



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Máster

Práctica del módulo de Integración de  
Sistemas del GS de Mecatrónica Industrial

Practice of the Systems Integration module of  
the GS of Industrial Mechatronics

Autor

Ismael Ibáñez Cristóbal

Directora

Sonia Belén Val Blasco

FACULTAD DE EDUCACIÓN  
Año 2022

## Contenido

1.	Introducción .....	5
2.	Justificación .....	6
3.	Antecedentes .....	7
3.1.	Contexto .....	7
3.2.	Estado del arte del variador de frecuencia .....	8
3.3.	Estado del arte de la WebQuest.....	11
4.	Objetivos .....	14
5.	Metodología .....	16
5.1.	La Formación Profesional.....	16
5.2.	El Aprendizaje Basado en Proyectos .....	16
5.3.	Metodología de la práctica .....	17
6.	Actividades .....	19
6.1.	Montaje de la práctica .....	19
6.2.	Guion .....	19
6.3.	WebQuest .....	20
6.4.	Dinámica de la práctica .....	20
7.	Planificación .....	23
7.1.	Cronograma de la preparación de la práctica.....	23
7.2.	Cronograma del desarrollo de la práctica .....	24
7.3.	Cronograma de la Evaluación de la práctica .....	25
8.	Seguimiento .....	26
9.	Evaluación .....	27
9.1.	Evaluación de la actividad docente.....	27
9.2.	Evaluación de la práctica.....	27
10.	Conclusiones.....	29
11.	Líneas futuras .....	31
12.	Referencias.....	32
13.	Anexos.....	35

## Lista de tablas

Tabla 1. Unidad Didáctica nº 5 .....	21
Tabla 2. Cronograma de la preparación de la práctica .....	23
Tabla 3. Secuenciación y Temporización de las Unidades Didácticas .....	24
Tabla 4. Cronograma del desarrollo de la práctica .....	25
Tabla 5. Cronograma de la Evaluación de la práctica .....	25

## Lista de imágenes

Figura 1. Motor Siemens 0,25 Kw .....	Anexo 1
Figura 2. Variador de frecuencia Siemens Micromaster 410 .....	Anexo 1
Figura 3. PLC de Siemens LOGO! .....	Anexo 1
Figura 4. Sensor inductivo de proximidad Siemens .....	Anexo 1
Figura 5. Corte de perfilería para bastidor .....	Anexo 1
Figura 6. Conexión motor-variador .....	Anexo 1
Figura 7. Soldadura de botonera .....	Anexo 1
Figura 8. Soldadura botonera .....	Anexo 1
Figura 9. Comprobación de conexiones .....	Anexo 1
Figura 10. Arandelas de plástico de la botonera. Hechas en impresora 3D .	Anexo 1
Figura 11. Montaje botones .....	Anexo 1
Figura 12. Instalación caja de botonera .....	Anexo 1
Figura 13. Carga de programa en PLC .....	Anexo 1
Figura 14. Instalación de sensor inductivo .....	Anexo 1
Figura 15. Montaje final .....	Anexo 1
Figura 16. Datasheet motor .....	Anexo 2
Figura 17. Portada Manual Micromaster 410 .....	Anexo 2
Figura 18. Portada manual PLC LOGO! .....	Anexo 2
Figura 19. Datasheet sensor inductivo .....	Anexo 2

## 1. Introducción

El presente Trabajo Fin de Master consiste en la preparación de una práctica en el módulo de Integración de Sistemas del Grado Superior de Mecatrónica Industrial a partir de un elemento que se estudia en dicho módulo: un variador de frecuencia, al que se le conecta un PLC y un motor eléctrico asíncrono de jaula de ardilla.

La preparación de la práctica se ha realizado durante la 3ª evaluación en el CPIFP donde he realizado el Practicum. Y se prevé su inclusión en la Programación Didáctica del próximo curso escolar 2022/23.

El documento describe las actividades llevadas a cabo, relación de los elementos que la componen, su montaje mecánico, el conexionado entre ellos, la parametrización y la programación de los componentes. Es decir, todo lo necesario para presentar una actividad práctica al alumno relacionada con el módulo que se le imparte.

También describe el guion de la práctica, donde se guía al estudiante con los pasos a seguir para su realización.

Además se prepara una WebQuest donde se recoge toda la información impartida en el aula referente al conocimiento de los componentes de la actividad. Así como realizaciones prácticas donde se implementan, e información complementaria interesante para el alumno en su futura vida profesional.

Por último, se da información de la metodología a utilizar por parte del docente durante el desarrollo y de cómo se evalúa tanto la actividad docente de cara al alumno como el trabajo de la práctica propiamente dicha.

## 2. Justificación

La idea de la realización de la práctica objeto del Trabajo Fin de Master surgió como consecuencia del Practicum II que realicé en el CPIFP Corona de Aragón.

Mi tutor en el centro de dicho Practicum, Javier Tormes, me comentó de la existencia de un variador de frecuencia que enseñaba a sus alumnos en el módulo de Integración de Sistemas del GS de Mecatrónica Industrial. Lo utilizaba para apoyar las explicaciones teóricas sobre la utilización de un variador en la industria, para qué y dónde se aplica. Incluso lo conectaba para que los alumnos pudieran ver a través de su display los distintos parámetros en los que se puede actuar. Como soporte le servía el manual de instrucciones de uso. A pesar del entusiasmo y el intento de que las explicaciones fueran lo más visuales posibles, estaba claro que el resultado era limitado. Se conseguía que el alumno se quedara con el concepto, pero sin ir más allá.

Aunque el variador de frecuencia no se cita como tal en el currículo de Mecatrónica está claro que es un elemento que se ha impuesto en el mundo industrial para controlar la velocidad de los motores asíncronos de jaula de ardilla que son los más utilizados y baratos hoy en día.

Por tanto, la explicación más bien teórica de este elemento chocaba con el carácter eminentemente práctico de la FP y del perfil de su alumno que prima su aprendizaje haciendo. La oportunidad surgió cuando con el desmontaje de otra práctica se obtuvo un motor que era compatible con el variador de frecuencia. A partir de ahí se pensó en la preparación de una actividad en la que con ambos elementos conectados se pudiera trabajar en las posibilidades del variador, viendo su resultado en las revoluciones del motor. Se acopla también un PLC, elemento que se ve en otras prácticas de autómatas con contactos eléctricos en serie y paralelo, y que en esta práctica se programa a base de funciones de puertas lógicas. La implementación del PLC complementa el montaje motor-variador de la práctica.

Se planifica el montaje de la actividad durante la 3ª evaluación del curso académico 2021/22. La razón es por utilizar las horas liberadas de mi tutor al tener cursos de 2º año que están en el FCT. Y al asignarle el departamento la tarea de preparación de dicha práctica.

Por consiguiente lo que se pretende es que se conozca el variador de frecuencia no desde el punto de vista teórico, sino que el alumno tenga la oportunidad de parametrizarlo, entrando en las diferentes pantallas y ver el resultado en consecuencia. Es decir que lo que haga sea lo más parecido a su futura labor profesional.

Además en la práctica se le va a dar un ámbito de aplicación real para que experimente las situaciones en las que se puede aplicar.

Por último, se plantea la importancia de centralizar toda la información (de los elementos, de las aplicaciones funcionales que tienen, del guion y de los criterios de evaluación) en un solo espacio. Siempre con la filosofía de la FP, donde los contenidos se transmiten a partir de actividades, problemas y/o prácticas. Y donde la teoría se va dando en pequeñas dosis a lo largo del desarrollo de dichas actividades, asegurándose que el alumno tiene en todo momento el soporte teórico necesario y permitiéndole una autonomía en su realización.

### 3. Antecedentes

#### 3.1. Contexto

El contexto donde se lleva a cabo el proyecto de innovación es el CPIFP Corona de Aragón que como sus siglas indican es un Centro Público Integrado de Formación Profesional.

El alumnado que accede al centro no es sólo de su entorno más cercano sino que procede de toda la Comunidad Autónoma porque las especialidades que se imparten en el mismo son en algunos casos exclusivas y en otros casos de alta calidad por los medios disponibles. Por tanto el alumnado tiene una procedencia muy heterogénea: en relación a su nivel socioeconómico, al lugar del que son originarios y por su perfil profesional. Las razones por las que desean acceder a las diferentes áreas del saber profesional son muy variadas, como el acceso lo antes posible al mercado laboral o a estudios universitarios y/o el cambio radical de su perfil profesional. También las edades encontradas son heterogéneas, habiendo un abanico desde los 16 hasta cerca de los 50 años.

En el centro, el número de alumnos del curso 2021/2022 es de 2443, de los que 1387 corresponden a la formación reglada de los distintos ciclos impartidos en el centro, 900 procedentes del PEAC y 156 de los cursos del INAEM.

Respecto al número de profesores este curso es de 98. Esta cifra es la misma que la del año anterior. Pero como el número de alumnos ha aumentado significativamente, de 2056 en el curso 2020/2021 a los 2443 mencionados el ratio alumno/profesor ha aumentado.

En el centro se imparte formación reglada de los ciclos formativos de Grado Medio y Superior de las Familias Profesionales de Administración y Gestión, de Edificación y Obra Civil, de Electricidad y Electrónica, de Fabricación Mecánica y de Química. Además se imparte Formación a Distancia y Formación Profesional Dual.

Por otra parte el centro realiza Formación profesional para el empleo con cursos de Formación Ocupacional para desempleados a través del INAEM, cursos de Formación Continua para personal en activo, cursos especializados para soluciones a medida y cursos de especialización.

Por último a través de su departamento estratégico del PEAC colabora en la ejecución de los Procedimientos de Evaluación y Acreditación de Competencias que se convocan desde la Agencia de las Cualificaciones Profesionales de Aragón.

Respecto a las instalaciones la antigüedad del edificio hace que su mantenimiento se va incrementado cada año que pasa. Además hay que tener en cuenta que actualmente el CPIFP Corona de Aragón tiene una restricción muy fuerte de espacios dado que convive con el IES Corona de Aragón en el mismo edificio. Existen varios departamentos y familias profesionales, que necesitan aumentar sus espacios para poder ubicar adecuadamente sus equipamientos. En varios departamentos existe la necesidad de ajustar los espacios y dotarlos del mobiliario necesario.

La práctica se implanta en el módulo de segundo año de Integración de Sistemas perteneciente

al currículo de técnico superior de Mecatrónica Industrial (Gobierno de Aragón, 2013).

A resaltar que este ciclo formativo se da en el CPIFP Corona de Aragón en horario de mañana. Además en horario vespertino se imparte en modalidad dual, en la que por la mañana el alumnado tiene las prácticas en la empresa.

### **3.2. Estado del arte del variador de frecuencia**

El variador de frecuencia (variable frequency drive, VFD) ha revolucionado en los últimos años el control de la velocidad de los motores de corriente alterna asíncronos de jaula de ardilla.

Desde la invención de los motores eléctricos en el siglo XIX, ha sido necesaria la regulación de su velocidad, para su aplicación en los procesos industriales. Para cubrir esta necesidad primero se usaron reóstatos de arranque (con un potenciómetro para manejar la corriente). El VFD también es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable ASD, por sus siglas en inglés Adjustable Speed Drive. Un variador es un convertidor cuya función principal es controlar la energía que se le proporciona al motor. Los avances de la electrónica de potencia y la microelectrónica han hecho que sean confiables, económicos, además de no necesitar mantenimiento, permitiendo una aceleración y desaceleración progresivas (Sting et al., 2015).

En los años 70 del siglo XX debido al incremento del precio de la electricidad en la industria por la crisis del petróleo, se buscó un aumento en la eficiencia de los motores para que pudieran trabajar a cargas y velocidades variables (Kirschen et al., 1987). Y a final de siglo los variadores de frecuencia ya tenían la fiabilidad necesaria para conectarlos a los motores estándar existentes. La calidad sinusoidal de su voltaje de salida ya estaba comprobada por las pruebas del fabricante de máquinas de CA. Y no existían pérdidas de motor adicionales en comparación con el funcionamiento directo en línea. Y para cargas cuadráticas como bombas y ventiladores, los motores autoventilados podían funcionar a velocidad variable sin problemas de refrigeración (Steinke et al., 1999). La mayor ventaja del cambio a los variadores de frecuencia en las industrias es que ocupan un espacio pequeño y permiten mantener el motor existente.

Cada vez más hay aplicaciones con accionamientos directos de alta velocidad sin engranajes intermedios entre motores eléctricos y la carga (Binder & Schneider, 2007). Que no exista un reductor intermedio tiene muchas ventajas debido a una mayor rigidez mecánica, un menor ruido, una reducción del desgaste y de un menor costo de mantenimiento.

En lo que se refiere al arranque de los motores eléctricos de los variadores de frecuencia también son ventajosos sobre los elementos que hasta ahora se utilizan en la industria como son los arrancadores electromagnéticos a tensión plena, o los arrancadores suaves (McElveen et al., 2001). Respecto al arrancador suave que es el componente al que ha venido a sustituir fundamentalmente, tiene la mejora de la no limitación del par de arranque, que se puede realizar el control de la velocidad en todo momento y el número de arranques que permite es ilimitado.

Cuando la aplicación tiene mucha carga de inercia, la condición que dimensiona el motor es la aceleración para esa inercia frente al régimen nominal de trabajo. Por tanto puede que se tenga que elegir un tamaño de motor mayor por este motivo (Manz & Oldenkamp, 1998). Los



variadores de frecuencia optimizan este proceso de arranque.

Además aplicaciones con grandes motores requieren en arranque una muy alta corriente de entrada. Esta corriente de entrada está limitada normalmente por la compañía eléctrica suministradora. Los VFD se convierten también en la solución (Ledoux et al., 2013).

