

Proyecto Final de Curso

Diseño De Grúa Pórtico

I. Objetivo General.

Desarrollar una solución mecatrónica que integre dos áreas de conocimiento: microprocesadores y microcontroladores para la lógica y control de la solución y diseño mecánico para la planta física que ejecuta la solución.

Cabe recalcar que la solución completa se desarrollará por dos grupos, uno por cada curso involucrado. La coordinación e integración de ambas mitades es fundamental para presentar una solución funcional.

II. Descripción General del Trabajo.

En este proyecto de diseño en ingeniería el grupo deberá enfrentarse a una labor de complejidad media para estudiantes de ingeniería de séptimo semestre, por ello este trabajo requiere (al igual que todo proyecto) de una adecuada planificación de las tareas a realizar por parte de los estudiantes. La evaluación se compone de una serie de avances de carácter formativo con el objetivo de guiar y retroalimentar a los estudiantes en el proceso de diseño, y una o varias evaluaciones finales.

En este proyecto se requiere implementar un sistema mecatrónico que sea capaz de emular una grúa pórtico. En términos generales el sistema debe cumplir con los siguientes requisitos:

- La solución no puede exceder un área de 60x60cm, la altura queda a discreción de los grupos de trabajo.
- La solución debe de poder controlar el movimiento en tres ejes distintos.
- La solución debe de ser capaz de trabajar con 3 tipos de objetos distintos. La forma de diferenciar los objetos queda a criterio de los grupos de trabajo.
- La solución debe suministrar como mínimo 25 objetos.
- La solución debe de poder ubicar y remover los objetos en una matriz de 5x5 espacios.
- La solución debe operar a una velocidad moderada a definir por el grupo de trabajo, sin embargo, esta velocidad se debe conseguir de forma mecánica únicamente.

III. Requerimientos Diseño de Máquinas y Mecanismos

Adicionalmente a los requerimientos generales, la solución debe ser implementada y diseñada para funcionar con únicamente dos motores, de cualquier tipo.

IV. Requerimientos Microcontroladores y Microprocesadores

El proyecto propiamente deberá de tener 2 modos separados. Para todos los modos es obligatorio presentar una interfaz que muestre en tiempo real la posición de cada objeto, a su vez esta interfaz permite elegir el modo a utilizar y el archivo xlsx/csv a utilizar.

A continuación, se detalla cada modo:

Distribución según Patrón: En este modo se provee un archivo xlsx o csv. La solución debe de leerlo y acomodar hasta 25 cajas respetando las instrucciones del archivo.

- El archivo especifica que tipo de objeto debe de estar en cada celda de la matriz.
- La distribución sea en posición o cantidad de cada tipo de objeto es variable.
- La solución debe de reconocer los 3 tipos de objeto de la zona de suministro.
- La zona de suministro debe de poder entregar como máximo 25 objetos.
- El sistema debe presentar una alarma en los siguientes casos.
 - Se suministra un objeto innecesario. Ej: El csv especifica la posición de 10 objetos tipo 3 pero se suministra un 11mo objeto.
 - Falta de objetos. Ej: El csv especifica la posición de 17 objetos, pero después del 9no no quedan más objetos.
 - Obstrucción en el espacio de trabajo antes de empezar el acomodo.
- Para remover el objeto problemático se debe presionar un botón en la interfaz.
- La interfaz debe de mostrar en tiempo real el estado de la matriz, esto incluye la posición del objeto en movimiento
 - Se debe poder identificar si dos objetos se traslapan, es decir, la interfaz debe mostrar ambos.

Reacomodo de Objetos: En este modo el sistema empieza con 25 objetos previamente colocados sobre la matriz. Se provee además un archivo xlsx o csv que define la distribución final de los mismos. Su solución debe de reacomodar los objetos hasta que se ajusten a lo indicado por el archivo.

- La solución debe de poder identificar el estado inicial de los 25 objetos de forma autónoma, reconociendo el tipo de cada uno.
- La solución no puede realizar movimientos innecesarios, es decir si un objeto ya está posicionado debidamente debe permanecer en su sitio.
- Puede utilizar la zona de suministro como un espacio de carga temporal
 - La cantidad de espacios de carga temporal depende de la solución de suministro específica.
- No se pueden apilar objetos en la matriz de carga.
- La interfaz debe de mostrar en tiempo real el estado de la matriz, esto incluye la posición del objeto en movimiento y la zona de carga temporal.
 - Se debe poder identificar si dos objetos se traslapan, es decir, la interfaz debe mostrar ambos.

El grupo deberá utilizar un microprocesador, particularmente una Raspberry Pi 2/3, para el procesamiento de información, manejo de interfaz, etc. Por su parte, un sistema basado en un microcontrolador se encargará de todos los controles de la grúa.

