas Térmicas y Termodinámica	Grupo de Bioenergía
Hoja núm. 3 de 3		Biocombustibles	Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingenierías UCA Ing. Adela Hutin Ing. Marcelo Turchetti
Abrev.	Elemento	Nota	
LL 03	Llave 03	Electroválvula Gas	
LL 07	Llave 07	Bomba Aceite	
LL 09	Llave 09	Soplador	
LL 35	Llave 35	Alimentación Eléctrica	
MD 18	Medidor 18	Caudal (C ₃ H ₈)	Necesario: $0,4 \frac{g}{s} < Q < 0,6 \frac{g}{s}$
MD 22	Medidor 22	Diafragma	Presión diferencial - Autosuficiente, P ₁ - P ₂
MD 31	Medidor 31	Voltímetro/Amperímetro	Potencia Absorbida Campo Alternador
MN 17	Manómetro 17	Presión Gas (C ₃ H ₈)	P _{máx} =3,2 bar - Post Reductor Gas - Óptimo 2,5 bar
MN 19	Manómetro 19	Salida Turbo Compresor	
MN 20	Manómetro 20	Presión Combustión/Aire	P ₃ , Salida Soplador - P ₄ , Cámara Combustión
MN 30	Manómetro 30	Presión Gas (C ₃ H ₈)	Descarga de Gas
MN 32	Manómetro 32	Presión Aceite	$2 \text{ bar} < P_{\text{aceite}} < 3 \text{ bar}$
MN 33	Manómetro 33	Presión Gas (C ₃ H ₈)	Pre Reductor Gas, Contenedor/Electroválvula de Gas
MW 04	Microswitch 04	Campo Alternador	Fin Camino = Excitación
PL 01	Pulsador 01		Permiso Accionar Electroválvula Gas
PL 05	Pulsador 05	Termostato Seguridad	T _{máx} 900°C
PL 08	Pulsador 08	Alimentador Agua	Apertura Electroválvula Agua, Intercambiador Calor Agua/Aceite
PL 16	Pulsador 16	Cámara de Combustión	Ignición
PM 21	Perilla Manómetro 21	Cámara de Combustión	Manómetro 20
PR 07	Perilla Regulación 07	Bomba Aceite	Regulador Temperatura Tanque Aceite
PR 10	Perilla Regulación 10	Diafragma	Ventilación: ^{Con ventilador} / Autosuficiente
PR 26	Perilla Regulación 26	Termostato Aceite	$50^{\circ}\text{C} < T_{\text{máx}} < 60^{\circ}\text{C}$, exceder abre Electroválvula Agua (t ₆)
PR 28	Perilla Regulación 28	Alimentador Gas	Gas (C ₃ H ₈) a Cámara de Combustión
PR 29	Perilla Regulación 29	Reductor Presión Gas (C ₃ H ₈)	Medición Manómetro 17
TC 25	Tacómetro 25	Turbo Compresor	RPM Turbina/Compresor
TC 27	Tacómetro/Alarma 27	Alarma RPM	RPM Turbina de Potencia - 22.000 rpm Máx.
TM 23	Termómetro 23		Filtro Aire, t ₁ - Salida Soplador, t ₂ - Tanque Aceite, t ₆
TM 24	Termómetro/Alarma 24	Alarma Temperaturas	T _{máx} 800°C - t ₃ , t ₄ , t ₅
TS 01	Testigo 01		
TS 02	Testigo 02		Habilitado Accionar Soplador
TS 03	Testigo 03	Electroválvula de Gas	
TS 05	Testigo 05	Termostato Seguridad	
TS 07	Testigo 07	Bomba de Aceite	
TS 08	Testigo 08	Alimentador Agua	Encendido: Electroválvula Agua Abierta
TS 09	Testigo 09	Soplador	
TS 13	Testigo 13	Cámara de Combustión	Temperatura t ₃
TS 16	Testigo 16	Cámara de Combustión	Ignición
TS 34	Testigo 34	Alimentación Eléctrica	
TS 35	Testigo 35	Termostato Seguridad	Fijado 900°C
VL 03	Válvula 03	Tanque Suministro	Gas (C ₃ H ₈)
VL 37	Válvula 37	Venteo Gas	Parte Superior Cámara Combustión
VL 51	Válvula 51	Acceso Agua	Intercambiador Calor Agua/Aceite
VL 52	Válvula 52	Bomba Aceite	Regulador Presión