Tal como explica (Bruha et al., 2020) los variadores de frecuencia están presentes en toda la industria. Las diversas aplicaciones tienen rangos de velocidad muy diferentes. Desde máquinas de velocidad ultrabaja, como grandes molinos en la industria minera. A trenes de laminación de baja velocidad en la industria metalúrgica. A bombas y ventiladores de velocidad media. Y hasta maquinaria de alta velocidad en el sector del petróleo y el gas. El motor está conectado con la máquina de carga ya sea directamente o a través de un engranaje. En turbomaquinaria, una tecnología que compite con los VFD es una turbina de gas o una turbina de vapor. La turbina gira a alta velocidad y está directamente acoplada a la máquina de carga (típicamente compresor) sin ningún tipo de engranaje. Debido a aspectos medioambientales, unido a que el control es más fácil, y se consigue un mantenimiento reducido, existe una tendencia a reemplazar tales turbinas con un sistema de accionamiento completamente eléctrico. El diseño del VFD para una aplicación de alta velocidad no difiere significativamente de un VFD convencional. Es un producto estandarizado con pequeñas adaptaciones y es el motor eléctrico, el componente de mayor complejidad.

Un ejemplo de aplicación está en los ventiladores utilizados en los túneles. Los ventiladores tienen que estar diseñados para ser capaces de satisfacer la demanda máxima de ventilación. Por tanto, la necesidad real de ventilación es considerablemente menor que la capacidad del ventilador diseñada. Esto conduce a un alto consumo de energía y una baja eficiencia. En consecuencia, se requiere un sistema que pueda analizar en tiempo real el entorno del túnel y calcular su demanda. En este caso se diseña un sistema de control de frecuencia inteligente de ventilación del túnel basado en la red neuronal de función de base radial (Liu et al., 2020). Como un tipo de red neuronal se usa para obtener la relación entre la frecuencia de operación del ventilador y los datos de contaminantes, la longitud del túnel y la temperatura. Se compone de un sistema de monitoreo de seguridad, un sistema de control, un sistema de comunicación y un ventilador de transmisión de frecuencia variable (VFD). Puede autoajustar la frecuencia del ventilador de acuerdo con el entorno de construcción dentro del túnel. Se ha utilizado en el túnel de Huayingshan en el suroeste de China. Además, muestra una buena confiabilidad y una capacidad satisfactoria para la mejora ambiental del túnel y la conservación de energía. En comparación con el método de control manual actual, se observa que el sistema de ventilación reduce el consumo de electricidad en un 42 %.

En otro ámbito, las empresas mineras son instalaciones consumidoras intensivas de energía. La capacidad de las unidades de potencia puede alcanzar los 5 MW. Los variadores de frecuencia se utilizan para ponerlos en marcha (Kugusheva et al., 2021). Su implementación sirve para desarrollar pautas para mejorar el rendimiento. Se estudia y analiza su uso en varias unidades de proceso de la minería. Se consideran las unidades, para las cuales en los últimos años, los sistemas de accionamiento eléctrico han sido elegidos sin fundamento por el personal de ingeniería de las empresas. Se realiza una comparación técnica y económica de variadores de

frecuencia de baja tensión con la misma potencia pero diferentes modos de control. Se calculan los indicadores económicos de la introducción de convertidores de frecuencia de alta y baja tensión respecto al sistema de accionamiento eléctrico existente. Y finalmente se concluye sobre la necesidad de la implementación de variadores de frecuencia en las empresas de extracción de minerales.

Otra de las aplicaciones es en los vehículos eléctricos que son alimentados por motores de CA y controlados por variadores de frecuencia (Rajput et al., 2021). La flexibilidad del control, el bajo costo y la alta eficiencia energética hace que se aplique en automóviles, trenes, tranvías, etc. La particularidad de los vehículos es el gran rango de velocidad de rotación y par requeridos. Esta circunstancia hace que los problemas del motor AC (potencia nominal, velocidad síncrona) y la caja de cambios (relación de transmisión) requieran una selección óptima para garantizar el mejor funcionamiento de todo el sistema de conducción. El conocimiento viene del campo de la robótica y puede aplicarse a los vehículos eléctricos. Aunque mientras en la robótica lo crítico es la precisión del movimiento y los problemas dinámicos, en los vehículos es la eficiencia energética y un diseño compacto.

Por último hay ejemplos de implementación de variadores de frecuencia que son alimentados por un sistema de energía solar fotovoltaico independiente de la red, como el que nos encontramos en Egipto (Eltawil et al., 2021), en el que el VFD controla una red de riego completo en dos campos de palmeras datileras. Hay un controlador que cambia el suministro de agua de una sublínea a otra después de un tiempo predeterminado. Se evalúa el desempeño del sistema desarrollado bajo diferentes factores de operación y se analizan sus costos. Se miden la uniformidad de la distribución del agua y la humedad del suelo a diferentes profundidades en la zona de la raíz.

Referente a la formación de los variadores de frecuencia en los estudios reglados se puede citar el estudio realizado por la Universidad Negery Yogyakarta (Li et al., 2021) donde se lleva a cabo un estudio de control de motores eléctricos con un kit de entrenamiento que consta de dos paneles. El primero es el del accionamiento del variador de frecuencia y el segundo el de control y medición. Se realizan mediciones de consumos a diferentes frecuencias de alimentación del motor para determinar la más baja.

En relación a la enseñanza reglada de la FP en España, los variadores de frecuencia sólo aparecen en los currículos de los ciclos superiores de Automatización y Robótica industrial y de Sistemas Electrotécnicos y Automatizados de la familia de Electricidad y Electrónica.

A título de ejemplo, en el currículo de Mecatrónica Industrial donde se va a implementar la práctica no aparece. A pesar de esto en la programación didáctica del CPIFP Corona de Aragón sí que lo está.

Respecto a la utilización del variador de frecuencia en proyectos del ciclo de Mecatrónica Industrial se ha encontrado la realización de uno grupal con la metodología de aprendizaje por proyecto (Boronat-Moll et al., 2020), que consiste en la elaboración de un prototipo electromecánico funcional en el módulo de Configuración de Sistemas Mecatrónicos por ser este módulo un integrador de contenidos impartidos en otros.

Por último el CPIFP Corona de Aragón, tiene el variador que se implementa en la práctica desde hace varios años. Se le enseñaba al alumnado físicamente y se encendía para que pudiesen ver las diferentes pantallas, explicándoles los parámetros a programar en ellas.

En la práctica al acoplarse un motor y un PLC el alumno puede ver el sentido físico de todo lo que programa en el variador.

### 3.3. Estado del arte de la WebQuest

Desde el punto de vista del alumno, la WebQuest tiene la ventaja que le presenta una actividad bien definida, dándole los conocimientos teóricos y las indicaciones para realizarla (Dodge, 1995). Las características principales de una WebQuest (Palacios, 2009) es que es una metodología activa de aprendizaje por descubrimiento, donde el alumno aprender a seleccionar y recuperar datos de múltiples fuentes, sabiendo en todo momento lo que necesita, a cuanto está de conseguir el objetivo y los criterios de evaluación. Al tener toda la información centralizada le permite rentabilizar el tiempo, focalizándose en la información ya dada y no invirtiendo tiempo en su búsqueda.

Respecto a la eficiencia de la WebQuest en entornos educativos, la Universidad de Nebraska-Lincoln llevó a cabo dos experimentos en entornos escolares rurales para comparar el aprendizaje mediante WebQuests frente a la instrucción convencional (Gaskill et al., 2006). Los autores del experimento desarrollaron WebQuests para los profesores y diseñaron los detalles de la actividad WebQuest. La estrategia de programación de clases en la escuela hizo posible que los estudiantes fueran asignados aleatoriamente. Las áreas fueron ciencias sociales (historia) y ciencias (ciencias de la tierra). Tanto los estudiantes como los maestros disfrutaron de la enseñanza de WebQuest y hablaron muy bien de ella. Respecto a las conclusiones, en un experimento, la WebQuest condujo a un aprendizaje de los estudiantes significativamente mayor. En el otro, no hubo diferencias significativas en los resultados de aprendizaje entre la instrucción convencional versus la basada en WebQuest.

Al realizar una búsqueda bibliográfica del uso de la WebQuest en la Formación Profesional no se ha encontrado ninguna referencia. Sin embargo como no podía ser de otro modo el uso de esta herramienta está muy extendido en la docencia en general y por consiguiente se han encontrado múltiples aplicaciones y a cualquier nivel del sistema educativo. A título de ejemplo se presentan los siguientes:

- Efectos del aula invertida basada en WebQuest en las habilidades de comprensión de lectura inferencial de los estudiantes de inglés como lengua extranjera (Samiei & Ebadi, 2021). Los resultados mostraron que el aula invertida basada en la WebQuest desarrolló efectivamente las habilidades de comprensión de lectura inferencial de los alumnos. Se realizó medición de la satisfacción del aula invertida basada en WebQuest mediante entrevistas semiestructuradas analizadas utilizando un análisis temático a través del cual se codificaron y categorizaron las perspectivas de los participantes. Los resultados fueron positivos hacia el enfoque innovador en el desarrollo de sus habilidades de comprensión de lectura inferencial. Por lo tanto se plantea el uso del aula invertida como una

alternativa eficiente y efectiva a la práctica tradicional en el aula.

- Desarrollo de WebQuest de matemáticas educativas para licenciados en economía (Ye. I. Sanina, M.S. Artyukhina, N.G. Dendeberya, A.A. Savadova, 2019). Los autores la consideran como una de las tecnologías educativas interactivas modernas basadas en Internet que permiten el crecimiento profesional de los estudiantes. Las WebQuests educativas de matemáticas contribuyen al autodesarrollo profesional y a la propia organización de los estudiantes. Entre las ventajas de su uso se encuentran el aumento de la motivación cognitiva para enseñar matemáticas, la actitud valorativa hacia el conocimiento ligado a los intereses profesionales, el alto nivel de conocimiento fundamental y aplicado de las matemáticas necesario para la futura actividad profesional, la mejora considerable de las habilidades de investigación, la intensificación de la creatividad y la reflexión, la capacidad para realizar un autoanálisis y una autoevaluación de la actividad personal. Por tanto al ser un factor clave en la formación, la educación matemática debe reflejar la naturaleza de la futura actividad profesional y estimular el crecimiento profesional del estudiante.
- Creación de actividades en formato WebQuest realizado por maestros como una tarea para 140 estudiantes en sus cursos en la Universidad de Can Tho en Vietnam (Bui et al., 2018). Se realizan respetando los recursos educativos abiertos (Open Educational Resources, OER) que son cualquier tipo de material educativo que es de dominio público o se publica con una licencia abierta y que, por lo tanto, se puede copiar, usar, adaptar y volver a compartir libre y legalmente.
- Realizar un enfoque para docentes de ingenieros utilizando WebQuests como principal herramienta metodológica en el contexto tecnológico (Moundridou & Papanikolaou, 2017). Un tema importante en la educación de los profesores de ingenieros es cómo integrar la tecnología en la enseñanza para por un lado utilizar la teoría como una guía y por otro usar la tecnología como herramienta cognitiva. Se pretende a través de la WebQuest cultivar habilidades pedagógicas y tecnológicas en los estudiantes de ingeniería, y además estimularlos a reflexionar sobre su contenido y sobre cómo diseñar el aprendizaje en un contexto auténtico.
- Utilización de WebQuest en el proyecto “Aula creativa” que se lanzó en septiembre de 2014 con el objetivo principal de ayudar a las escuelas estonias en su actualización digital (Hoić-Božić et al., 2016). Este proyecto fue cofinanciado por el programa Erasmus+ y continuó hasta finales de agosto de 2016. Los países integrantes de este proyecto fueron además de Estonia, Finlandia, Eslovenia y Croacia. En el proyecto se trabajó juntos para diseñar e impartir formación innovadora para profesores con el fin de utilizar herramientas y métodos para e-learning. Bajo la dirección de expertos europeos en tecnología educativa, el grupo de profesores participó en cuatro talleres sobre temas relacionados con las TIC y las metodologías de enseñanza, como el aula invertida, el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en juegos y el aprendizaje basado en problemas.

- Juego de roles basado en WebQuest para la enseñanza del inglés como lengua extranjera en la Universidad Politécnica Nacional de Investigación de Tomsk, Rusia (Sumtsova et al., 2016).
- La enseñanza de francés en la Universidad (Gil et al., 2020), donde en formato de WebQuest se realiza la creación y el diseño de una serie de actividades destinadas al aprendizaje del léxico de la gestión hotelera en lengua francesa en contexto profesional. Se realiza en el Grado en International Business de la Universitat de València y la asignatura Francés para los Negocios II (2º curso).
- La enseñanza de TIC en Magisterio (Corujo et al., 2019), con una experiencia de innovación docente en el Grado de Maestro de Educación Primaria en la Asignatura de Tecnologías de la Información y la Comunicación aplicadas a la Educación. Se plantea una actividad en formato WebQuest dirigido a alumnos de primaria.
- Enseñanza de Biología y Geología en 1º de Bachillerato (Escudero Cid & Dapía Conde, 2014), donde se sustituye el trabajo tradicional de un laboratorio de ciencias por tareas prácticas realizadas en el domicilio de los estudiantes con la ayuda de las TIC. Se utiliza el formato de una WebQuest para las actividades propuestas en la asignatura.

## 4. Objetivos

Los objetivos principales de la práctica son los siguientes:

- Realizar un acercamiento práctico al conocimiento del variador de frecuencia y del PLC.
- Centralizar toda la información necesaria para la realización de la práctica en una herramienta, para que el alumnado se centre en el uso de la información más que en su búsqueda.

La realización de la práctica contribuye a alcanzar los siguientes objetivos generales del currículo del título de Técnico Superior en Mecatrónica Industrial (Gobierno de Aragón, 2013) y que también están reflejados en la Programación Didáctica del módulo:

- e) Verificar las especificaciones técnicas de las máquinas, equipos y líneas automatizadas de producción, contrastando los resultados y realizando pruebas de funcionamiento, para supervisar el montaje y mantenimiento.
- g) Verificar los equipos y elementos de comprobación de las máquinas y líneas automatizadas, realizando pruebas y ajustando valores de consigna, para supervisar parámetros de funcionamiento.
- l) Verificar los parámetros de funcionamiento, realizando pruebas y ajustes y utilizando la documentación técnica para poner a punto los equipos.
- n) Verificar equipos y elementos de control, realizando pruebas y ajustando valores para poner en marcha la instalación.
- q) Tomar decisiones de forma fundamentada, analizando las variables implicadas, integrando saberes de distinto ámbito y aceptando los riesgos y la posibilidad de equivocación en las mismas, para afrontar y resolver distintas situaciones, problemas o contingencias.