A continuación, se describen los requerimientos generales que debe de cumplir el microprocesador:

- La unidad central de procesamiento debe ser una tarjeta de desarrollo Raspberry pi 2 / Raspberry pi 3.
- Puede manejar dispositivos de captura de imágenes si el grupo lo define necesario.
- El software debe ser desarrollado en lenguaje C/C++ o Python **únicamente**. No se permitirá una mezcla de los dos.
- La comunicación con el microcontrolador se realizará mediante protocolo RS-232, I2C o SPI.
- El microprocesador maneja todos los algoritmos de acomodo, manejo de interfaz, entre otros.
- Debe de utilizar herramientas de paralelismo para el manejo de sus labores.

A continuación, se describen los requerimientos que deberá cumplir el sistema basado en microcontrolador:

- El microcontrolador deberá ser seleccionado por los estudiantes y deberá ser a la medida.
- El mismo (modelo) microcontrolador podrá ser utilizado por un máximo de 2 grupos.
- No se permite el uso de microcontroladores de la marca Arduino.
- El microcontrolador se encargará del control de la grúa.
- El microcontrolador se encarga de gobernar los sensores y actuadores necesarios.
- El microcontrolador deberá comunicarse con microprocesador únicamente por protocolo de comunicación RS-232, I2C o SPI.
- El uso de interrupciones para el microcontrolador es de carácter obligatorio.

A continuación, se describen condiciones varias de la sección del curso MT-7003:

- Para el curso MT-7003 Se deberá entregar un informe final con todo el diseño detallado, así como la evaluación de las diferentes soluciones al problema, análisis de estas e implementación del proyecto. **Máximo** 6 páginas formato IEEE doble columna. Todos los grupos de trabajo deben llevar una bitácora donde cuentan sus vivencias, toma de decisiones, anotaciones de reuniones de los grupos, cálculos, bosquejos necesarios y todo aquello que considere pertinente para un adecuado seguimiento del proceso de diseño.
- El profesor se reserva el derecho a admitir un cambio de microcontrolador en casos excepcionales, mediante un documento escrito o una defensa en período de consulta donde el equipo explique las razones de su cambio y el estudio debido de la opción a cambiar.

V. Consideraciones generales:

1. El proyecto debe realizarse en dos grupos de 5 personas cada uno (Un grupo por cada curso).
 - a. Los dos grupos no pueden repetir estudiantes.
2. **Todos** los miembros del grupo deberán estar en la presentación final de lo contrario se le asignará un 0 al estudiante que falte y no presente la justificación respectiva.
3. Si el proyecto se encontrase dentro de la categoría No Funcional; pero, si fue debidamente integrado la calificación se realizará tomando como base los 75 puntos y aplicando la rúbrica de evaluación respectiva. La categoría de no funcional puede ser individual a cada grupo de desarrollo.
4. Si el proyecto se encontrase dentro de la categoría No Funcional y a su vez no fue debidamente integrado, la calificación se realizará tomando como base los 55 puntos y aplicando la rúbrica de evaluación respectiva.
5. Si uno de los grupos de trabajo abandona el desarrollo del proyecto, su contraparte será evaluada tomando como base los 85 puntos y aplicando la rúbrica de evaluación respectiva.

VI. Entregables MT-7006:

Se tienen dos entregables para este curso: la documentación del proyecto y la defensa final. A continuación, se tienen ciertas recomendaciones generales:

- **Fechas de entrega:**
 1. Documentación del proyecto: antes del viernes 17 de noviembre a las 23:59.
 2. Defensa del proyecto: semana 18 (del 20 al 24 de noviembre) en horario a convenir con los profesores del curso.
- **Detalles de la documentación del proyecto:** cada grupo debe hacer entrega de un único documento en formato pdf donde se encuentre de forma explícita lo siguiente:
 1. La aplicación de la metodología de diseño ejecutada para el desarrollo del proyecto.
 2. Los planos finales completos de las partes no estándar, el plano de conjunto, los planos de ensamble y la lista de partes.
 3. La memoria de cálculos completa.
 4. Los resultados de sus simulaciones y la comparación de esos resultados con los obtenidos en la memoria de cálculos.
- **Detalles de la defensa del proyecto:** el día de la defensa, se debe contar con un prototipo físico integral funcional de la solución. En la defensa el grupo de estudiantes le debe demostrar a los profesores del curso el funcionamiento correcto de su prototipo, así como los pasos de la metodología seguidos para llegar a la solución y los detalles de diseño más importantes de esta. Para esto pueden utilizar cualquier apoyo audiovisual que consideren conveniente.

VII. Entregables MT-7003:

Nota: Los avances están ligados a una semana. Se asume que el avance se entrega el día de clases de cada semana respectiva.