3. CONCLUSIONES.

Se observó que los alumnos comenzaron caracterizando la situación problemática, buscaron identificar sus partes, y planificar las acciones para su resolución. Debieron tomar decisiones durante el proceso, aunque no todas acertadas, su creatividad se puso en juego, entre otras competencias, la utilización de los recursos aportados en las asignaturas cursadas. Se observó una gran necesidad de aprobación y cierta dependencia con los profesores. El juego de sentirse ingenieros, resolviendo problemas cotidianos de la profesión los motivó y entusiasmó.

Si bien sólo se ha cumplido la primera fase de la puesta en marcha de la turbina T200, es interesante el trabajo desplegado por los alumnos, como así también el entusiasmo por hacerlo.

Una de las conclusiones más importante que se deduce es que en esta propuesta aparece un elemento muy importante en el proceso de aprendizaje y es la motivación. Los alumnos, desmenuzaron el objeto de aprendizaje con entusiasmo, ¿Qué los motivó? Creemos que los motivó la necesidad de aprender y también de utilizar las herramientas aprendidas que no son tantas considerando que ellos son alumnos cursando el tercer año de ing. Industrial. Sin embargo hacen uso de las herramientas que se les ha proporcionado.

Sintieron en alguna medida que están jugando a ser ingenieros, se posesionaron en el rol y actuaron como tales. Utilizaron todas las herramientas a su alcance y jugaron a prueba y error. Cometieron errores, tomando muchas veces decisiones incorrectas, pero insistieron hasta lograr el objetivo.

Qué cambia en este tipo de propuesta respecto de cualquier otra? Qué hace que el alumno se integre mucho más a este tipo de problemas?. Es la motivación, es la posibilidad de jugar el rol, es la posibilidad de aplicar creativamente lo aprendido, es el hacerse cargo de los aciertos y los errores.

Sin embargo nos encontramos con que si bien la motivación es un motor importantísimo en el proceso de aprendizaje, no es suficiente. Se requiere capacidad para organizar, interpretar y darle sentido a la información. Nos planteamos nuevas estrategias y metodologías con el objeto de formar a los alumnos en los recientes avances realizados en diferentes disciplinas de la Ingeniería.

Los cambios científicos tecnológicos, la vertiginosidad de los mismos, la difusión instantánea de la información, son algunas de las causas que generan modificaciones sustanciales en la ingeniería, en el modo de producción del conocimiento y que al mismo tiempo nos replantea y nos modifica la manera de conocer, de enseñar, de aprender y de gestionar nuevos saberes. ¿Qué es lo que tiene que saber un ingeniero y cuáles son las habilidades que debemos desarrollar en los estudiantes para formar ingenieros que el mundo complejo como el actual requiere? [3]

Es importante aprovechar esa condición para revisar las problemáticas a utilizar como también las estrategias de resolución y el propio sistema de evaluación.

4. REFERENCIAS.

- [1] STADKEVIÈIÛTE, I.; ÈIUTIENE, R., (2008). Processes of University Organizational Intelligence: Empirical Research., vol. 60, no. 5, pp. 65-71, ISSN 1392- 2785 . Engineering economics
- [2] Jóver, María Luisa. (2003) La resolución de problemas en la enseñanza de la ingeniería. Año 4 N° 6 La Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería -
- [3] De La Torre, Saturnino & Barrios, Oscar. (2002). Estrategias didácticas innovadoras, Barcelona. Segunda edición. Ediciones Octaedro.