Los objetivos específicos para el alumno buscados en la práctica serán

- Conocer cómo funciona un variador de frecuencia.
- Identificar la funcionalidad de un variador en un mecanismo.
- Manejar el variador de frecuencia desde diferentes inputs (botonera o panel del operador).
- Cambiar la parametrización del variador de frecuencia para obtener diferentes resultados.
- Conocer cómo funciona un PLC.
- Identificar la funcionalidad de un PLC.
- Identificar la relación entre el PLC y los sensores en un mecanismo.

Los objetivos específicos para la WebQuest serán

- Utilizar una herramienta para centralizar toda la información teórica de la práctica.
- Focalizar al alumno en la información suministrada para que se centre en el desarrollo de la práctica.
- Facilitar información sobre las realizaciones prácticas del variador de frecuencia y del PLC.
- Ayudar al alumno a seleccionar los datos necesarios sobre toda la información aportada.
- Guiar al alumno en el desarrollo de los pasos para la realización de la práctica.
- Informar sobre los criterios de evaluación de la práctica y de su ponderación en la nota del módulo.

## 5. Metodología

### 5.1. La Formación Profesional

La Formación Profesional son los estudios más cercanos a la realidad del mercado de trabajo. Pretenden dar respuesta a la necesidad de personal cualificado especializado en los distintos sectores profesionales para responder a la actual demanda de empleo. Desde la Formación en Centros de Trabajo (FCT) a la modalidad de FP dual, pasando por la evolución del mundo tecnológico, existe un lazo de unión entre la empresa y el centro docente. Por tanto el enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje es de marcado carácter práctico

Además, los currículos de donde parten las programaciones didácticas también tienen una perspectiva muy práctica, siempre dirigida al futuro laboral del alumnado.

Por otra parte el perfil del estudiante que se matricula en los ciclos de FP es el de una persona que le gusta aprender haciendo y que en contrapartida le cuesta el seguimiento de las clases teóricas.

Nos encontramos consecuentemente con las dos piezas del puzle que encajan perfectamente: por un lado contenidos prácticos y por otro alumno que está dirigido a ello. Ya tenemos por tanto la base en la que se debe fundamentar la metodología de la Formación Profesional: actividades prácticas, cercanas a la realidad laboral y con dosis de teoría que permita desarrollarlas y cumplir con los resultados de aprendizaje de los currículos.

Con este fundamento, el docente debe crear actividades, problemas, prácticas etc. que estén bien estructuradas. Que el nivel de teoría aportado al alumno sea el adecuado para su resolución, que sirvan para cubrir los objetivos propuestos en la programación, que estén enlazadas con la realidad que va a vivir en el mundo laboral y que se les presente de una forma sencilla y motivante.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto el desarrollo de la actividad se basa en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) donde se pretende que el proceso esté en la acción, y que el alumnado aprenda afrontando problemas de su futura práctica profesional y obteniendo un resultado como le pasará más adelante cuando esté en la empresa.

### 5.2. El Aprendizaje Basado en Proyectos

Desde principios del siglo XX existen movimientos que pretenden cambiar el rumbo de la educación tradicional basada en la memorización y la disciplina. La Escuela Progresista desarrollada en Estados Unidos aplicó un aprendizaje por proyectos. William Heard Kilpatrick publicó el escrito "The Project Method" donde ya se reconocía un proceso de aprendizaje más constructivo que receptivo (Salido López, 2020). John Dewey definió su teoría de "aprender haciendo", siempre con el método y la ciencia como bases y a partir de grupos de alumnos que desarrollan una actividad lo más real posible. Con esto se consigue que el aula sea un espacio de producción y reflexión de experiencias para su futuro laboral (Caeiro Rodríguez, 2018).

En nuestro entorno, en los últimos años se está adoptando esta metodología activa por parte



de los docentes centrada a focalizarse en el papel activo de los alumnos (Balsalobre Aguilar et al., 2018). Lo que se busca es aumentar la motivación del alumnado, lo cual no siempre es fácil, incluso para los profesores que poseen más experiencia (Martí, J.A., Heydrich, M., Rojas, M., y Hernández, 2010). Por un lado se centra en el concepto de hacer y por otro supone un nexo de unión con el mundo real para el que se está formando el alumno.

En este sentido (Balcells & De, 2014) va más allá al afirmar que el trabajo por proyectos no es solamente una metodología de trabajo en el aula puesto que el alumnado del siglo XXI está bombardeado por una cantidad de información que, en muchos casos, ni siquiera busca. Por tanto el docente ya no es la única fuente y tiene que cambiar su rol a organizar, dirigir y dar sentido a todo lo que le llega al alumnado. Por eso el aprendizaje por proyectos lo considera como una metodología global, es decir, un proceso de aprendizaje integral donde no se diferencia ni áreas ni disciplinas. Esto coincide con el ámbito de aplicación de la Mecatrónica, título al que pertenece el módulo de Configuración de Sistemas, y que está compuesta por diferentes áreas técnicas.

### **5.3. Metodología de la práctica**

Al basarse en el Aprendizaje Basado en Proyectos se busca plantear un caso lo más real posible. El planteamiento se lleva a cabo con un mecanismo de traslación de un puente grúa. Los contenidos desarrollados forman parte de la programación didáctica del módulo impartido de Integración de sistemas (variadores de frecuencia y PLC).

La transferencia directa de esta práctica en su futuro laboral sería modificar las velocidades de traslación de la grúa, tanto a partir del mando como directamente del variador de frecuencia. Variar las rampas de aceleración y deceleración desde la programación del variador. Así como a partir del PLC y con las señales de los sensores que la grúa se mueva en velocidad de ralentizado y se pare.

Lo ideal sería que el centro contase con un prototipo de escala 1:1 para poder reproducir todos los movimientos en un entorno real. Eso obviamente no es posible en un CPIFP ni por motivos de espacio ni por motivos económicos.

Tampoco es viable utilizar maquetas escaladas ya que el objetivo de la práctica es el uso de los equipos industriales (variador, PLC, motor) de una primera marca y las maquetas no siempre utilizan este tipo de elementos industriales.

Por tanto la ejecución de la práctica será con equipos que se van a encontrar en su vida profesional. Y se les propone casos reales de transferencia directa al mecanismo de traslación de una grúa, que por otra parte tiene un sentido integrador con respecto a otras disciplinas (eléctricas y mecánicas) que se imparten en el módulo de Mecatrónica Industrial.

La ejecución de la práctica tiene en cuenta el perfil del alumno de FP al que le gusta aprender haciendo, pero soporta mal las clases de teoría. Durante su desarrollo se le da la oportunidad de probar, de equivocarse, de tocar, de ver resultados. Todo para formar en su cabeza el mapa global del sistema que tiene enfrente y cubrir los objetivos de aprendizaje con una actividad práctica. Se realizará por grupos de 3 alumnos.

Además el docente tiene un papel no sólo de verificador de las actividades y de los resultados sino que irá planteando preguntas para que el estudiante razona si los resultados son lógicos, o sobre qué pasaría si se variase un parámetro a más o a menos, o su nexos con la realidad industrial. O sea que el profesor tenga más el papel de guía en el descubrimiento que mero emisor de conocimientos y por otra parte evitar que la práctica sea sólo la ejecución de un listado de instrucciones.

Por último la práctica contiene una WebQuest donde tiene al alcance desde los contenidos teóricos ya dados por el docente previamente para que los pueda consultar en cualquier momento, a vídeos explicativos y de aplicaciones prácticas sobre los movimientos de un puente grúa. Además tendrá el guion de la práctica e incluso los criterios de evaluación.

Tiene la ventaja en primer lugar de tener en un mismo documento toda la información relativa a la actividad, en vez de referenciarlo a diferentes archivos. Esto es una ventaja para el alumno que tiene al alcance toda la base teórica necesaria para el desarrollo de la actividad, así como lo que se le pide hacer y cómo se lo van a calificar. Para el profesor también supone algo útil porque tiene agrupado lo que se le ha transmitido a los alumnos sobre un determinado tema.

Se es consciente que con esta herramienta se priva al estudiante del siempre sano ejercicio de búsqueda de la información para la realización de la actividad. Pero en este caso se valora el que esté centrado en lo que tiene que hacer y que tenga toda la información a la mano y que no se disperse en dicha exploración. El no tener el contenido teórico lleva a veces consigo la no realización de forma correcta de la actividad. Y también en una repetición de los condicionantes (lo necesario para la realización de la actividad) por parte del docente, significando tiempo y esfuerzo.

Todas las prácticas en la FP presentan un esquema más o menos parecido, donde se explica el contexto de lo que se va a desarrollar, cuál es la finalidad, la base teórica en la que se basa, el guion o problema a realizar y por último la información de cómo, cuándo y dónde entregar el guion, así como los criterios de evaluación. Por tanto la WebQuest podría ser algo replicable para otras prácticas, teniendo la ventaja de tener el mismo formato para todas las actividades de un mismo módulo facilitando al profesor la estructura de la información a incluir. Pero sobre todo facilitando al alumno el saber dónde tiene que buscar para su realización.

## 6. Actividades

Las actividades desarrolladas se fundamentan en las siguientes líneas de actuación:

- Montaje de la práctica
- Preparación del guion
- Preparación de la WebQuest
- Dinámica de la práctica

### 6.1. Montaje de la práctica

El montaje de la práctica se dividió en diferentes tareas. Fotos correspondientes a esta actividad se pueden ver en el anexo 1.

- Selección de los componentes principales de la práctica
  - Motor de corriente alterna de jaula de ardilla Siemens. De Potencia 0.25 Kw y velocidad de salida 1350 rpm a 50 Hz. Hoja de datos en anexo 2, Figura 16.
  - Variador de frecuencia Micromaster 410 de Siemens (ver portada del manual en anexo 2, Figura 17). Sirve para controlar la velocidad de motores CA de 0.12 Kw a 0.75 Kw.
  - PLC de Siemens LOGO! que es un módulo lógico universal de este fabricante (ver portada del manual en anexo 2, Figura 18).
  - Sensor inductivo de proximidad Siemens. Hoja de datos en anexo 2, Figura 19.
  - Botonera que lleva implementada 4 botones, un potenciómetro que permite la variación de la velocidad y un selector para que trabaje el variador de frecuencia o el PLC.
  - Final de carrera de palanca con rodillo.
- Fabricación y montaje del soporte físico donde se montan los componentes.
- Montaje mecánico de los componentes sobre el soporte físico.
- Montaje de la botonera, incluida soldadura de los contactos, implementación de potenciómetro y selector
- Cableado y conexionado de los componentes
- Programación del variador de frecuencia, en la pantalla del operador (PO) y del PLC con el software de simulación LOGO!Soft de Siemens.
- Pruebas del conjunto de la práctica. Ver vídeo

<https://drive.google.com/file/d/12gkhaUsjFdhgEYIL-R5nEJQA5Qzm151-/view?usp=sharing>

### 6.2. Guion

Se prepara un guion según las características de la práctica que se ha montado y a los objetivos a cubrir (apartado 4). Ver anexo 3. El guion está incluido en una WebQuest (ver apartado 6.3).

### 6.3. WebQuest

Se realiza una WebQuest para centralizar en un mismo sitio la información y facilitar al alumno que se centre únicamente en el desarrollo de la práctica. Se lleva a cabo con la herramienta Sites de Google (Google, 2021b)

La WebQuest se divide en apartados, a los que se pueden acceder pinchando en la correspondiente pestaña. Sus contenidos son los siguientes

- INICIO  
Título de la práctica
- INTRODUCCIÓN  
Breve explicación de lo que es un variador de frecuencia y un PLC.  
Acceso a vídeos explicativos de aproximación a ambos componentes
- REALIZACIONES PRÁCTICAS  
Vídeos que recogen diferentes aplicaciones reales de la aplicación funcional de los variadores de frecuencia y de los PLC. Se pretende que sea un link entre la formación teórica que recibe el alumno y el entorno industrial donde va a desarrollar su labor profesional. Todo en un entorno amigable y con vídeos que sean fáciles de ver y entender.
- CONTENIDOS  
El alumno puede encontrar los contenidos teóricos tanto del variador como del PLC. Además es el sitio donde se cuelga los manuales de utilización. Es el lugar a donde recurrir durante el desarrollo de la práctica para tener el apoyo teórico necesario.
- TAREAS  
Está el guion de la práctica a realizar. Además puede encontrar vídeos explicativos de la contextualización de la misma. En este caso sobre el mecanismo de traslación de un puente grúa, por lo que tiene información adicional de los movimientos de una grúa.
- EVALUACIÓN  
El alumno encuentra en esta pestaña la información de cómo, cuándo y dónde entregar el guion, así como los criterios de evaluación de la práctica y lo que pondera la práctica en el total de la evaluación. Para que el alumno tenga en todo momento claro esa información y donde puede acudir para encontrarla.

Con el siguiente enlace se puede acceder a ella desde pc, Tablet o móvil. Ver también anexo 4.

<https://sites.google.com/unizar.es/prctica-integracin-de-sistemas/inicio>

### 6.4. Dinámica de la práctica

Antes de la realización de la práctica se hará una sesión de teoría sobre los variadores de una hora de duración.

La práctica pertenece a la Unidad Didáctica nº 5 que se muestra en la Tabla 1, impartida durante la 2ª evaluación según la programación didáctica:

## U.D.-5. Montaje, puesta en marcha y el mantenimiento de sistemas mecatrónicos

### Objetivos:

- d) Analizar las tareas de montaje y mantenimiento de las máquinas, equipos y líneas automatizadas de producción, describiendo sus fases, actividades y recursos, para planificar el montaje y mantenimiento
- e) Verificar las especificaciones técnicas de las máquinas, equipos y líneas automatizadas de producción, contrastando los resultados y realizando pruebas de funcionamiento, para supervisar el montaje y mantenimiento.
- g) Verificar los equipos y elementos de comprobación de las máquinas y líneas automatizadas, realizando pruebas y ajustando valores de consigna, para supervisar parámetros de funcionamiento.
- l) Verificar los parámetros de funcionamiento, realizando pruebas y ajustes y utilizando la documentación técnica para poner a punto los equipos.
- n) Verificar equipos y elementos de control, realizando pruebas y ajustando valores para poner en marcha la instalación.