Avance 1: En Semana 3 al final de la clase. Se debe presentar una propuesta del algoritmo para cualquiera de los dos modos de operación, esto incluye la lectura del archivo *xlsx/csv*, el movimiento de objetos con una ruta y las alarmas en caso de errores, se recomienda presentar un diagrama de flujo. A su vez deben de presentar un análisis de los puntos de diálogo y negociación con el equipo del curso MT-7006

Avance 2: Se deberá presentar en Semana 6 un informe de avance, donde se muestre los criterios utilizados para la selección del microcontrolador que utilizarán en el proyecto, deberá redactar un documento de a lo sumo 1 página donde se comparen cualitativamente como mínimo 3 microcontroladores y demuestren por qué el microcontrolador escogido es el que más se adapta a la aplicación (es recomendable el uso de tablas). Para eso compare los recursos que los candidatos poseen, cantidad de unidades funcionales, potencia que consumen, entradas, salidas, costo, cómo se programan, etc. Verifique que existe un programador o que este es de fácil acceso para evitar tener problemas con la programabilidad de este.

Avance 3: Se deberá presentar en Semana 10 una descripción del funcionamiento del sistema basado en microcontrolador, diagramas de flujo del software, diagrama de bloques de hardware, comprensión de la solución mecánica del equipo de trabajo del curso MT-7006 con las implicaciones sobre el diseño de la solución.

Avance 4: Se deberá presentar en Semana 14 una muestra funcional de los algoritmos para cada uno de los modos.

La entrega final del proyecto se realizará en Semana 18, mientras que el informe final deberá subirse en formato pdf al TecDigital antes de las 11:59 p.m. del mismo día, no se admiten documentos fuera de plazo o que no cumplan con la forma de entrega.

VIII. Evaluación MT-7006

Cada grupo de estudiantes se encuentra en libertad de presentar los avances del proyecto según su conveniencia. Es decir, no se cuenta con fechas establecidas para la presentación de los avances y queda a criterio de cada grupo de trabajo cuándo los presentarán. Sin embargo, no se asignarán citas para la presentación de los avances las dos semanas antes de la fecha de la entrega final del proyecto. Así mismo, no se cuenta con una cantidad determinada de avances que se deben mostrar a los profesores del curso, es responsabilidad del grupo de trabajo definir cuántos avances consideran adecuados de presentar previo a la entrega final; no obstante, se recomienda una cantidad mínima de dos avances a lo largo del semestre. Para la presentación de dichos avances, el grupo de trabajo debe coordinar una cita con el profesor del curso correspondiente por medio del correo electrónico para realizar la presentación de su avance y recibir la respectiva realimentación. En caso de que el grupo de trabajo no presente ningún

avance a los profesores, no habrá derecho a reclamo sobre la calificación obtenida en la entrega final del proyecto.

IX. Evaluación MT-7003

Rubro	Puntaje	Fecha de entrega
Avance 1: Propuesta de algoritmos y análisis de puntos de cruce con equipo curso MT-7006	Formativo	Semana 3 Día de Clases
Avance 2: Informe de selección y diseño, microcontrolador.	Formativo	Semana 6 Día de Clases
Avance 3: Informe del funcionamiento del microcontrolador	Formativo	Semana 10 Día de Clases
Avance 4: Presentación del algoritmo de programación	Formativo	Semana 14 Día de Clases
Entrega Final	70 pts	Semana 18
Informe Final	30 pts	Semana 18
Nota Final	100	

Rúbrica de la Entrega final del Proyecto MT-7006

La rúbrica para la entrega final del proyecto se encuentra disponible dentro del TECDigital, asociado a la evaluación.

Rúbrica de la Entrega final del Proyecto MT-7003

Criterio	Detalle	Valor
Uso de interrupciones y Paralelismo	El uso de interrupciones está presente en la solución del microcontrolador. El uso de paralelismo está presenta de forma significativa en la solución del microprocesador. El software es capaz de evidenciar su uso.	Excelente (4pts): Posee paralelismo significativo e interrupciones Bueno (2pts): Posee solo paralelismo o solo interrupciones Malo (0 pts): No posee ninguno de los dos.
Movimiento de objetos	El sistema es capaz de mover la grúa debidamente	Excelente (10pts): El sistema controla movimiento correctamente Bueno (5pts): El sistema puede operar la grúa parcialmente, sea por falta de movimiento en ciertos ejes o no poder alcanzar ciertas áreas de la matriz.

