



## OBJETIVOS

- Caracterizar los motores y la hélice que se usaran en el desarrollo del drone de bajo costo
- Determinar el peso máximo que podrá levantar el drone para un motor y una hélice determinada
- Incrementar las habilidades en programación eficiente de sistemas Arduino
- Desarrollar habilidades en diseño e impresión 3D

## DESCRIPCIÓN

Los motores son el elemento fundamental que proporciona a través de la hélice la fuerza necesaria para que un drone pueda volar y mantenerse en el aire. En el mercado existe una amplia variedad de motores y hélices cuya combinación da diferentes características de empuje. No cualquier hélice es apropiada para cualquier motor, existe una relación entre el diámetro de la hélice, el paso de la hélice y la velocidad del motor. Por lo general los motores rápidos de baja potencia se combinan con hélices pequeñas, mientras que motores lentos de mayor potencia usaran hélices más grandes y de mayor paso. En esta práctica cada grupo de trabajo desarrollara un banco de pruebas para caracterizar el desempeño de un motor con diferentes tipos de hélices. El banco de pruebas debe ser tal que se pueda acomodar a diferentes tipos de motores DC. En este contexto el banco de pruebas debe capturar de forma simultanea las siguientes variables a la mayor velocidad posible:

- Corriente del motor
- Velocidad del motor
- Empuje del motor
- Temperatura del motor
- % de dureza del PWM aplicado

Características adicionales del banco de pruebas:

- El sistema debe permitir entre otras cosas seleccionar el tipo de estímulo, el periodo del estímulo, la frecuencia de muestreo, y el número de muestras a promediar por cada dato recolectado. El periodo se ingresa en milisegundos, la frecuencia en Hz. Todos los parámetros son valores enteros.
- El sistema proporciona dos formas de acceder a la información capturada: inmediata y postergada. En la modalidad inmediata cada dato recolectado se envía a consola los valores de las variables de interés. Si la

transmisión es postergada los datos se recolectan en la memoria interna del MCU y se transmite en el momento en que esto se solicite. Estas modalidades de reporte de información se configuran por medio del comando VERBOSE (ON para la modalidad inmediata y OFF para la postergada)

- El banco de pruebas cuenta con una interfaz de comandos de consola a través de la cual el usuario interactuará con este. Los comandos de dicha interfaz son los siguientes:

Comando	Respuesta MCU	Acción
MODE STP \$percentage_value\$   MODE TRG	DONE	Selecciona el tipo de estímulo para el motor STP estímulo a través escalones continuos del porcentaje seleccionado TRG estímulo en forma triangular variando la señal de forma lineal de 0 a 100% y de 100% a 0. Por defecto el sistema inicia en modo STEP
PERIOD \$period_value\$	DONE	Establece el periodo entre un escalón y el siguiente si modo actual es STP o el periodo de la señal triangula si el modo actual es TRG. El periodo por defecto son 500ms
START	STIMULUS ACTIVATED	Aplica el estímulo al motor. Por defecto el estímulo esta desactivado
STOP	STIMULUS DISABLED	Detiene el estímulo aplicado al motor. Este es el estado por defecto con el estímulo desactivado.
FSAMPLE \$frequency_value\$	DONE	Establece un nuevo valor de frecuencia de muestreo. La frecuencia de muestreo por defecto son 200Hz
AVERAGE \$num_samples\$	DONE	Establece el número de muestras que se promedian para un dato almacenado. El numero de muestras por defecto es 1, es decir no hay promedio.
MAXCURRENT \$current_value\$	DONE	Establece un valor de corriente máximo que la prueba no deberá superar en ningún momento. En caso de hacerlo la prueba para y el estímulo deja de generarse. Por defecto la corriente máxima se fija en 1 Amperio.
VERBOSE ON  OFF	DONE	Establece si durante un periodo de captura los datos se transmiten inmediatamente (VERBOSE ON) a consola o si se almacenan para después enviarse (VERBOSE OFF) usando el comando FDATA. Por defecto la transmisión inmediata esta apagada, es decir los datos se obtienen luego con el comando FDATA.
STATE	MODE \$current mode\$ PERIOD \$current period\$ FREQUENCY \$current frequency\$ AVERAGE \$current num samples\$ VERBOSE \$current verbose state\$ MAXCURRENT \$max current value\$	Retorna el estado actual de configuración del banco de pruebas.
FDATA	\$current0\$, \$speed0\$, \$thrust0\$, \$temp0\$, \$duty0\$ \$current1\$, \$speed1\$, \$thrust1\$, \$temp1\$, \$duty1\$	Imprime la tabla de datos almacenada en el MCU. La tabla

	$\$current2\$, \$speed2\$, \$thrust2\$, \$temp2\$, \$duty2\%$ ... $\$currentn\$, \$speedn\$, \$thrustn\$, \$tempn\$, \$duty2\%$	tiene un tamaño fijo definido por el estudiante. Entre mas grande mejor, porque permite capturar una mayor cantidad de tiempo. La tabla actúa como un buffer circular, cuando se llena sobrescribe los datos mas viejos
RESET		Restablece los valores por defecto

- Cuando el MCU inicia debe imprimir en consola el prompt ">> " Indicando que está listo para recibir comandos. Después de cada comando la consola reimprime el prompt en una nueva línea indicando de nuevo que está lista para recibir un nuevo comando.
- El valor por defecto de la frecuencia es de 1KHz y el ciclo de dureza por defecto es 50%.
- El código fuente del banco de pruebas debe estar apropiadamente documentado utilizando Doxygen.

## PROCEDIMIENTO

1. Consultar en la WEB y en el mercado local de la ciudad que motores se usan en drones y las características que deben tener. Construya una tabla con el precio, el peso y a velocidad de motores que considere como alternativas para la implementación de su drone.
2. Consultar la geometría, los materiales, y las características de hélices usadas en drones pequeños de no más de 25 cm de radio. Construya una table con las hélices y sus características, incluyendo precio y peso.
3. Seleccione un motor y una hélice para evaluar con el banco de pruebas, usando la información recolectada.
4. Diseñe y construya el soporte y sistema mecánico para realizar las mediciones sobre el motor.
5. Diseñe e implemente los circuitos de medida de las diferentes variables que deben medirse en el motor.
6. Desarrollar el firmware para el banco de pruebas teniendo en cuenta todas las características establecidas previamente.
7. Depure el hardware y software de su implementación hasta que todas las características funcionen correctamente.
8. Caracterice el motor y la hélice adquiridas por medio del banco de pruebas. Realice varias capturas utilizando los diferentes estilos de estímulo.
9. Encuentre un modelo para el sistema motor-hélice utilizando la herramienta de caracterización de Matlab utilizando el porcentaje de dureza aplicado al motor como señal de control y el empuje como variable controlada.
10. Determine el peso máximo que podría soportar el motor a partir de los resultados experimentales obtenidos.
11. Realizar un reporte en formato IEEE sobre el desarrollo, implementación y evaluación del bando de pruebas de motor y hélice. El reporte debe explicar el proceso de desarrollo del banco de pruebas respecto al hardware y al software involucrados. Incluya la información recolectada acerca de motores y hélices. Describa el experimento realizado para caracterizar el motor y presente todos los resultados experimentales.
12. Subir el código fuente del sistema, los modelos 3D y el reporte en un archivo comprimido a la plataforma Moodle antes del lunes 27 de marzo de 2023.

## EVALUACIÓN

En construcción... pronto subiremos una actualización la respecto