### Competencias profesionales:

- d) Supervisar y/o ejecutar los procesos de montaje y mantenimiento de sistemas mecatrónicos industriales, controlando los tiempos y la calidad de los resultados.
- e) Supervisar los parámetros de funcionamiento de sistemas mecatrónicos industriales, utilizando instrumentos de medida y control y aplicaciones informáticas de propósito específico.
- i) Poner a punto los equipos, después de la reparación o montaje de la instalación, efectuando las pruebas de seguridad y funcionamiento, las modificaciones y ajustes necesarios, a partir de la documentación técnica, asegurando la fiabilidad y la eficiencia energética del sistema.
- k) Supervisar o ejecutar la puesta en marcha de las instalaciones, ajustando los parámetros y realizando las pruebas y verificaciones necesarias, tanto funcionales como reglamentarias.

Resultado de aprendizaje	Criterio de evaluación	Concreción del criterio de evaluación	CONTENIDOS	Instrumentos de evaluación
<p><b>RA n°5.</b></p> <p>Pone en marcha sistemas mecatrónicos de producción discretos y continuos, integrando tecnologías, optimizando ciclos y cumpliendo las condiciones de funcionamiento.</p>	<p>5.a) Se ha elaborado un esquema general de las secciones que componen la estructura del sistema automático.</p> <p>5.b) Se han propuesto configuraciones alternativas que cumplan las especificaciones funcionales y técnicas.</p> <p>5.c) Se ha confeccionado el esquema con la simbología adecuada.</p> <p>5.d) Se ha comprobado y/o seleccionado los elementos del sistema, a partir de catálogos técnicos comerciales y cálculos necesarios.</p> <p>5.e) Se han previsto las situaciones de emergencia que pueden presentarse en los sistemas automáticos.</p> <p>5.f) Se han documentado los procedimientos de montaje y puesta en marcha de la instalación.</p> <p>5.g) Se han elaborado los programas de los sistemas de control empleados.</p> <p>5.h) Se han montado y conexionado los elementos y redes de los sistemas mecánicos, eléctricos, neumáticos y/o hidráulicos y de control.</p> <p>5.i) Se ha respetado las normas de práctica profesional aceptadas en el sector industrial.</p> <p>5.j) Se ha conseguido el funcionamiento correcto en la puesta en marcha mediante la regulación y control de las variables físicas que afectan al sistema.</p> <p>5.k) Se ha alcanzado la fiabilidad del proceso y la calidad del producto definido, a través de la adecuada integración entre las partes lógica y física del sistema.</p>	<p>No se requieren</p>	<p><b>TEORIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Diseño de sistemas de control automático: elaboración de especificaciones y cuadernos de carga.</b></li> <li>- Cálculos. Selección de tecnologías, equipos y dispositivos.</li> <li>- <b>Montaje de líneas de producción automatizadas: técnica operativa.</b></li> <li>- <b>Análisis funcional de sistemas automáticos cableados.</b></li> <li>- <b>Análisis funcional de sistemas automáticos programados.</b></li> <li>- Medidas en los sistemas automáticos.</li> <li>- Instrumentos y procedimientos.</li> <li>- Mantenimiento de líneas de producción automatizadas: aplicación de técnicas preventivas y correctivas tipo.</li> </ul> <p><b>EJERCICIOS/PRACTICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Lectura y comprensión de documentación técnica. Encoders. Señales analógicas. Variadores de frecuencia</b></li> <li>- <i>Elaboración de un cuaderno de carga 'tipo'.</i></li> <li>- Realización de cálculos.</li> <li>- <i>Análisis funcional de S.A. cableados.</i></li> <li>- <i>Análisis funcional de S.A. programados.</i></li> </ul>	<p>Examen teórico y práctico</p> <p>Corrección de ejercicios</p> <p>Corrección de prácticas</p>

Tabla 1. Unidad Didáctica nº 5

Para la práctica el alumnado de la clase se dividirá en grupos de 3 alumnos. Cada grupo tendrá 2 horas para llevar a cabo la práctica con el montaje y otras 2 horas para la realización de los cálculos y del guion. La realización por tanto será rotatoria, como lo son también otras prácticas del módulo.

El docente supervisará la realización en lo referente al buen uso del material y al seguimiento de las instrucciones del guion.

Con preguntas individualizadas verá si los estudiantes identifican y conocen la función de los componentes, saben el sentido físico de lo desarrollado y pueden dar ejemplos de aplicaciones prácticas. Estas preguntas sirven para que ningún alumno se escude en el grupo en el entendimiento de lo que está haciendo y además para la evaluación por individuo de la práctica.

El docente también les hará reflexionar con cuestiones específicas por estudiante acerca de los resultados que van obteniendo y que sepan razonar cómo influyen unas variables sobre otras y si los resultados son lógicos. Es decir lo que busca el profesor es que la realización no sea una sucesión de ejecución de acciones, haciendo que el aprendizaje llegue también por descubrimiento.

## 7. Planificación

### 7.1. Cronograma de la preparación de la práctica

Esta fase de preparación de la práctica se desarrolla durante la 3ª evaluación del curso escolar 2021/22.

Por tanto la preparación se inicia a mitad de Marzo de 2022. Coincide con el comienzo del Practicum y con la finalización de la 2ª Evaluación en el centro docente. Es también cuando los alumnos de 2º curso de la FP se marchan a la Formación en los Centros de Trabajo. Las horas liberadas durante este trimestre se utilizan para labores de mantenimiento, formación del profesorado o preparación de material practico para el siguiente año académico.

En esa fase de revisión de material fue cuando apareció la oportunidad de un motor que se utilizaba en una práctica que se estaba desmontando y con ello la posibilidad de montar otra en el módulo de Integración de Sistemas acoplándolo a un variador.

La primera parte de la planificación consta de 3 semanas en las que se define qué elementos formarán parte, qué alcance tendrá y qué se les pedirá a los alumnos. Ver Tabla 2.

A continuación desde mitad de Abril a final de Mayo se realiza el montaje propiamente dicho de la práctica. Aparte de los elementos principales (motor, variador y PLC), se busca perfilería y tornillería para montar un soporte. También los elementos para crear una botonera y los cables necesarios para la conexión entre los elementos. Y por último los sensores para que formen parte del conjunto.

Según se van teniendo los componentes se inicia el montaje de la práctica que se realiza desde principios de Mayo hasta final de Junio. El avance de los trabajos es intermitente ya que se depende de la disponibilidad del tutor para su avance.

La preparación del guion y la preparación de la WebQuest se solapan con el montaje práctico para terminar todo la tercera semana de Junio.

			2022													
			MARZO		ABRIL				MAYO				JUNIO			
semanas			12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		<b>PREPARACIÓN DE LA PRÁCTICA</b>														
1	P	Planificación														
2	P	Búsqueda de componentes														
3	P	Montaje de la práctica														
4	P	Preparación del guion														
5	P	Preparación de la WebQuest														

A labor a ser desarrollada por el alumnado

P labor a ser desarrollada por el docente

Tabla 2. Cronograma de la preparación de la práctica

## 7.2. Cronograma del desarrollo de la práctica

La práctica está incluida en la UD nº 5 que se imparte en la 2ª evaluación como se ve en la Secuenciación y Temporización de las Unidades Didácticas. Ver Tabla 3. En consecuencia se llevará a cabo durante los meses de febrero y marzo de 2023.

Evaluación	U.D.	Título	Horas previstas		Periodo de tiempo
			Instituto	Empresa	
1ª Evaluación	Nº 1	<b>Identificación y funciones de los elementos del lazo de regulación</b>	22		Septiembre- Octubre
	Nº 2	<b>Integración de autómatas programables</b>	21		Noviembre- Diciembre
		Entradas y salidas: digital y analógico		1	
		Programación autómatas, Funciones lógicas, grafet y otros		3	
		<b>Examen 1 (UD.: 1 y 2)</b>	2		Diciembre
2ª Evaluación	Nº 4	<b>Integración de comunicaciones industriales</b>	20		Enero Febrero
		Comunicaciones industriales y control distribuido		1	
	Nº 5	<b>Montaje, puesta en marcha y el mantenimiento de sistemas mecatrónicos</b>	21		Febrero- Marzo
		Montaje de líneas de producción automatizadas		2	
		Análisis funcional de sistemas automáticos		2	
		<b>Examen 2 (UD.: 4 y 5)</b>	2		Marzo
3ª Evaluación	Nº 3	<b>Integración de manipuladores y robots</b>	22		Abril- Mayo
		Programación de robots			
		Sensores y actuadores; sistemas de control para robots y manipuladores		1	
	Nº 6	<b>Diagnóstico de averías en sistemas mecatrónicos</b>	13		Mayo Junio
		Procesos de diagnóstico y localización de averías		3	
		Procesos de reparación de averías y corrección de funciones		3	
		Examen 3 (UD.: 3 y 6 )	2		Junio
		<b>Examen final</b>	3		Junio
<b>Horas totales del módulo</b>			<b>128</b>	<b>19</b>	<b>147</b>

Tabla 3. Secuenciación y Temporización de las Unidades Didácticas

La primera tarea será una clase teórica sobre variadores de 1 hora de duración.

Se estima que para realizar la práctica se necesitan 4 horas, de las que 2 horas se utilizarán para el manejo del montaje de los componentes y otras 2 para hacer los cálculos teóricos y escribir el guion. Se prevé que todo se lleve a cabo en horario lectivo.

Los grupos serán de 3 estudiantes, por lo tanto se prevé un total de 6 grupos. La práctica será rotatoria, es decir cada grupo tendrá programado 2 horas de uso del montaje (mientras que otros grupos realizan otras prácticas o sus guiones correspondientes).

Del módulo de Integración de Sistemas, se dan 4 horas semanales, por tanto teniendo en cuenta



los 6 grupos se consideran 3 semanas durante los meses de febrero y marzo. Ver Tabla 4.

			2023				
			FEBRERO			MARZO	
semanas			7	8	9	10	11
		<b>REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA</b>					
6	P	Clase de teoría de variadores					
7	A	Grupo 1 Práctica					
8	A	Grupo 1 Guion					
9	A	Grupo 2 Práctica					
10	A	Grupo 2 Guion					
11	A	Grupo 3 Práctica					
12	A	Grupo 3 Guion					
13	A	Grupo 4 Práctica					
14	A	Grupo 4 Guion					
15	A	Grupo 5 Práctica					
16	A	Grupo 5 Guion					
17	A	Grupo 6 Práctica					
18	A	Grupo 6 Guion					

**A labor a ser desarrollada por el alumnado**

**P labor a ser desarrollada por el docente**

*Tabla 4. Cronograma del desarrollo de la práctica*

### 7.3. Cronograma de la Evaluación de la práctica

Respecto a la planificación de las labores de evaluación (ver apartado 9), se efectuará un cuestionario previo a la realización de las prácticas y justo después de haber dado la sesión de teoría. Se llevará a cabo el mismo cuestionario al finalizar las prácticas. Asimismo se hará una encuesta de satisfacción al alumno sobre el uso de la WebQuest.

Por último, durante 4 semanas se realizará la evaluación de la práctica de acuerdo a los resultados obtenidos. Ver Tabla 5.

			2023										
			FEBRERO			MARZO				ABRIL			
semanas			7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		<b>EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA</b>											
19	A	Cuestionario inicial											
20	A	Cuestionario final											
21	A	Encuesta de satisfacción											
22	P	Evaluación de los resultados											

**A labor a ser desarrollada por el alumnado**

**P labor a ser desarrollada por el docente**

*Tabla 5. Cronograma de la Evaluación de la práctica*

## 8. Seguimiento

Durante el desarrollo de la práctica por parte de los alumnos, el docente verificará que han entendido los objetivos, que tienen claro los conocimientos sobre el manejo de los componentes, y que comprenden la funcionalidad de los mismos. Y también verificará los resultados que van obteniendo.

Además de esta labor de verificación, les irá planteando preguntas para ver el grado de entendimiento que tienen sobre el sentido físico y real de lo que están haciendo. Así como les hará razonar sobre si los resultados que van obteniendo son lógicos y son los esperados. Todo con el objetivo de que la ejecución de la práctica no sea únicamente una mera ejecución de acciones y obtención de resultados sino que se convierta también en un aprendizaje por descubrimiento.

Estas preguntas serán individuales para evaluar según cada alumno los conocimientos que van adquiriendo. Con eso también se pretende que todos los componentes del grupo se interesen por igual en el desarrollo de todos los aspectos de la práctica y evitar las “especializaciones” que se producen a veces cuando se trabaja en grupo.

## 9. Evaluación

### 9.1. Evaluación de la actividad docente.

De cara al alumno la práctica se evaluará de acuerdo a una rúbrica con los siguientes aspectos

- Normas de seguridad, uso de los materiales y seguimiento de las instrucciones  
Valoración del grupo  
Ponderación 10%
- Manejo de los elementos de la práctica  
Valoración individual  
Ponderación 20%
- Sentido físico de lo desarrollado en la práctica  
Valoración individual  
Ponderación 20%
- Razonamiento lógico de los resultados de la práctica  
Valoración individual  
Ponderación 20%
- Resultados de la práctica  
Valoración del grupo  
Ponderación 20%
- Claridad y Estructuración del guion entregado  
Valoración del grupo  
Ponderación 10%

Estos aspectos se pueden ver en la rúbrica desarrollada en el anexo 5.

El profesor irá chequeando regularmente el progreso de la práctica, comprobando su avance y su correcta realización. También hará preguntas a los componentes del grupo relacionados con el sentido físico de lo que están realizando y con los resultados que van obteniendo. Todo esto le servirá para comprobar el grado de conocimiento de lo que están llevando a cabo los alumnos. Le servirá como input de los aspectos individuales a valorar en la rúbrica.

### 9.2. Evaluación de la práctica

De cara a la evaluación de la práctica propiamente dicha, se debe tener en cuenta los objetivos principales marcados en su preparación.

Por tanto por un lado se tiene que observar si la realización ha servido para que el alumno aumente su conocimiento práctico sobre el variador de frecuencia.