		Mal (0pts): El sistema es incapaz de operar la grúa.
Comunicación Microprocesador-Microcontrolador	La comunicación entre el microprocesador y el microcontrolador es del tipo RS-232, I2C o SPI. No existe ningún otro medio de comunicación entre ambos sistemas y no utiliza más de un método.	Criterio binario (5pts): Funciona o no funciona.
Interfaz: Elección de modo	El software posee una interfaz que es capaz de elegir el modo de funcionamiento.	Criterio binario (3pts): Funciona o no funciona
Interfaz: Recepción archivo.xlsx/csv	La interfaz puede recibir el archivo.xlsx/csv	Excelente (2 pts): El requisito se cumple totalmente Mínimo (1 pt): El requisito se cumple, pero el archivo tiene alguna limitación sea nombre, localización exacta, entre otros. Mal (0 pts): No es posible pasar un archivo.csv/.xlsx.
Interfaz: Estado de matriz en tiempo real	La interfaz muestra en tiempo real el estado de la matriz de carga.	Excelente (15 pts): El requisito se cumple totalmente. Bueno (10 pts): Se presenta el estado del tablero en tiempo real incluyendo el objeto en movimiento, pero no se puede apreciar el traslape de dos objetos. Mínimo (5 pts): Se presenta el estado del tablero en tiempo real, pero no incluye el objeto en movimiento. Mal (0 pts): No se muestra el estado del tablero o se muestra solamente el estado inicial y el final.
Reconocimiento de tipos de objetos	El sistema es capaz de identificar hasta 3 tipos de objetos diferentes.	Se otorga 2 puntos por cada tipo de objeto identificable.
Modo Distribución por Patrón: Entrega correcta de objetos	La solución es capaz de colocar hasta 25 objetos debidamente, no se dan choques entre objetos y están debidamente centrados.	Excelente (15pts): Se colocan los 25 objetos debidamente Bueno (9pts): Se colocan entre 15 y 24 objetos correctamente

		Mínimo (3 pts): Se colocan entre 3 y 14 objetos correctamente Mal (0pts): El sistema no puede colocar más de 2 objetos.
Modo Distribución por Patrón: Alarmas por errores	El sistema puede operar las siguientes alarmas: <ul style="list-style-type: none"> - Falta de objetos. - Objeto no se puede acomodar. - Obstrucción en la matriz de carga. 	Se otorga 3 puntos por cada tipo de alarma.
Modo Distribución por Patrón: Remover Objeto	Con el uso de la interfaz el usuario puede remover el siguiente objeto a suministrar.	Criterio binario, funciona o no funciona (5pt)
Modo Reacomodo: Reconocimiento de estado inicial	El sistema puede identificar el estado inicial de la matriz.	Excelente (10pts): Se reconoce el estado de las 25 celdas correctamente. Bueno (5pts): Se reconocen entre 15 y 24 celdas correctamente Mínimo (2 pts): Se reconocen entre 3 y 14 celdas correctamente Mal (0pts): El sistema no puede reconocer más de 2 celdas correctamente.
Modo Reacomodo: Operación Exitosa	El sistema puede reacomodar debidamente los objetos.	Excelente (15pts): Reacomodo sin errores. Bueno (9pts): Se dan 1 o 2 errores. Mínimo (5 pts): Se dan entre 3 y 6 errores Mal (0pts): Se dan 7 o más errores, o bien, no se puede realizar reacomodo.
Modo Reacomodo: Movimientos innecesarios	La solución no realiza movimientos innecesarios.	Criterio binario, funciona o no funciona (7pts)
Modo de Reacomodo: Apilado de objetos	El sistema no apila objetos en la matriz. Apilar en la zona de suministro es válido.	Criterio binario, funciona o no funciona (2pts)
Bitácora	Todos los grupos de trabajo deben llevar una bitácora	Criterio binario (5pts): Posee o no posee bitácora legible y

	donde cuentan sus vivencias, toma de decisiones, anotaciones de reuniones de los grupos, cálculos, bosquejos necesarios y todo aquello que considere pertinente para un adecuado seguimiento del proceso de diseño.	completa según requerimientos.
--	---	--------------------------------

Nota 1: No olviden acatar todas las instrucciones que se encuentran en el programa del curso.

Nota 2: Todos los avances formativos se presentarán al profesor durante la clase del día de la entrega para que los grupos reciban retroalimentación en su proceso de diseño.

Nota 3: Tenga en cuenta que el tema de interrupciones será cubierto en las últimas semanas del curso, se aconseja discutir con su profesor la implementación propuesta.

Nota 4: En caso de que durante la evaluación se dé con un error que no calce exactamente con la rúbrica el profesor tiene la capacidad de asignar una penalización adecuada a su criterio. Es deber del profesor documentar esta nueva penalización para lograr una justa evaluación de todos los equipos.

Nota 5: La rúbrica de evaluación del informe se encuentra disponible en el TecDigital.