Para ello y después de haber dado la sesión de teoría en clase por parte del docente, contestará a un cuestionario para comprobar el conocimiento práctico del variador. Se realiza con la herramienta Formularios de Google (Google, 2021a). Se puede ver en el anexo 6 y su link es el

siguiente:

<https://forms.gle/ahecegYeWgZZLKu39>

Después que todos los grupos hayan realizado la práctica, se les plantea el mismo cuestionario para comprobar resultados y con la diferenciación en las respuestas, ver el grado de conocimiento adquirido por su desarrollo.

Además al existir en el CPIFP Corona de Aragón dos grupos de Mecatrónica Industrial, uno en horario diurno y otro en horario vespertino en modalidad dual, se realiza lo siguiente. La práctica sólo la llevan a cabo el grupo vespertino, convirtiéndose en el grupo experimental. Contestan por tanto 2 veces al cuestionario como explicado en el párrafo anterior. El grupo diurno no realiza la práctica y se convierte en el grupo de control. Una vez hayan terminado los contenidos referidos al variador se les pasará el mismo cuestionario. Se compararan resultados del grupo experimental y del grupo control para medir el grado de conocimiento adquirido por la actividad.

Por otro lado hay que saber si el hecho de centralizar toda la información en la WebQuest, supone una ventaja para el alumnado. Para ello se prepara una encuesta de satisfacción preparada con la herramienta Formularios de Google (Google, 2021a) que se puede ver en el anexo 7. A continuación se encuentra el link:

<https://forms.gle/UTA53NHk58Viorx29>

## 10. Conclusiones

Aunque bien es cierto que la práctica no se llevará a cabo hasta el próximo curso escolar, y será entonces cuando se verifique el grado de consecución de los objetivos, se puede afirmar que el implementarla en la programación didáctica con un variador de frecuencia conectado a un motor y a un PLC, supone un hecho diferencial respecto a la forma de abordar el conocimiento práctico del variador en años anteriores.

La FP que necesita un carácter práctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje, no puede quedarse en la transmisión teórica de los conocimientos. El alumno necesita tocar, probar, equivocarse, razonar a partir de lo que ve y de lo que modifica. Y que todas esas acciones se hagan en un ámbito de aplicación lo más cercano posible a lo que vivirá en su futura labor profesional.

Por eso el primer objetivo general de acercamiento práctico al variador se da por cubierto. Falta sacar conclusiones sobre la realización de la práctica donde seguro que surgen mejoras sobre lo planteado inicialmente. Pero el salto cualitativo de la forma de abordar la enseñanza sobre el año anterior es evidente.

Respecto al segundo objetivo ocurre algo parecido. Con la WebQuest se consigue tener en un solo lugar toda la información necesaria para la realización de la práctica. Al igual que con el primer objetivo, habrá que esperar al desarrollo de la actividad y a su evaluación para ver acciones de mejora, pero está claro que la herramienta y su implementación cumplen con lo previsto.

En relación a los objetivos del currículo que cubre la práctica además del manejo de documentación técnica y manuales de maquinaria que será algo habitual en el estudiante del ciclo por un lado, y del dominio de los ajustes a realizar en los elementos de control por otro, pienso que es importante el reflexionar sobre el objetivo q):

- q) Tomar decisiones de forma fundamentada, analizando las variables implicadas, integrando saberes de distinto ámbito y aceptando los riesgos y la posibilidad de equivocación en las mismas, para afrontar y resolver distintas situaciones, problemas o contingencias.

Mi opinión es que debemos crear alumnos que piensen. Que reconozcan las variables que tienen en un sistema técnico. Que sepan ponderarlas. Que sepan la influencia que tienen la variación de unas sobre otras. Que entiendan mentalmente el esquema global del sistema que manejan. Que al hacer un cálculo y al ver el resultado sepan reconocer inmediatamente si está erróneo por salir fuera de la escala lógica.

Uno de los objetivos de los técnicos es la optimización de los procesos y del funcionamiento de las máquinas. Para conseguir esa optimización hay que entender todo lo anterior. Y además hay que darse cuenta que muchas veces nuestros alumnos no estarán en una oficina tomando esas decisiones sino que estarán a pie de máquina con una puesta en marcha o una avería y mentalmente deberán de ser capaces de tener ese entendimiento global del sistema al que se enfrentan.

Por eso el planteamiento de la práctica no se limita a la modificación de la velocidad por medio de un variador de frecuencia. Se empieza por plantearles un mecanismo de traslación de una grúa para que comprendan que el parámetro importante es la velocidad lineal de la grúa y no la de la salida del motor que no deja de ser algo intermedio, porque hay otros parámetros como son la relación del reductor y el diámetro de la rueda que también influyen.

Que sepan el rango de velocidades a los que normalmente se desplaza una grúa. Que entiendan que no siempre es conveniente ir a la máxima velocidad porque puede haber recorridos donde tengan que ir en velocidad de ralentizado por seguridad o por ser zona de mantenimiento. O que la rampa de aceleración y de deceleración es importante y puede traer consecuencias.

De ahí la metodología aplicada por el docente durante el desarrollo de la actividad de ir planteando preguntas al alumno para ver el grado de entendimiento y para guiarle en el razonamiento sobre el sentido físico y real de lo que está haciendo.

Por último me gustaría agradecer a mi tutor en el CPIFP Corona de Aragón Javier Tormes su apoyo a la hora de la realización del montaje de la práctica. El tiempo invertido en común me ha hecho valorar el compañerismo que existe entre el profesorado de la FP y que me ha servido para el desarrollo de este TFM. Asimismo he podido constatar la gestión que se hace en los centros del material de prácticas. Al ser las inversiones limitadas, la reutilización del material de otras prácticas es la prioridad para poder montar las nuevas. Ahí es donde entra el conocimiento y la imaginación de los docentes para poder realizarlas y cubrir los objetivos del currículo.

## 11. Líneas futuras

El conjunto de la práctica montada da juego para obtener a partir de diferentes inputs otros resultados.

- Obtener otras salidas de velocidades a partir de la consigna de frecuencia introducida en el variador
- Buscar otras rampas de aceleración/deceleración jugando con los tiempos a programar en el variador
- Cambiar velocidades de ralentizado tanto desde el variador como desde el PLC
- Cambiar la función de los sensores: de ralentizado a parada total o a velocidad nominal de funcionamiento del mecanismo

Por otra parte se puede cambiar la funcionalidad del mecanismo de la práctica que está basado en el mecanismo de traslación de una grúa. Se podría plantear un ascensor, el grupo motriz de una cinta transportadora o el mecanismo de una compuerta de una central hidroeléctrica

También y pensando en la funcionalidad real que estas prácticas persiguen, en un futuro a la salida del eje del motor se le podría acoplar un reductor y una rueda. En este caso con un tacómetro se podría comprobar que la velocidad calculada teóricamente coincide con la realidad de la medición en la rueda.

Igualmente al conjunto se le pueden implementar más sensores o finales de carrera, que pueden ser de diferentes tipos (de roldana, de varilla, de cruceta, magnéticos), haciendo que con su activación a través del PLC produzcan diferentes outputs (cambio de velocidad, parada y necesidad de rearme del conjunto, inversión de movimiento, etc.).

Por último se podría plantear que fuera el alumno el que montase eléctricamente los elementos, realizando las conexiones necesarias, parametrizando el variador de frecuencia y programando a partir del software correspondiente el PLC. Para llegar a esto el nivel de conocimiento de los elementos que forman parte de la práctica, fundamentalmente el variador y el PLC tendría que ser muy elevado. Quizá se podría plantear como un Proyecto Fin de Ciclo.

## 12. Referencias

- Balcells, M., & De, F. (2014). El trabajo por proyectos: una metodología global. *Cuadernos de Pedagogía*, 450.
- Balsalobre Aguilar, L., Isabel, R., & Valverde, H. (2018). PROJECT-BASED LEARNING IN SECONDARY EDUCATION: THE SCHOOL COUNSELOR AS CHANGE AGENT. In *REOP* (Vol. 29).
- Binder, A., & Schneider, T. (2007). High-Speed Inverter-Fed AC Drives. *Institute of Electrical Energy Conversion*.
- Boronat-Moll, C., De, J. D. O.-I.-R. 2020: V. C., & 2020, U. (2020). Proyecto integrador grupal como herramienta de docencia y aprendizaje en Mecatrónica. *Riunet.Upv.Es*. <https://doi.org/10.4995/INRED2020.2020.11985>
- Bruha, M., Pietiläinen, K., & Rauber, A. (2020). High Speed Electrical Drives-Perspective of VFD Manufacturer. *E3S Web of Conferences*, 178(01006). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017801006>
- Bui, L. D., Kim, Y. G., Ho, W., Thi, H., Ho, T., Tran, T. T., Hoang, Y. P., Le, B., & Trang, D. (2018). The building OER in okmindmap for innovative teaching and learning. In *International Journal of Engineering & Technology* (Vol. 7, Issue 4).
- Caeiro Rodriguez, M. (2018). Aprendizaje Basado en la Creación y Educación Artística: proyectos de aula entre la metacognición y la metaemoción. *Revistas.Ucm.Es*, 30(1), 159–177. <https://doi.org/10.5209/ARIS.57043>
- Corujo, M., Gómez del Castillo, M., & Merla, A. (2019). Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación PIXEL-BIT <https://recyt.fecyt.es/index.php/pixel/index>. *Píxel-BIT Revista de Medios y Educación*, 57, 7–57. <https://recyt.fecyt.es/index.php/pixel/index>
- Dodge, B. (1995). WebQuests: A technique for internet-based learning. *Distance Educator*. <https://eric.ed.gov/?id=EJ518478>
- Eltawil, M. A., Alhashem, H. A., & Alghannam, A. O. (2021). Design of a solar PV powered variable frequency drive for a bubbler irrigation system in palm trees fields. *Process Safety and Environmental Protection*, 152, 140–153. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.05.038>
- Escudero Cid, R., & Dapía Conde, M. D. (2014). Ciencia más allá del aula. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 11(2), 245–253. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2014.v11.i2.09](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i2.09)
- Gaskill, M., McNulty, A., & Brooks, D. W. (2006). Learning from WebQuests. *Journal of Science Education and Technology*, 15(2). <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9005-7>
- Gil, M. S., Elena, M., & Monreal, B. (2020). À la recherche du lexique de la gestion hôtelière 1 : de la magdalena de Proust a la WebQuest. *Thélème (Madr., Internet)*, 35(1), 71–84. <https://doi.org/10.5209/thel.66247>
- Gobierno de Aragón. (2013). *ORDEN de 22 de mayo de 2013, de la Consejera de Educación, Universidad, Cultura y Deporte, por la que se establece el currículo del título de Técnico Superior en Mecatrónica Industrial para la Comunidad Autónoma de Aragón*. (pp. 16367–16451). BOA.
- Google. (2021a). *Google Forms: solución gratuita para crear formularios online | Google Workspace*. 2021. <https://www.google.es/intl/es/forms/about/>
- Google. (2021b). *Google Sites*. 2021. <https://sites.google.com/new?hl=ES>



- Hoić-Božić, N., Laanpere, M., Pata, K., Franković, I., & Teder, S. (2016). *Introducing inquiry-based learning to Estonian teachers: Experiences from the Creative Classroom project; Introducing inquiry-based learning to Estonian teachers: Experiences from the Creative Classroom project*. <https://doi.org/10.1109/MIPRO.2016.7522287>
- Kirschen, D. S., Novotny, D. W., & Lipo, T. A. (1987). OPTIMAL EFFICIENCY CONTROL OF AN INDUCTION MOTOR DRIVE. In *IEEE Transactions on Energy Conversion* (Issue 1). <https://doi.org/10.1109/TEC.1987.4765806>
- Kugusheva, N., Semenov, A., Yakushev, I., Pavlova, S., Egorov, A., & Fedorov, O. (2021). Choosing variable-frequency drive systems for the mining process units. *E3S Web of Conferences* 244, 09011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124409011>
- Ledoux, K., Visser, P., Hulin, D., & Nguyen, H. (2013). STARTING LARGE SYNCHRONOUS MOTORS IN WEAK POWER SYSTEMS Copyright Material IEEE Paper No. PCIC-(do not insert number). In *Industry Applications Society 60th Annual Petroleum and Chemical Industry Conference*. <https://doi.org/10.1109/PCIcon.2013.6666022>
- Li, W.-B., Zhang, W.-M., & Zou, H.-X. (2021). Performance of Frequency Regulation on Power in the Development of Variable Speed Drive Training Kit as a Learning Media for Motor Control Practices The Prospect of HEF 4752 Chip Controller for Three Phase 24 Volt VSD Laboratory Training Set in Vocational. *Journal of Physics: Conference Series PAPER*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2111/1/012036>
- Liu, R., He, Y., Zhao, Y., Jiang, X., & Ren, S. (2020). *Tunnel construction ventilation frequency-control based on radial basis function neural network*. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103293>
- Manz, L., & Oldenkamp, J. (1998). Starting high inertia loads on adjustable speed drives. *Cements Conference in Hersbey*. <https://doi.org/10.1109/2943.644883>
- Martí, J.A., Heydrich, M., Rojas, M., y Hernández, A. (2010). *Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente*. Revista Universidad EAFIT.
- McElveen, R. F., Toney, M. K., & Member, S. (2001). Starting High-Inertia Loads. In *IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS* (Vol. 37, Issue 1). <https://doi.org/10.1109/28.903136>
- Moundridou, M., & Papanikolaou, K. A. (2017). Educating engineer educators on Technology Enhanced Learning based on TPACK. In *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2017.7943007>
- Palacios, A. (2009). Las webquest como estrategias metodológicas ante los retos de la convergencia europea de educación superior. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 34, 235–249. <https://idus.us.es/handle/11441/22589>
- Rajput, S., Farber, E., & Averbukh, M. (2021). Optimal Selection of Asynchronous Motor-Gearhead Couple Fed by VFD for Electrified Vehicle Propulsion. *Energies* 2021, 14, 4346. <https://doi.org/10.3390/en14144346>
- Salido López, P. V. (2020). METODOLOGÍAS ACTIVAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DE DOCENTES: APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABP) Y EDUCACIÓN ARTÍSTICA. *Profesorado*, 24(2). <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i2.13565>
- Samiei, F., & Ebadi, S. (2021). Exploring EFL learners' inferential reading comprehension skills through a flipped classroom. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*. <https://doi.org/10.1186/s41039-021-00157-9>

- Steinke, J. K., Vuolle, R., Prenner, H., & Jwinen, J. (1999). New Variable Speed Drive with Proven Motor Friendly Performance for Medium Voltage Motors. *ABB Industrie AG*. <https://doi.org/10.1109/IEMDC.1999.769080>
- Sting, A., Aldana, C., Jharol, Y., & Becerra, P. (2015). *ANÁLISIS Y EVOLUCIÓN DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD PARA MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA EN LA INDUSTRIA* (p. 9).
- Sumtsova, O. V, Azhel, Y. P., & Buyankina, A. S. (2016). WEBQUEST-BASED ROLE PLAY AS A WAY OF RAISING STUDENTS' MOTIVATION TO STUDYING FOREIGN LANGUAGES. *IJET*. <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i03.5100>
- Ye. I. Sanina, M.S. Artyukhina, N.G. Dendeberya, A.A. Savadova, I. V. N. A. (2019). The Use of Internet Technologies in Teaching Bachelors-Economists Mathematics as a Factor of Students' Professional Growth 3878. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 8(2), 2277–2378*. <https://doi.org/10.35940/ijrte.B3078.078219>

### **13. Anexos**

Anexo 1 - Fotos montaje de la práctica

Anexo 2 - Manuales técnicos

Anexo 3 - Guion

Anexo 4 - WebQuest

Anexo 5 - Rúbrica

Anexo 6 - Cuestionario

Anexo 7 - Encuesta de satisfacción sobre la WebQuest

Anexo 1 – Fotos montaje de la práctica

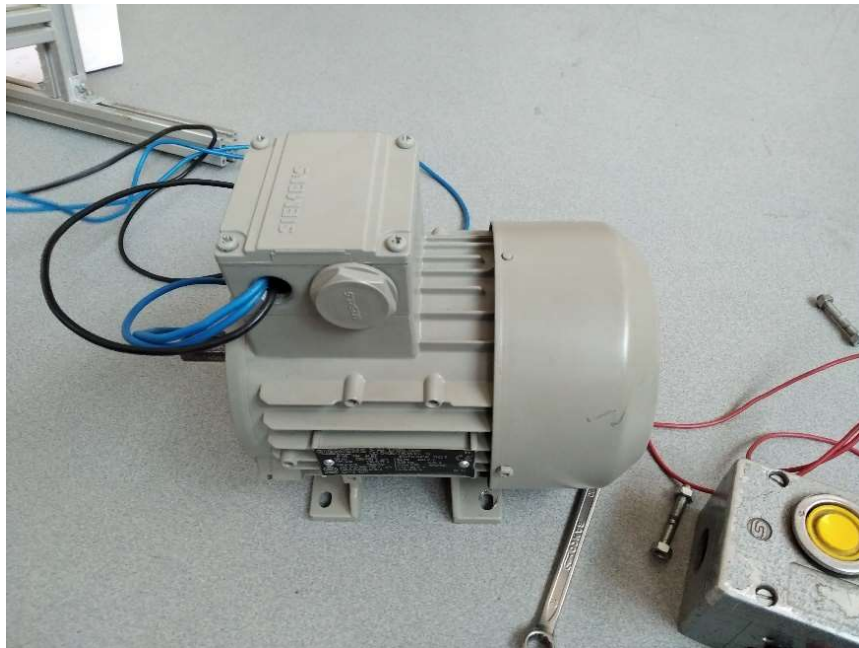


Figura 1. Motor Siemens 0,25 Kw



Figura 2. Variador de frecuencia Siemens Micromaster 410



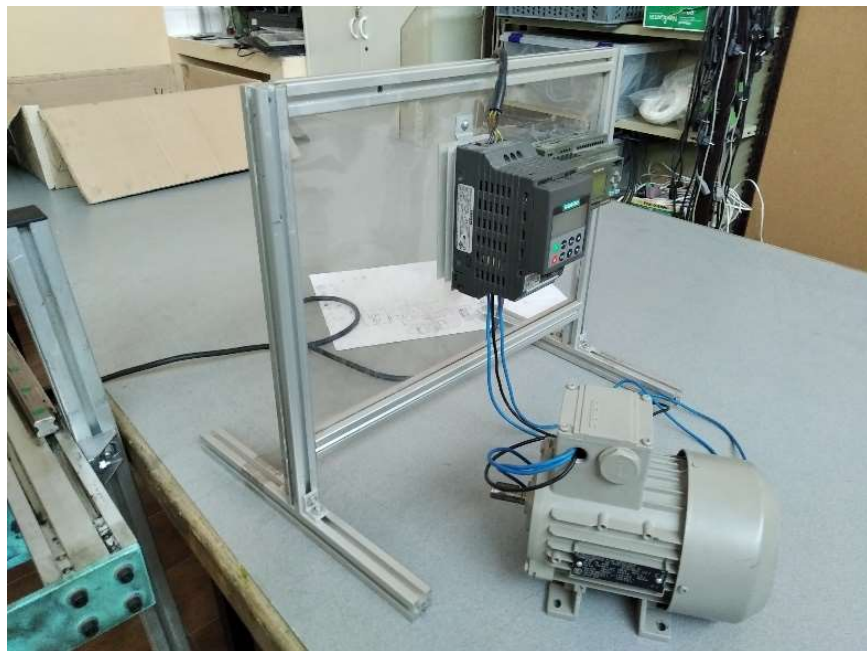
Figura 3. PLC de Siemens LOGO!



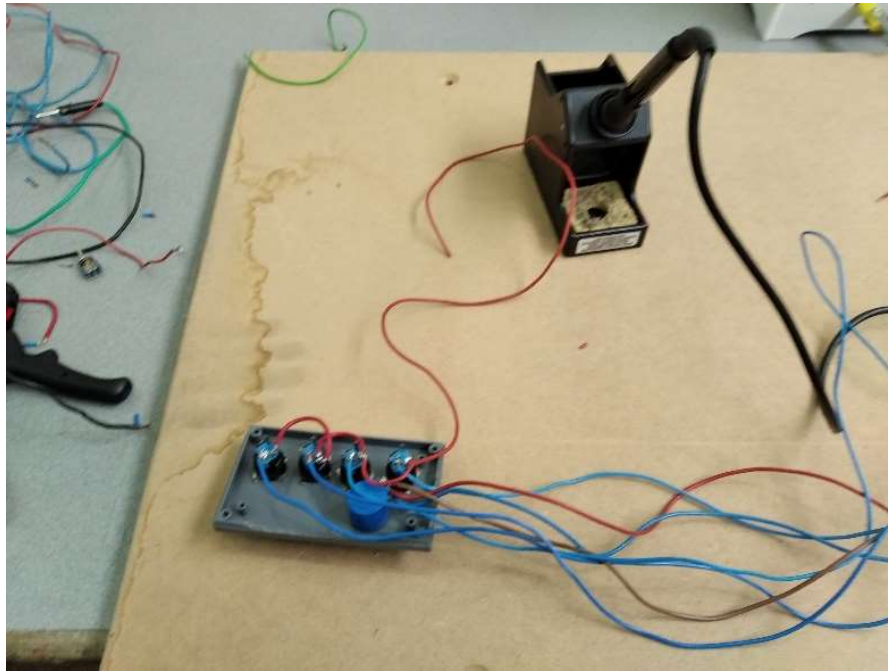
Figura 4. Sensor inductivo de proximidad Siemens



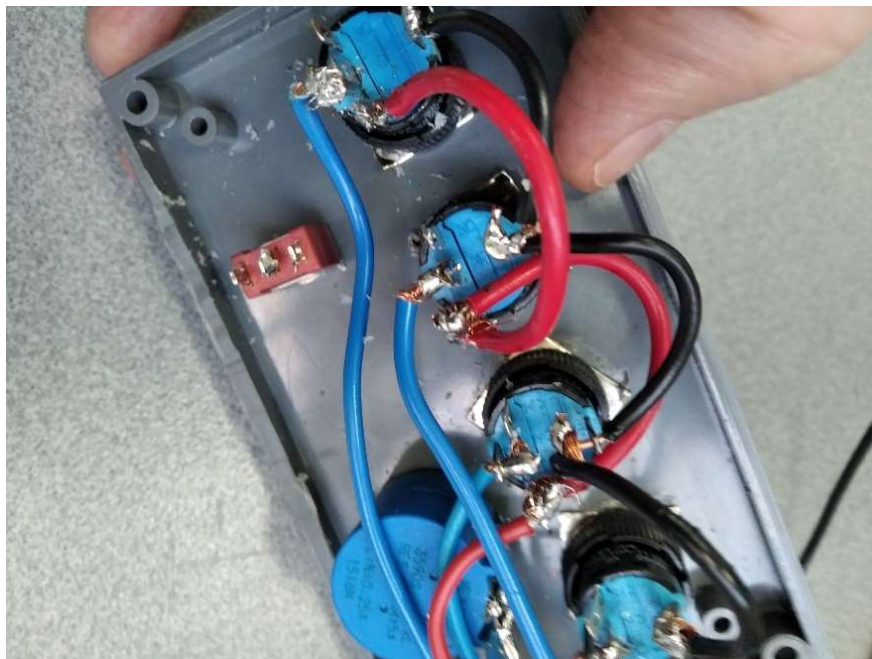
*Figura 5. Corte de perfilería para bastidor*



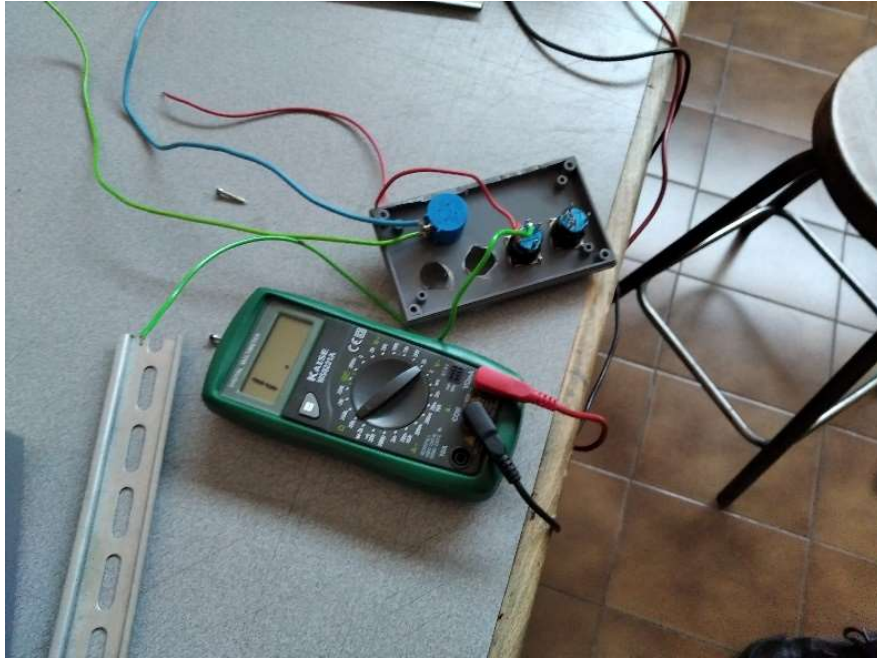
*Figura 6. Conexión motor-variador*



*Figura 7. Soldadura de botonera*



*Figura 8. Soldadura botonera*

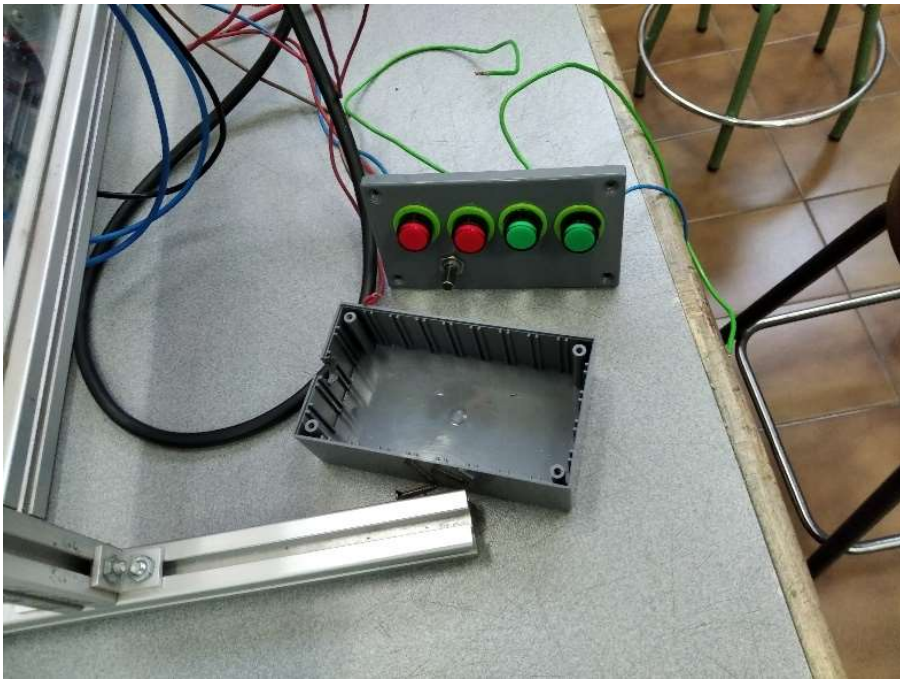


*Figura 9. Comprobación de conexiones*

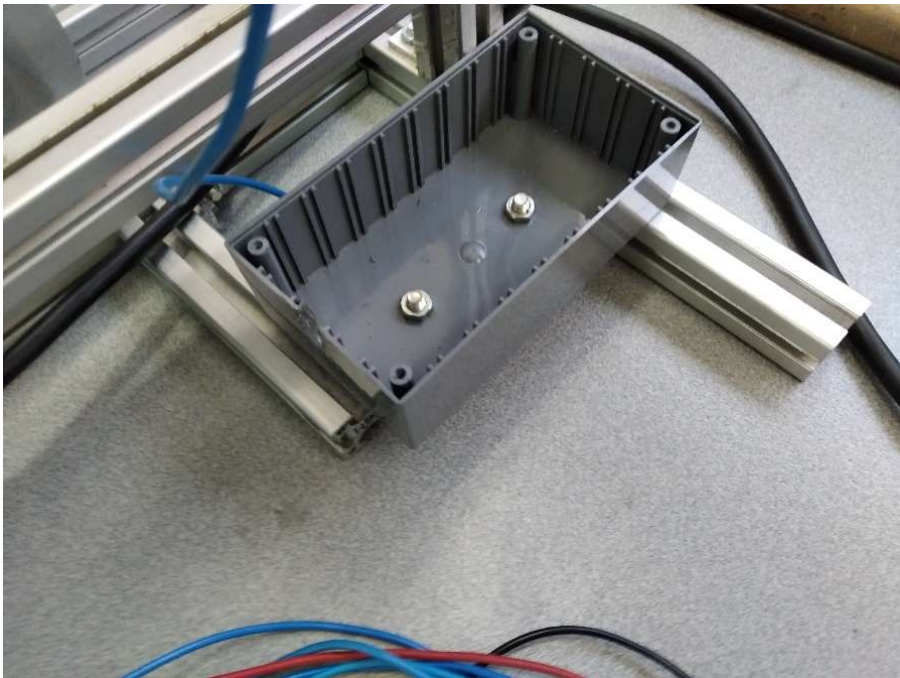


*Figura 10. Arandelas de plástico de la botonera. Hechas en impresora 3D*

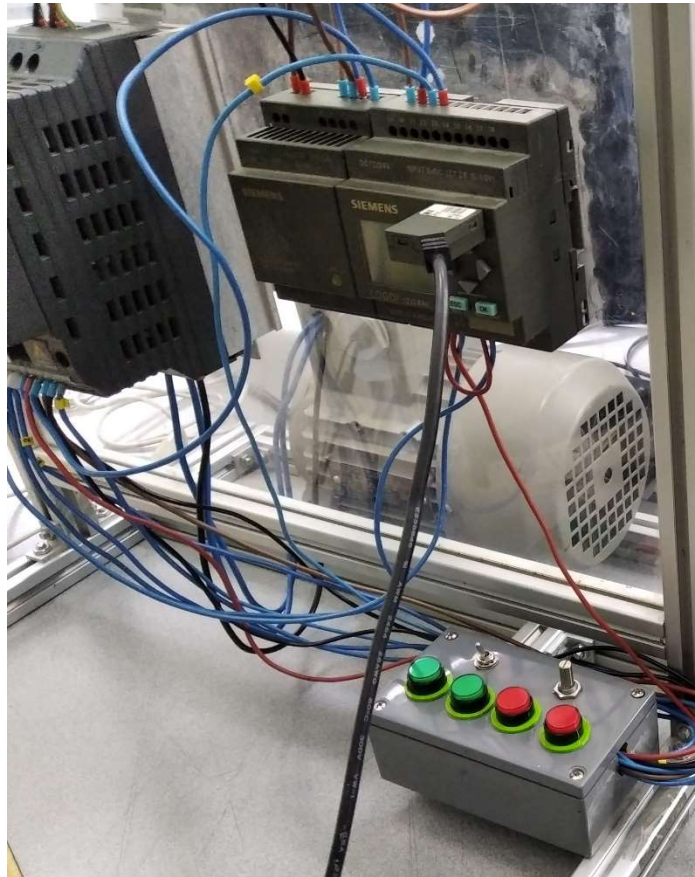




*Figura 11. Montaje botones*



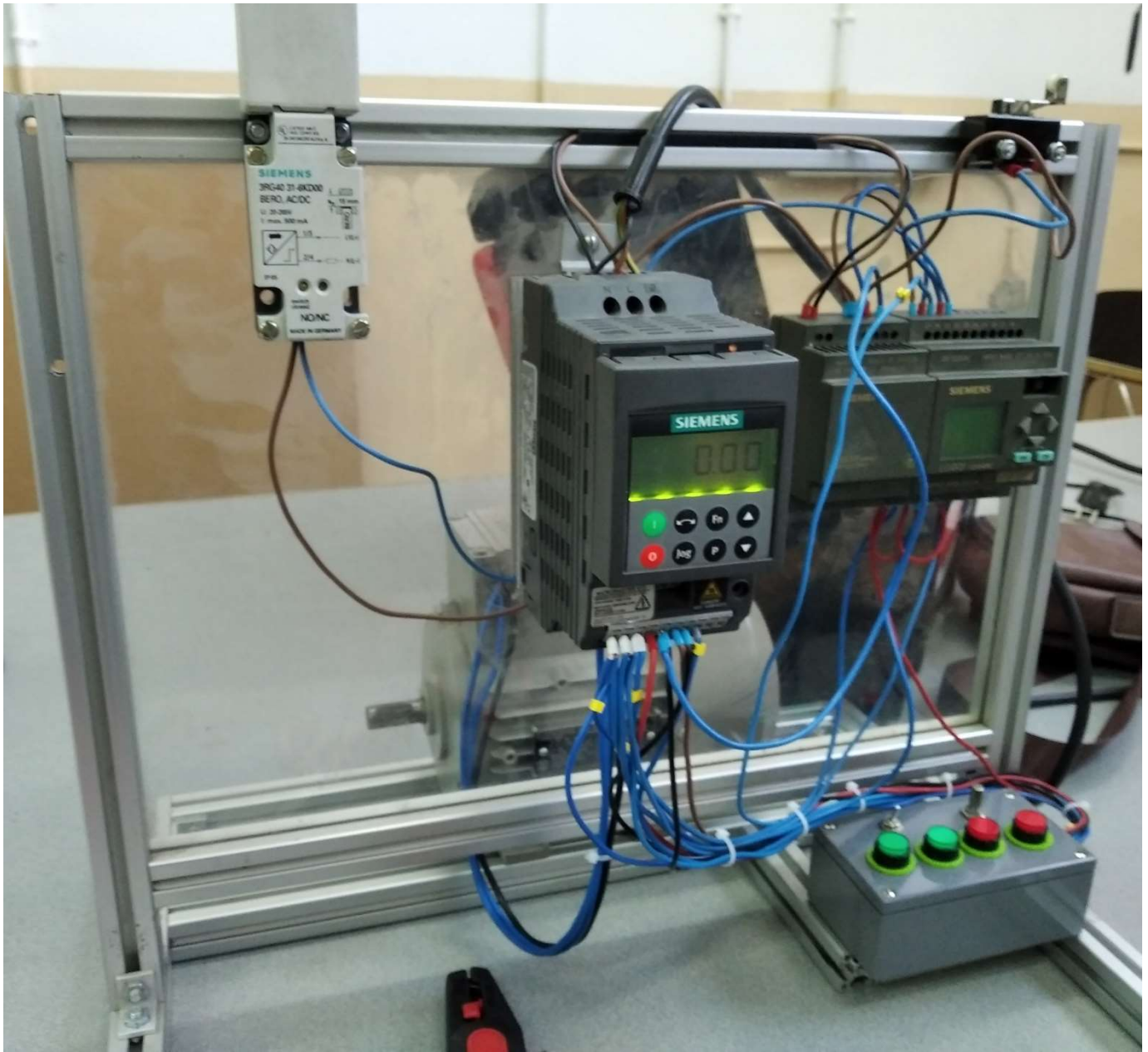
*Figura 12. Instalación caja de botonera*



*Figura 13. Carga de programa en PLC*



*Figura 14. Instalación de sensor inductivo*



*Figura 15. Montaje final*

Anexo 2 – Manuales técnicos



**Hoja de datos de motores de jaula de ardilla trifásicos**

**Datos de pedido :** 1LA7070-4AB10

Número de pedido del cliente :  
 N°. de pedido Siemens :  
 Número de oferta :  
 Nota :

N°. de ítem :  
 Número de envío :  
 Proyecto :

Datos eléctricos:			
Tensión asignada :	(1) 230 VDI/400 VY, 50 Hz, 460 VY, 60 Hz		
Frecuencia :	50 Hz	60 Hz	
Potencia asignada :	0.25 kW	0.29 kW	
Velocidad asignada :	1350 1/ min	1650 1/ min	
Par asignado :	1.8 Nm	1.7 Nm	
Corriente asignada (IE) :	VD   VY	VY	
	1.34 A   0.77 A	0.76 A	
Corriente de	3.0	3.3	
Par máximo/asignado :	1.9	2.0	
Par de arranque/asignado :	1.9	1.9	
	4/4   3/4   2/4	4/4   3/4   2/4	
Rendimiento %	61.9%   60.4%   55.9%	61.9%   60.4%   55.9%	
Factor de potencia :	0.78   0.72   0.61	0.77   0.71   0.59	
Clase de eficiencia :	-/	-/	

Datos mecánicos:	
Nivel de presión sonora (Lp <sub>fA</sub> ) 50Hz/60Hz (carga)	44 dB(A)   48 dB(A)
Momento de inercia :	0.00052 kg*m <sup>2</sup>
Rodamiento LA :	6202 2ZC3
Rodamiento LCA :	6202 2ZC3
Tipo de rodamientos :	Rodamiento no fijo con carga preajustada en LA (estándar)
Agujeros drenaje de condensado :	No
Dispositivo de relubricación :	No
Lubricante :	Esso Unirex N3
Duración de uso lubricante/Intervalo de	40000 h
Cantidad de relubricación :	null g
Borne de tierra externo :	No
Pintura :	Pintura especial en RAL7030 gris piedra

Condiciones ambientales:	
Temperatura ambiente :	-20 °C - +40 °C
Altitud sobre nivel del mar :	1000 m
Normas y especificaciones :	IEC, DIN, ISO, VDE, EN

Datos generales:	
Tamaño constructivo	071 M
Forma constructiva de máquinas :	(0) IM B3 / B6 B7 / B8 / V5, sin cubierta
Peso kg, sin accesorios :	4.80 kg
Material de la carcasa :	Aluminio
Grado de protección :	IP55
Tipo de refrigeración, TEFC, :	IC 411
Clase vibratoria :	A (Standard)
Aislamiento :	155(F) a 130(B)
Tipo de servicio :	S1 - servicio permanente
Sentido de giro :	Bidireccional

Caja de bornes:	
Material de la caja de bornes :	
Tipo :	gk 030
Rosca del tornillo de contacto :	
Sección de conductor, máx. :	
Diámetro de cable de... a... :	
Entrada de cable :	
Pasacables :	

Versiones especiales:	

Datos técnicos de pedido sujetos a cambios sin previo aviso. Pueden haber discrepancias entre los valores calculados y los datos de placa!

Generado: 04.04.2022 12:58:15

Figura 16. Datasheet motor

## MICROMASTER 410

Instrucciones de uso

Edición 07/05



Documentación de usuario  
6SE6400-5EA00-0EP0

*Figura 17. Portada Manual Micromaster 410*



Figura 18. Portada manual PLC LOGO!

## Inductive proximity switch

<b>3RG4031-6KD00-2AA0-PF</b>	NO or NC Schließer oder Öffner	screw terminals (terminal compartment) Schraubklemmen (Anschlußraum)	
<b>Size / Bauform</b>		40x40 mm block / kubisch 40x40 mm	
<b>Mounting / Einbau</b>		embeddable / bündig	
<b>Operating distance / Schaltabstand</b>			
Rated operating distance / Bemessungsschaltabstand	sn	15 mm	
Effective operating distance / Realschaltabstand	sr	13,5 ... 16,5 mm	
Assured operating distance / Gesicherter Schaltabstand	sa	12,15 mm	
Standard target mild steel / Meßplatte Stahlfahne St 37		45 x 45 x 1 mm	
Repeat accuracy / Wiederholgenauigkeit	R	0,75 mm	
Hysteresis / Hysterese	H	0,05 mm ... 3,3 mm	
Reduction factors / Reduktionsfaktoren	Al:	0,30	Cur: 0,20
	Ms:	0,35	Stainl. steel / Edeltst.: 0,80
<b>Power supply voltage / Versorgungsspannung</b>			
Rated operational voltage / Bemessungsbetriebsspannung	Ue	230 V AC / DC	
Operating voltage range / Betriebsspannungsbereich	UB	20 ... 320 V DC / 20 ... 265 V AC	
No-load supply current / Leerlaufstrom	Io	typ 1,5mA (24V) max. 2,0mA (U <sub>max</sub> )	
<b>Output / Ausgang</b>			
Output / Ausgangsart		2 wire AC / DC / 2 Leiter AC / DC	
Rated operational current / Bemessungsbetriebsstrom	Ie	300 mA	
Output voltage drop / Spannungsfall max.	Ud	8 V	
minimum load current / Mindestlaststrom		5,0 mA	
Short-circuit strength / Kurzschlußfestigkeit		not built-in / nicht eingebaut	
Overload withstand capability / Überlastfestigkeit		not built-in / nicht eingebaut	
<b>Times / Zeiten</b>			
Frequency of operating cycles / Schaltfrequenz	f	25 Hz AC / 150 Hz DC	
Time delay before availability / Bereitschaftsverzug	tv	100 ms	
<b>Temperatures / Temperaturen</b>			
Rated temperature / Bemessungstemperatur	Tu	25 Cel	
Ambient temperature range / zul. Umgebungstemperatur	Ta	-40 ... +85 Cel	
Storage temperature range / zul. Lagertemperatur	Ts	-40 ... +85 Cel	

Subject to modifications without notice

Release: 09.09.2010

Copyright Pepperl+Fuchs

Pepperl+Fuchs Group  
www.pepperl-fuchs.com

USA: +1 330 486 0001  
fa-info@us.pepperl-fuchs.com


Germany: +49 621 776-4411  
fa-info@pepperl-fuchs.com

Singapore: +65 6770 9091  
fa-info@sg.pepperl-fuchs.com

**PEPPERL+FUCHS**  
SENSING YOUR NEEDS

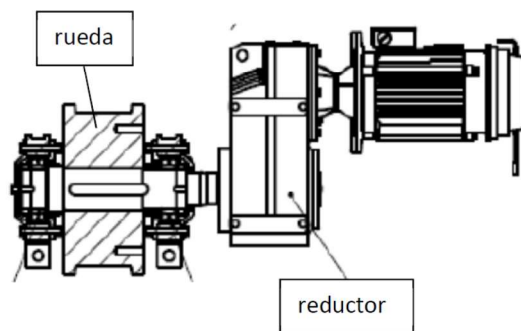
1

Figura 19. Datasheet sensor inductivo

<b>INTEGRACIÓN DE SISTEMAS</b>	
<b>PRÁCTICA CON VARIADOR Y PLC</b>	<b>2ª EVALUACIÓN</b>
<b>ALUMNO:</b>	<b>FECHA: 18/03/2023</b>


## ***GUION DE LA PRÁCTICA***

El conjunto simula el mecanismo de traslación de un puente grúa que tiene un diámetro de rueda de 500 mm y una relación del reductor de  $i = 35,34$



- 1) Teniendo en cuenta la velocidad de salida del motor y colocando el potenciómetro a 50 Hz, calcula la velocidad nominal de traslación del puente grúa
- 2) Busca en el manual del variador de frecuencia Micromaster 410 el diagrama para la puesta en servicio rápida y llévala a cabo teniendo en cuenta que primero se va a utilizar la botonera como fuente de comandos y el potenciómetro como consigna analógica de frecuencia
- 3) Con el selector de alimentación en el variador, pon en marcha el mecanismo
- 4) Elige los Hz del potenciómetro para que el puente grúa vaya primero a 40 m/min, y después a 25 m/min
- 5) Si normalmente la velocidad de ralentizado es de un 10% de la velocidad nominal, ¿a cuántos Hz tendrá que estar el potenciómetro?
- 6) Presiona el botón de inversión y explica lo que pasa



<b>INTEGRACIÓN DE SISTEMAS</b>	
<b>PRÁCTICA CON VARIADOR Y PLC</b>	<b>2ª EVALUACIÓN</b>
<b>ALUMNO:</b>	<b>FECHA: 18/03/2023</b>

- 7) En el PO (Panel del Operador) del variador cambia la selección de la fuente de comandos a PO
- 8) Pon en marcha, invierte y para el mecanismo desde el PO.
- 9) Cambia la selección de la consigna de frecuencia a PO.
- 10) Elige las frecuencias para que la velocidad lineal de la grúa sea de 45 m/min y 20 m/min
- 11) Cambia el tiempo de aceleración a 3 s y el tiempo de deceleración a 5 s. Pon en marcha y para la grúa y comprueba los tiempos
- 12) Pon el selector de alimentación en el PLC
- 13) Con el botón del PLC cambia a las dos frecuencias prefijadas. Calcula con esas dos frecuencias a qué velocidad se moverá la grúa
- 14) Presiona el final de carrera. ¿Qué es lo que pasa? ¿En dónde se puede aplicar?

 Práctica con Variador y PLC

INICIO INTRODUCCIÓN REALIZACIONES PRÁCTICAS CONTENIDOS TAREAS EVALUACIÓN 



**Módulo: INTEGRACION DE SISTEMAS MECATRONICOS**  
**Ciclo: C.F.G.S. MECATRÓNICA**

---

# ***PRÁCTICA CON VARIADOR Y PLC***





## VARIADOR DE VELOCIDAD

Poder variar la velocidad de un proceso o de un sistema, es una necesidad que se plantea obligatoriamente en la mayoría de los sectores de la industria. La aparición del control electrónico de los motores eléctricos, para variar y regular su velocidad, ha aportado a los procesos industriales grandes ventajas, aumentando sus propias posibilidades y prestaciones y reduciendo su mantenimiento de energía y consumo entre otras.

Tradicionalmente, la mayor parte de los problemas de regulación de máquinas eléctricas han sido resueltos mediante el motor de corriente continua que, por su naturaleza, posee excelentes cualidades para ello. Sin embargo, hoy en día se están utilizando en la industria nuevos tipos de motores (de pequeña potencia) tales como los motores de "reluctancia magnética" y los motores de

## PLC

El autómata programable PLC (Programmable Logic Controller) es un conjunto de elementos industriales que constituyen un equipo electrónico a través del cual pueden controlarse en tiempo real procesos secuenciales para aplicaciones industriales de muy diversos tipos.

El uso del autómata programable (tecnología programada), ha supuesto una innovación tecnológica muy importante en el campo de los automatismos eléctricos, sustituyendo a la tecnología cableada (cuadros con relés y temporizadores), base de los automatismos anteriores a la aparición de los PLC's. El autómata programable es el corazón de la actual automatización de las instalaciones ya que es el elemento al que llega la información del estado del proceso, procesa dicha información y después distribuye





*APLICACIONES EN LA INDUSTRIA  
DEL VARIADOR DE VELOCIDAD*

*APLICACIONES EN LA INDUSTRIA  
DEL PLC*



Aplicaciones del PLC en la Industria



## CONTENIDOS

Contenidos Generales

Variadores de frecuencia conceptos teóricos

Autómatas programables

Variadores de frecuencia ejemplo

manual del micromaster 410

manual PLC LOGO!





INTEGRACIÓN DE SISTEMAS	
PRÁCTICA CON VARIADOR Y PLC	2ª EVALUACIÓN
ALUMNO:	FECHA: 18/03/2023

## GUIÓN DE LA PRÁCTICA

El conjunto simula el mecanismo de traslación de un puente grúa que tiene un diámetro de rueda de 500 mm y una relación del reductor de  $i = 35,34$

# MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN DE PUENTE GRÚA



## EVALUACIÓN

- Subid el guion de la práctica correctamente relleno en el link habilitado en el Aramoodle para tal efecto
- Fecha límite de subida 29/04/2023 a las 23:59
- Criterios de calificación
  - Normas de seguridad, uso de los materiales y seguimiento de las instrucciones ... 10%
  - Manejo de los elementos de la práctica ..... 20%
  - Sentido físico de lo desarrollado en la práctica ..... 20%
  - Razonamiento lógico de los resultados de la práctica ..... 20%
  - Resultados de la práctica ..... 20%
  - Claridad y Estructuración del guion entregado ..... 10%



Anexo 5 – Rúbrica

Rúbrica de Contenidos	G/I	Máximo (10.0-9.0)	Alto (8.9-7.0)	Suficiente (6.9-5.0)	Inadecuado (4.9-0.0)	Nota
<b>Respeto de normas de seguridad, buen uso de los materiales y seguimiento de las instrucciones de la práctica</b>  (10%)	<b>G</b>	Respetan las normas de seguridad y hacen buen uso de los materiales  Leen con atención todas las instrucciones y realizan en orden lo pedido en el guion  Preguntan si tienen alguna duda	Respetan las normas de seguridad y hacen buen uso de los materiales  Leen con atención todas las instrucciones y realizan en orden lo pedido en el guion  No preguntan si tienen alguna duda	Respetan las normas de seguridad y hacen buen uso de los materiales  No leen con atención todas las instrucciones y no realizan en orden lo pedido en el guion  No preguntan si tienen alguna duda	No respetan las normas de seguridad o no hacen buen uso de los materiales  No leen con atención todas las instrucciones y no realizan en orden lo pedido en el guion  <del>No preguntan si tienen alguna duda</del>	
<b>Maneja correctamente los elementos de la práctica</b>  (20%)	<b>I</b>	Identifica claramente todos los elementos de la práctica  Reconoce la funcionalidad de la práctica  Se mueve con soltura por todas las pantallas	Identifica claramente todos los elementos de la práctica  Reconoce la funcionalidad de la práctica  No se mueve con soltura por todas las pantallas	Identifica claramente todos los elementos de la práctica  No reconoce la funcionalidad de la práctica  No se mueve con soltura por todas las pantallas	Identifica claramente todos los elementos de la práctica  No reconoce la funcionalidad de la práctica  No se mueve con soltura por todas las pantallas	
<b>Conoce el sentido físico de lo desarrollado en la práctica</b>  (20%)	<b>I</b>	Conoce la función de cada uno de los elementos  Saber razonar como influye el cambio de un parámetro en el resto  Conoce las realizaciones prácticas donde se aplican	Conoce la función de cada uno de los elementos  No saber razonar como influye el cambio de un parámetro en el resto  Conoce las realizaciones prácticas donde se aplican	Conoce la función de cada uno de los elementos  No saber razonar como influye el cambio de un parámetro en el resto  No conoce las realizaciones prácticas donde se aplican	No conoce la función de cada uno de los elementos  No saber razonar como influye el cambio de un parámetro en el resto  No conoce las realizaciones prácticas donde se aplican	

**G Evaluación grupal**  
**I Evaluación individual**




<b>Rúbrica de Contenidos</b>	<b>G/I</b>	<b>Máximo (10.0-9.0)</b>	<b>Alto (8.9-7.0)</b>	<b>Suficiente (6.9-5.0)</b>	<b>Inadecuado (4.9-0.0)</b>	<b>Nota</b>
<b>Razona de forma lógica los resultados de la práctica (20%)</b>	<b>I</b>	Los resultados de la practica están bien y sabe razonar porqué	Los resultados de la practica no están bien pero sabe razonar porqué	Los resultados de la practica están bien pero no sabe razonar porqué	Los resultados de la practica no están bien y no sabe razonar porqué	
<b>Resultados de la práctica (20%)</b>	<b>G</b>	Todos los resultados son correctos	Hay hasta 2 respuestas incorrectas	Hay hasta 4 respuestas incorrectas	Hay más de 4 respuestas incorrectas	
<b>Claridad y Estructuración del guon entregado (10%)</b>	<b>G</b>	Hay un buen espaciado de los contenidos  Los resultados se siguen facilmente  Se identifican sin problema los inputs y los outputs	El espaciado de los contenidos se debería mejorar  Los resultados se siguen sin dificultad  Se identifican sin problema los inputs y los outputs	El espaciado de los contenidos se debería mejorar  Cuesta seguir los resultados  Se identifican sin problema los inputs y los outputs	El espaciado de los contenidos se debería mejorar  Cuesta seguir los resultados  Los inputs y los outputs no están claramente identificados	

**G** Evaluación grupal  
**I** Evaluación individual



**Nota final:**

**0**



## VARIADOR DE FRECUENCIA

CUESTIONARIO

 ismaeliba3@gmail.com (no compartidos) [Cambiar de cuenta](#) 

**\*Obligatorio**

Nombre del alumno \*

Tu respuesta

---



Correo electrónico \*


Tu respuesta

[Siguiente](#)

[Borrar formulario](#)



## VARIADOR DE FRECUENCIA

 ismaeliba3@gmail.com (no compartidos) [Cambiar de cuenta](#)



Responde a las siguientes preguntas, gracias

Son 10 preguntas  
La valoración total es sobre 20 puntos



Cita los 2 parámetros que definen la velocidad de salida de un motor asíncrono

2 puntos

Tu respuesta

¿Sobre qué parámetro influye el variador?

1 punto

Tu respuesta

Si se quiere realizar un arranque más suave en la traslación de un puente grúa, ¿qué parámetro se tendrá que variar en el PO del variador y en qué sentido? (a más o a menos)

3 puntos

Tu respuesta

Cuando movemos la ruleta del potenciómetro para variar la velocidad de salida del motor, ¿qué parámetro del potenciómetro estamos variando?

2 puntos

Tu respuesta

Cita 2 elementos desde donde se puede manejar el variador

1 punto

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Si para la traslación de un puente grúa, tenemos un motor de 3 pares de polos, rueda de 630 mm y una  $i = 48$  del reductor, calcular la velocidad de salida del motor y en rpm y la velocidad lineal del puente grúa en m/min

3 puntos

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Si los 50 Hz corresponden con la velocidad nominal de traslación del puente grúa y nos dicen que la velocidad de ralentizado tiene que ser un 15% de la nominal, ¿a qué valor de consigna dejaremos los Hz?

1 punto

Tu respuesta \_\_\_\_\_

En un puente grúa, cita 2 funciones de los finales de carrera

3 puntos

Tu respuesta

¿Qué tipo de señal introduce el potenciómetro en el variador?

2 puntos

Tu respuesta

Nombra los 3 movimientos principales de un puente grúa

2 puntos

Tu respuesta

Atrás

Enviar

Borrar formulario

Anexo 7 - Encuesta de satisfacción sobre la WebQuest



**¿Qué te ha parecido el uso de la WebQuest?**

Sabemos que hay cosas que se pueden mejorar  
Para ello responde a la siguiente encuesta  
No te llevará más de 5 minutos  
Será muy útil para tu compañeros del próximo curso  
Te garantizamos que es totalmente ANÓNIMA

 ismaeliba3@gmail.com (no compartidos) [Cambiar de cuenta](#) 

[Siguiente](#) [Borrar formulario](#)

¿Habías utilizado antes una WebQuest? \*

Sí

NO



Las pestañas, ¿te han servido para moverte fácilmente por la WebQuest? 1 nada \*  
y 5 totalmente

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Te han parecido interesantes los contenidos de la pestaña INTRODUCCIÓN? 1 \*  
nada y 5 totalmente

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Conocías las aplicaciones de los variadores de frecuencia en la industria? 1 \*  
nada y 5 totalmente

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Conocías las aplicaciones de los PLC en la industria? 1 nada y 5 totalmente \*

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Te han ayudado los vídeos a entender que es un variador y un PLC? 1 nada y 5 totalmente \*

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Para la realización de la práctica, ¿has encontrado todo lo necesario fácilmente en la pestaña de CONTENIDOS? 1 nada y 5 totalmente \*

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Las explicaciones te han servido para el desarrollo correcto de la práctica? 1 nada y 5 totalmente \*

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Te ha quedado claro cuándo, cómo y dónde entregar la práctica? 1 nada y 5 totalmente \*

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Te han quedado claro los criterios de evaluación? 1 nada y 5 totalmente \*

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Crees que es un buen método tener centralizada toda la información en un sitio? \*  
1 nada y 5 totalmente

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Te gustaría que este método se hubiera aplicado en más prácticas? 1 nada y 5 \*  
totalmente

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Seguro que tus respuestas nos sirven para mejorar el año que viene

